

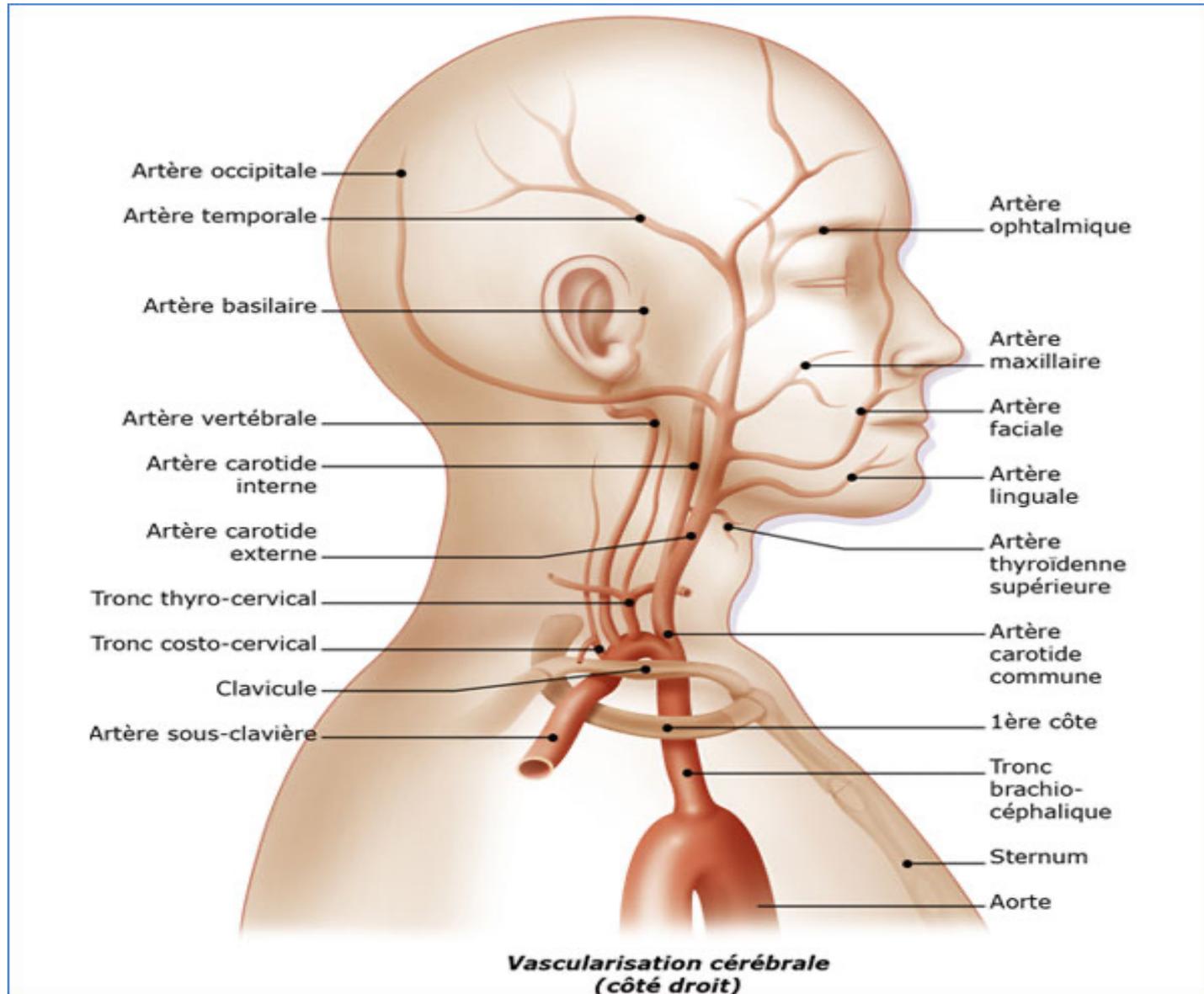
Échographie Doppler des Carotides

Principes et pièges Utilisation dans la période péri opératoire

Jean-François RENUCCI
Médecine Vasculaire
Pôle Cardio Vasculaire et Thoracique
Hôpital de la TIMONE - MARSEILLE

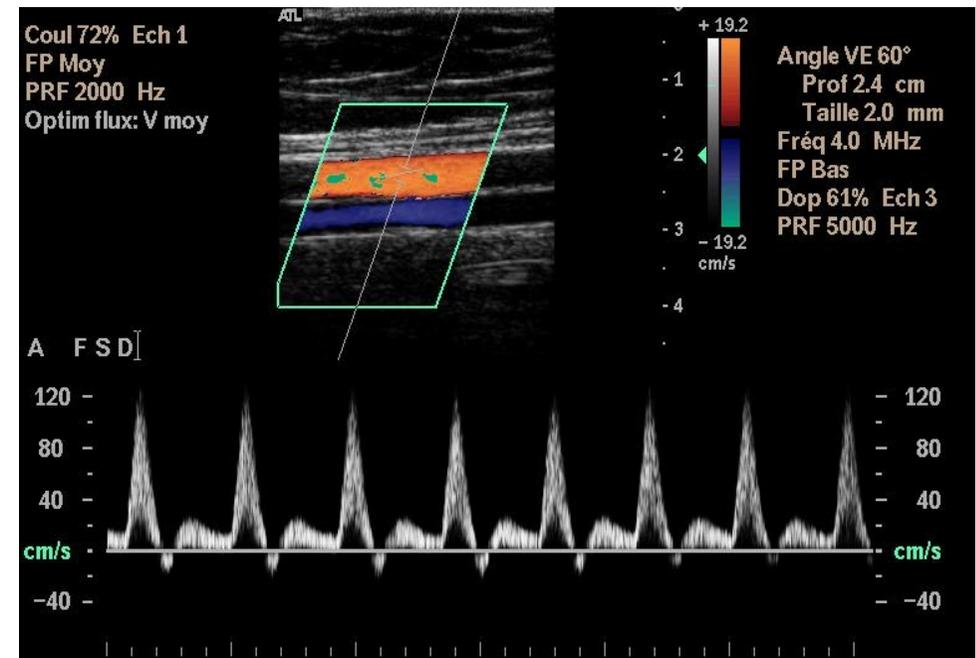
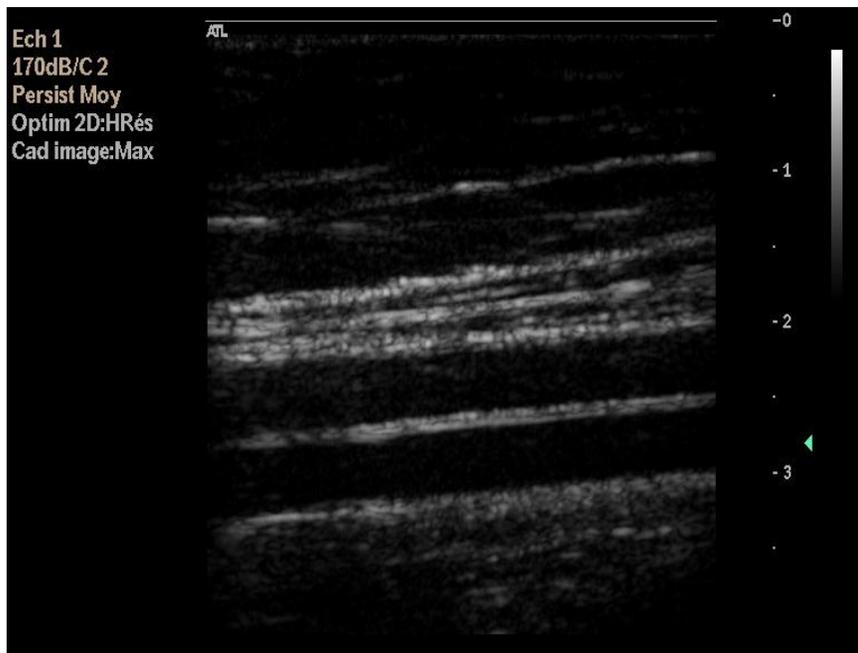
Échographie Doppler des Carotides

Anatomie



Introduction

- Échographie Doppler :
 - = une image morphologique : Mode B (Brillance)
 - + des renseignements hémodynamiques : effet Doppler
- Résultat de l'interaction entre Ultra Sons / matière rencontrée



Echographie Doppler des Carotides

IM:22

P:H
28043746

TIS

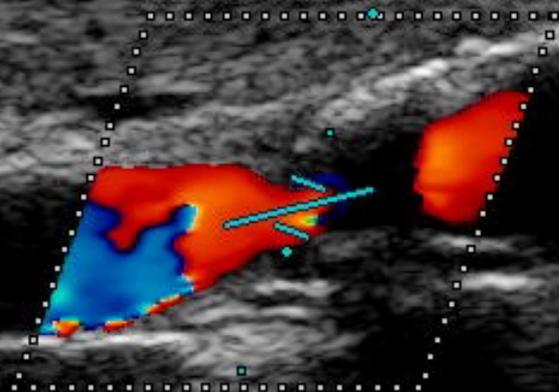


H

000 +27.3

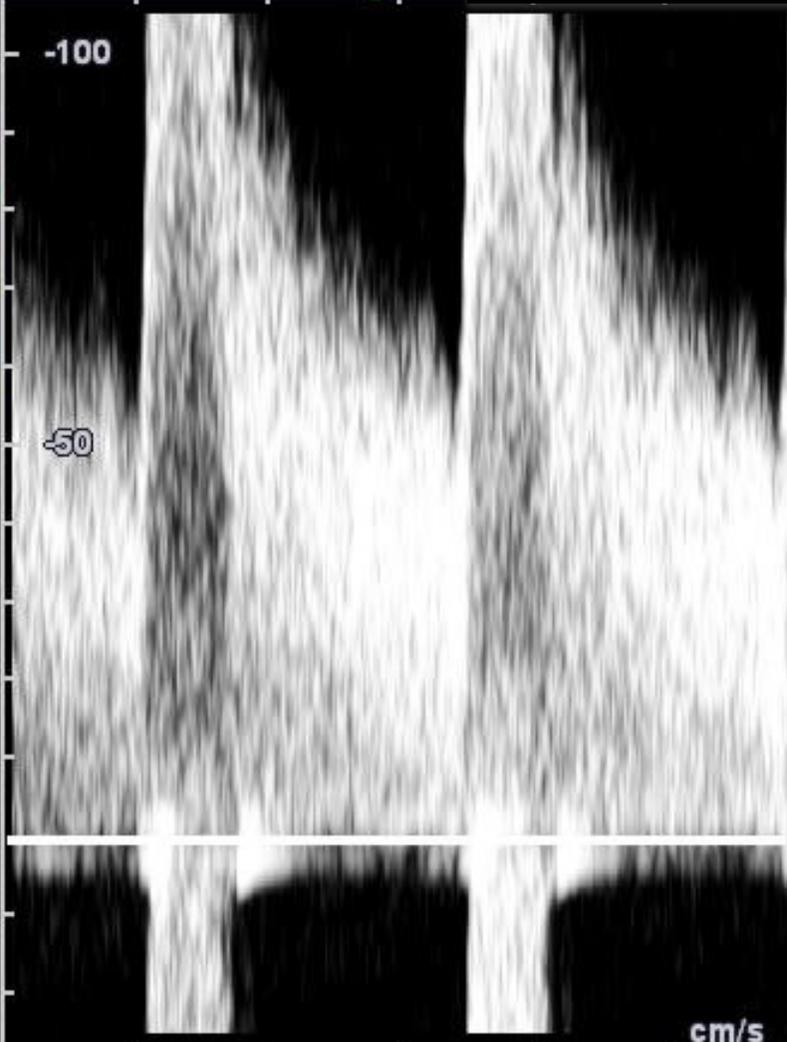


-27.3
cm/s



-100

-50



cm/s

CID

No.44/44

GB:11 60/+3/3/2/A/6 GC:33 M/1/G/3/5/6 2.5k/3.5M
L52 7.5M TSA AL 40mm

GD:44 17.1/2.0mm 56°
3k/3.0M 50/6 DP

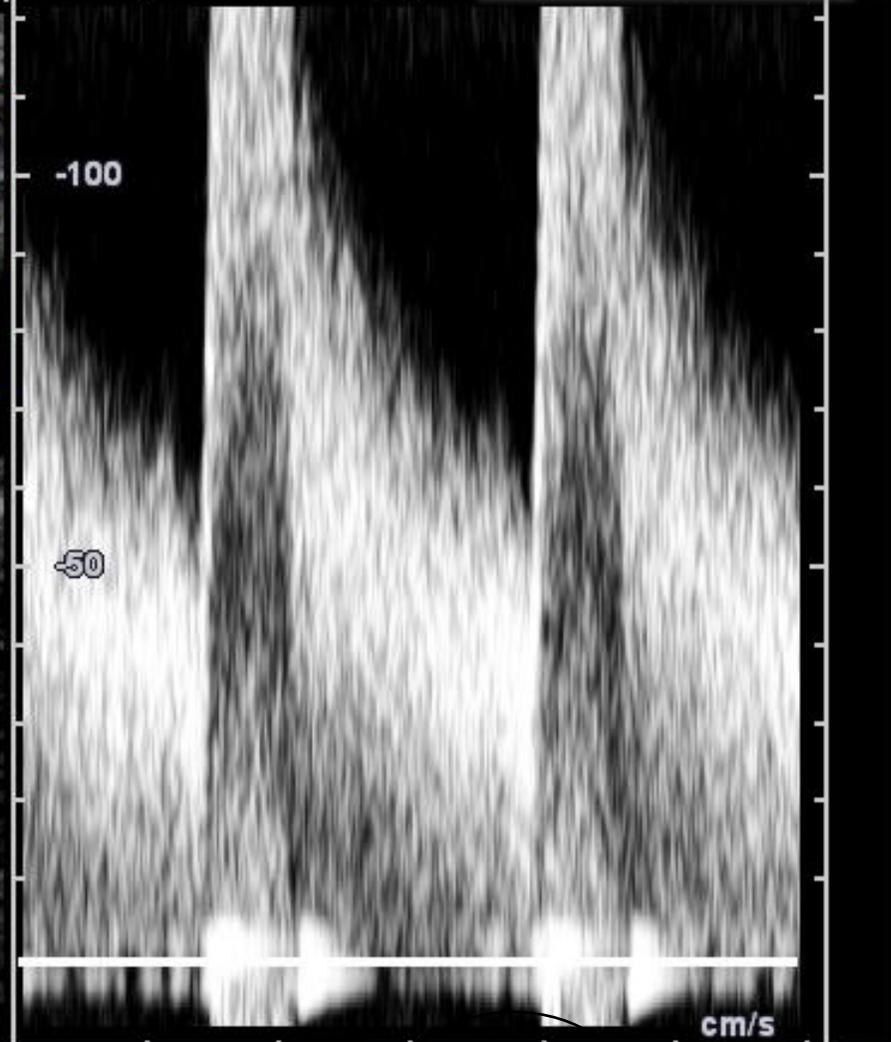
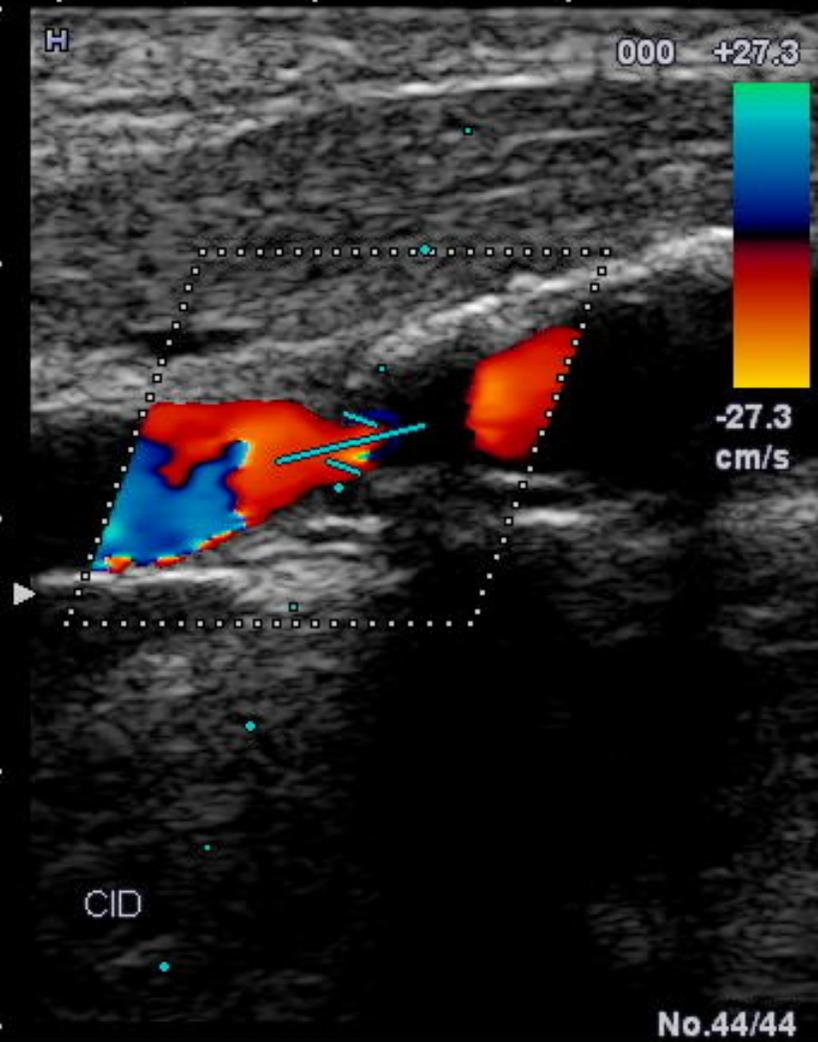
- 1 Revue
- 2 VIT;
- 3 Ech.Cou;5
- 4 Invers flux
- 5 Tps.montée
- 6 I.R.
- 7 IR,IP

Echographie Doppler des Carotides

IM:22

P:H
28043746

TIS



GB:11 60/+3/3/2/A/6 GC:33 M/1/G/3/5/6 2.5k/3.5M
L52 7.5M TSA AL 40mm
GD:44 17.1/2.0mm 56°
3k/3.0M 50/6 DP

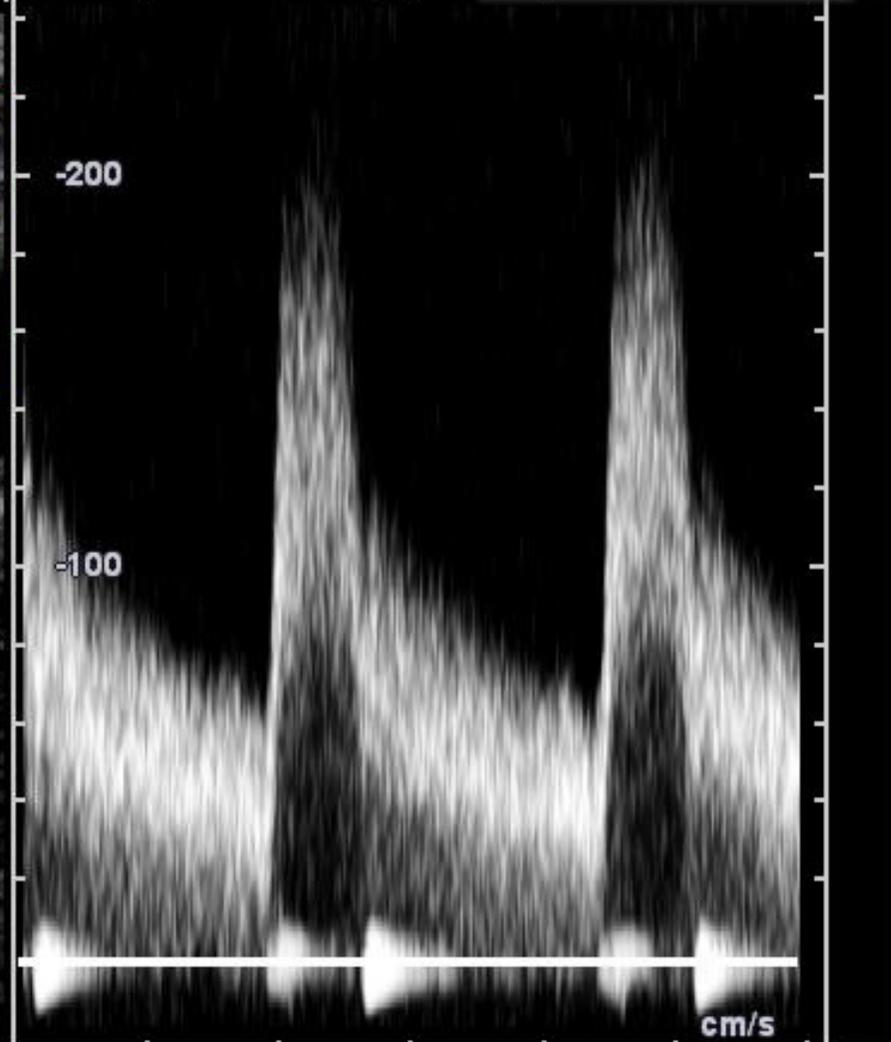
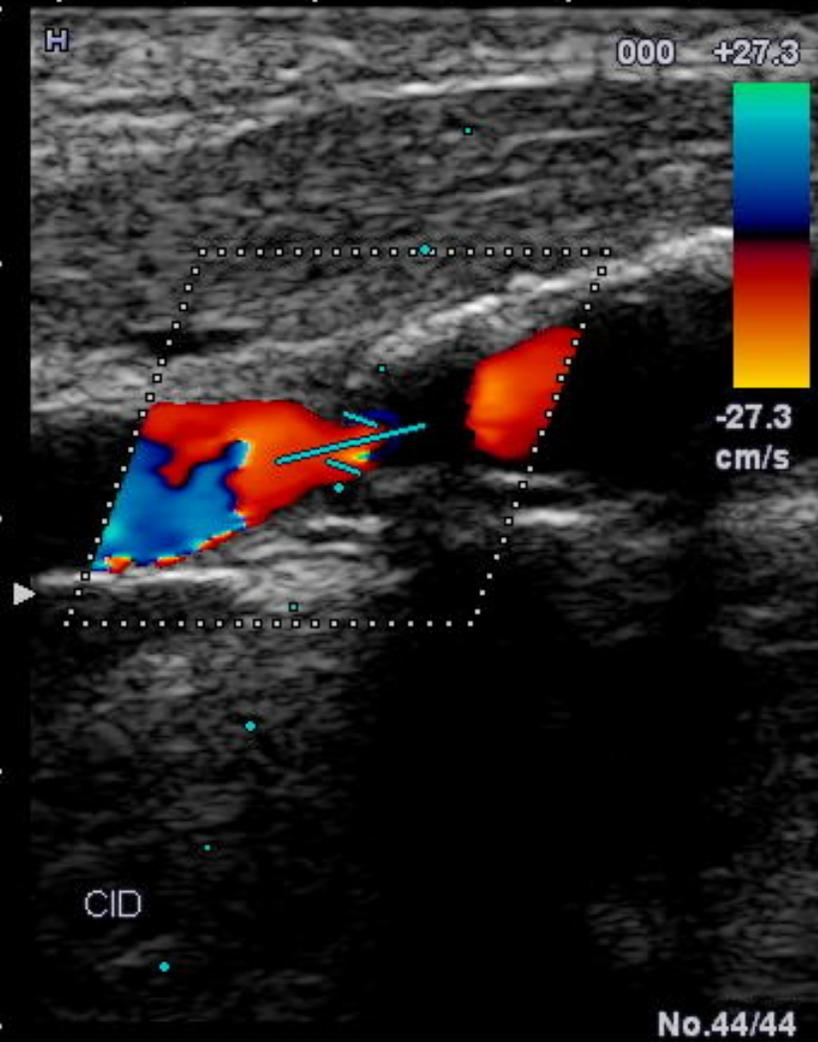
- 1 Revue
- 2 VIT;
- 3 Ech.Cou;5
- 4 Invers flux
- 5 Tps.montée
- 6 I.R.
- 7 IR,IP

Echographie Doppler des Carotides

IM:22

P:H
28043746

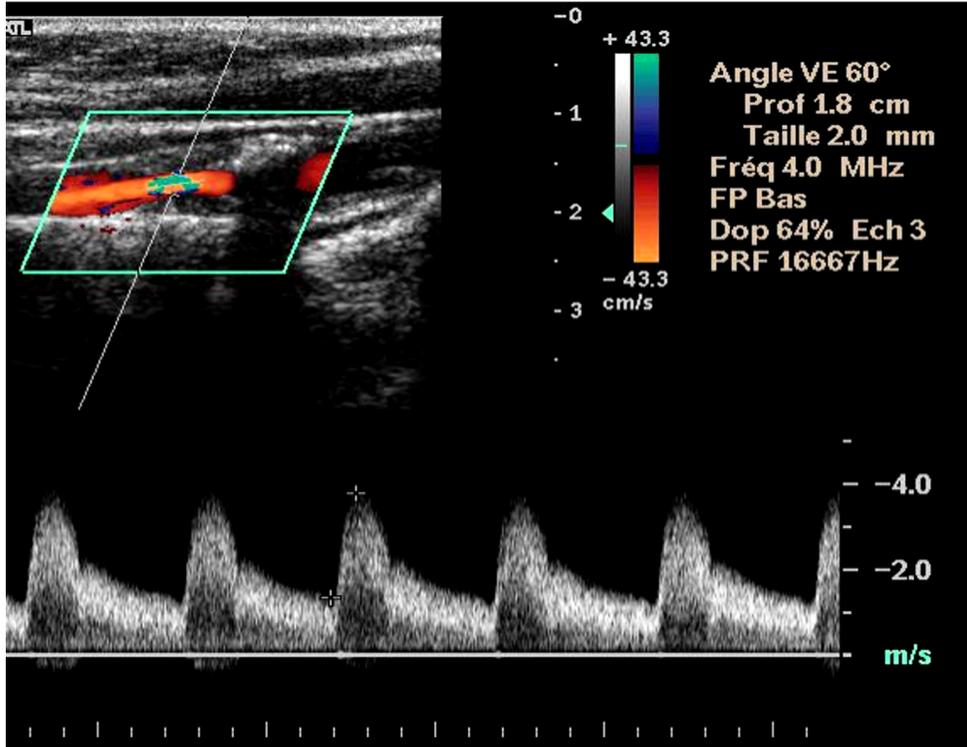
TIS



GB:11 60/+3/3/2/A/6 GC:33 M/1/G/3/5/6 2.5k/3.5M GD:44 17.1/2.0mm 56°
L52 7.5M TSA AL 40mm 6k/3.0M 50/6 DP

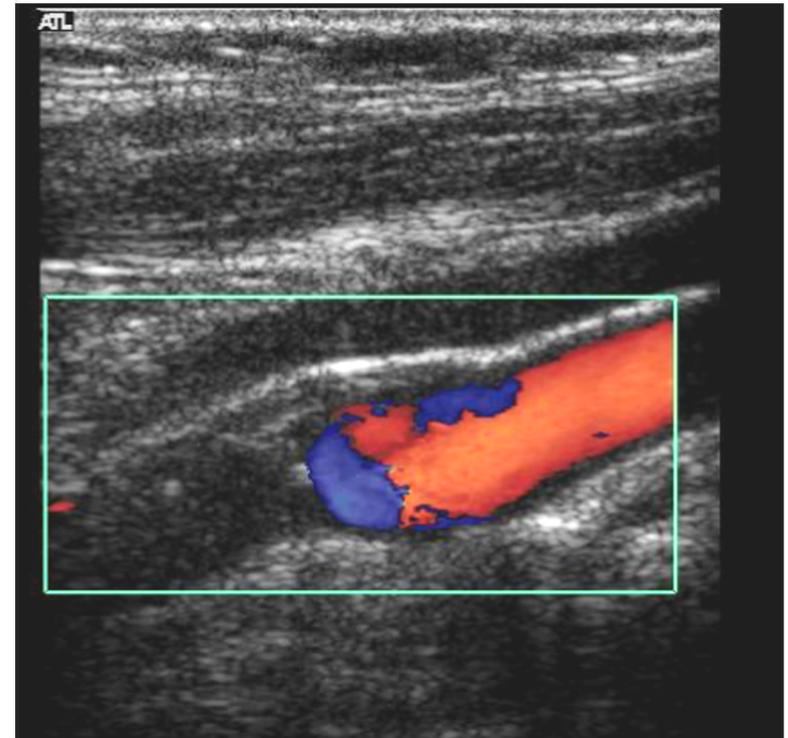
- 1 Revue
- 2 VIT;
- 3 Ech.Cou;5
- 4 Invers flux
- 5 Tps.montée
- 6 I.R.
- 7 IR,IP

Échographie Doppler des Carotides



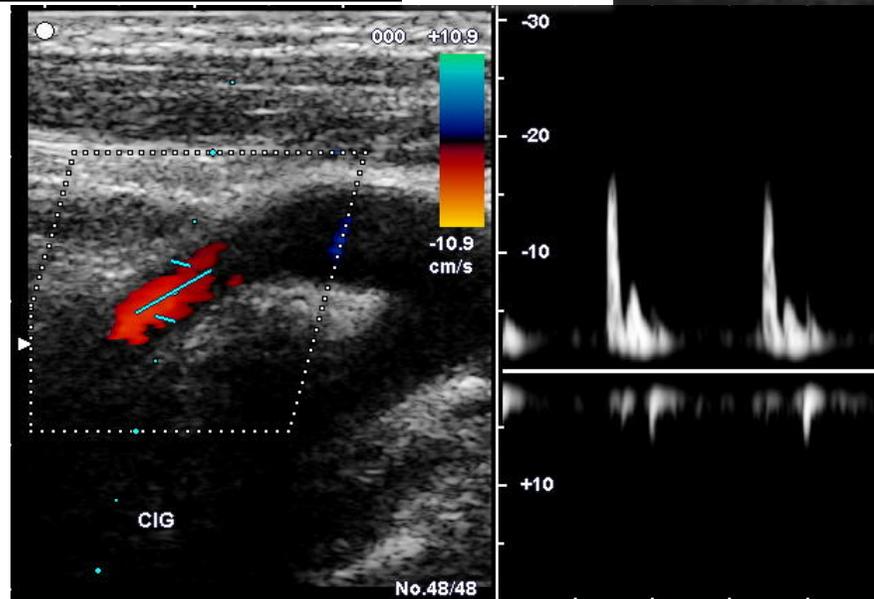
Cas N° 1 ?

Sténose CI



Cas N° 2 ?

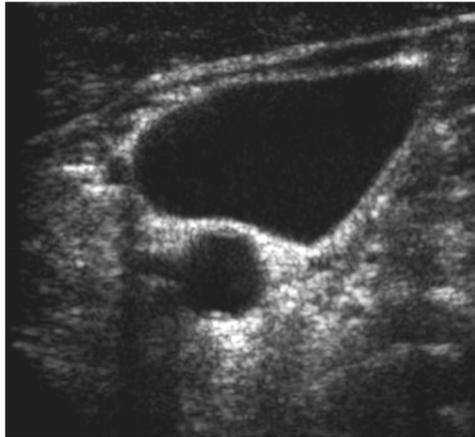
Thrombose CI



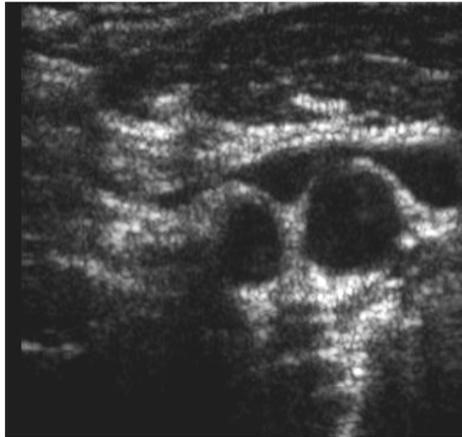
Cas N° 3 ?

Thrombose CI
intra-crânienne

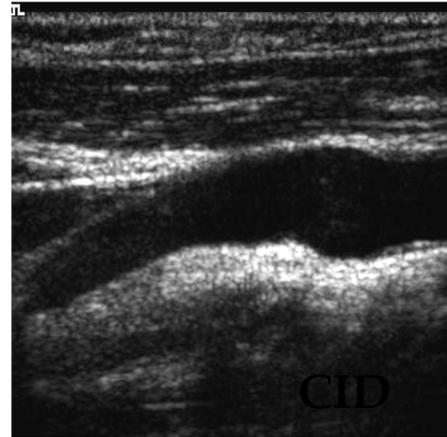
Axe Carotidien normal



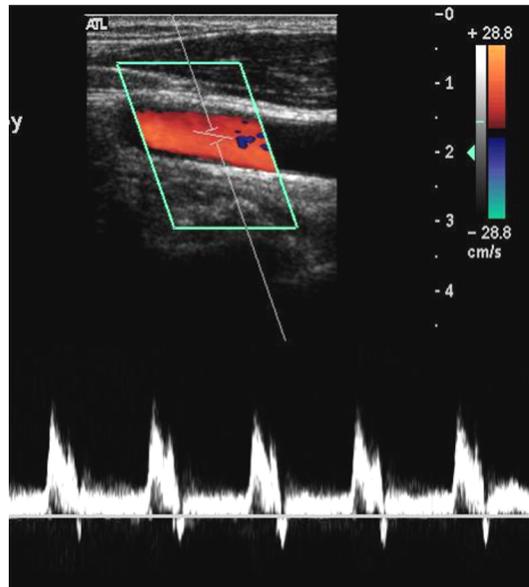
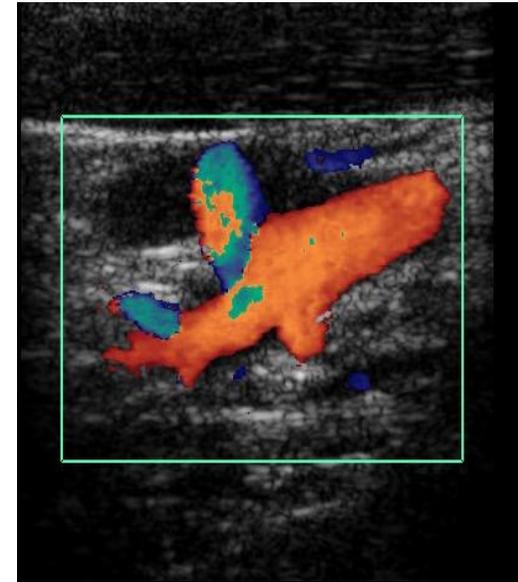
CCG



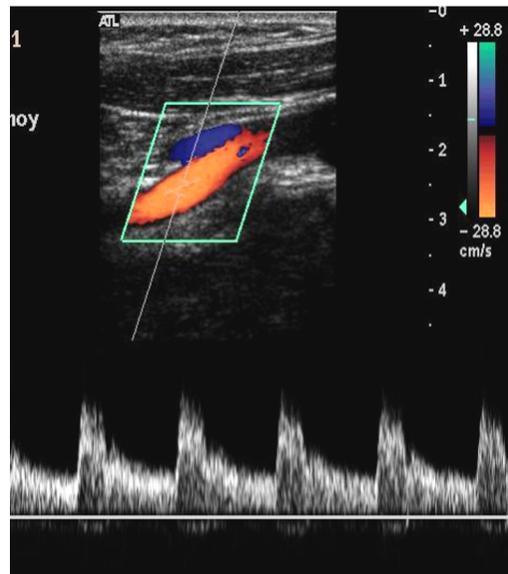
CEG / CIG



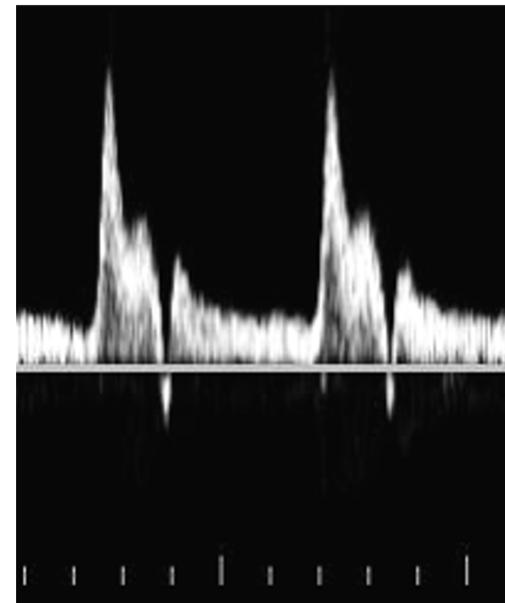
BIF G



Flux Normal CCG

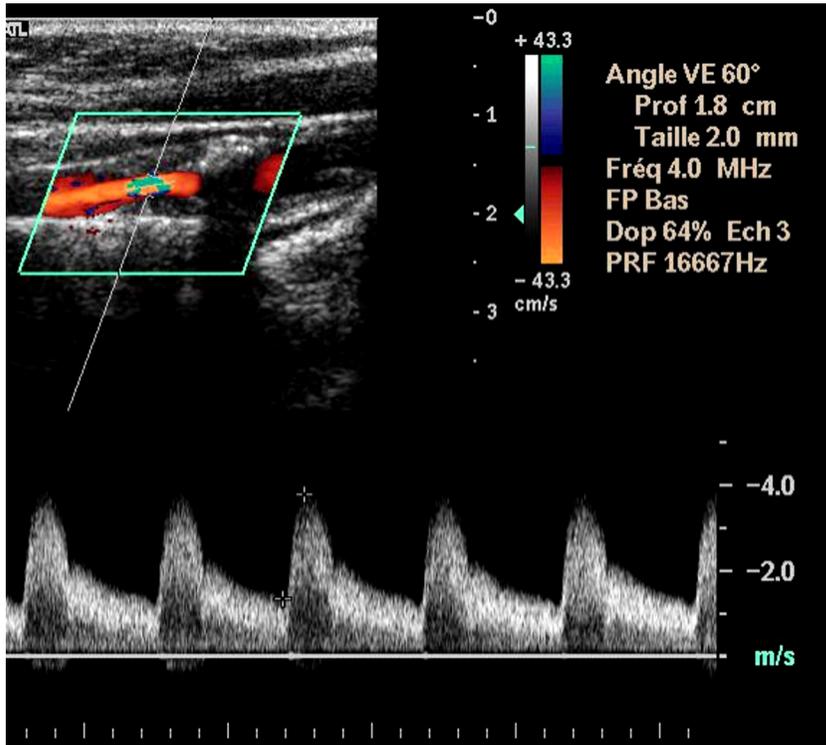


Flux Normal CIG



Vitesses / IR

Échographie Doppler des Carotides



Sténose CI proximale

Quantification

Caractérisation de la plaque

Cas N° 1 :

Les études randomisées

Sténoses Sympto.	Sténoses Asympto.
- NASCET	- ACAS
- ECST	- ACST
- (VA)	

- Risque neurologique lié au degré de sténose
- Bénéfice de la chirurgie carotidienne en complément du TRT médical
 - > Sténose $\geq 70\%$ symptomatique *
 - > Sténose $\geq 60\%$ asymptomatique **

* NASCET 1991 1998

* ECST 1991 1998

** ACAS 1995

** ACST 2004

Sténose CI : Planimétrie

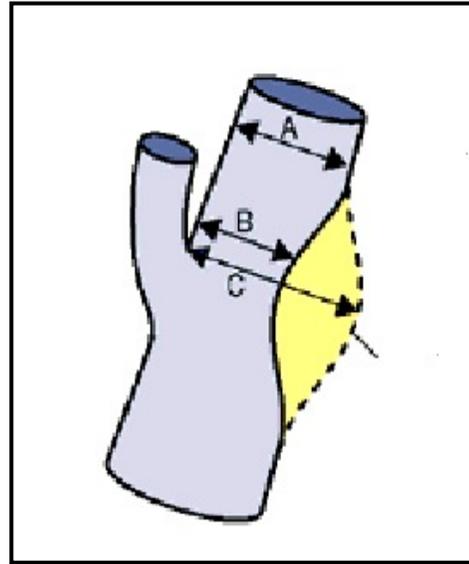
Proche de l'angiographie = référence

- Echo mode B \pm couleur \pm mode énergie
- Mesures :
 - rapport de diamètres

Sténose // diamètre « normal »

- rapport de surfaces

Sténose CI : Planimétrie



Mode de Calcul américain (NASCET, ACAS) / européen (ECST, ACST)

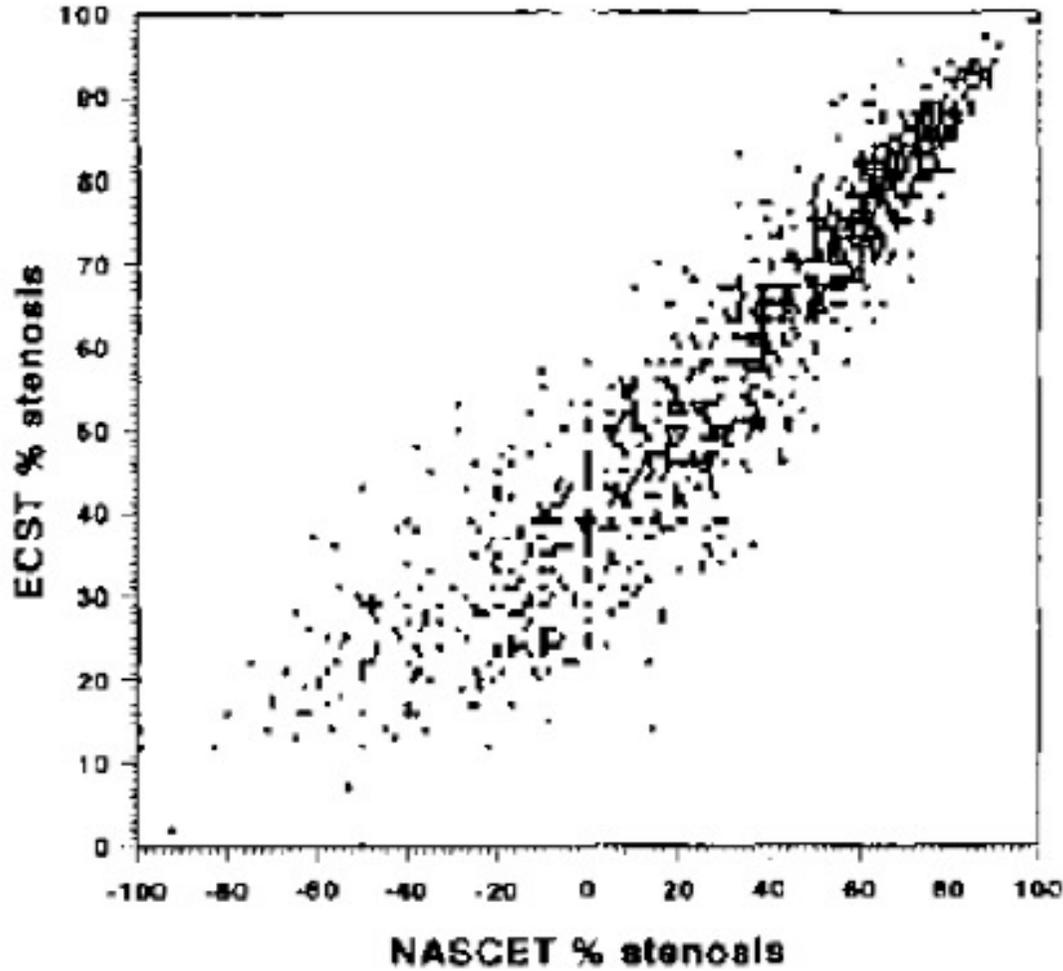
NASCET : A - B

A
Diamètre de référence =
Carotide interne en aval +++

ECST : C - B

C
Diamètre de référence =
Bulbe carotidien
Estimation visuelle
de la limite du bulbe

Sténose CI : ESCT vs NASCET



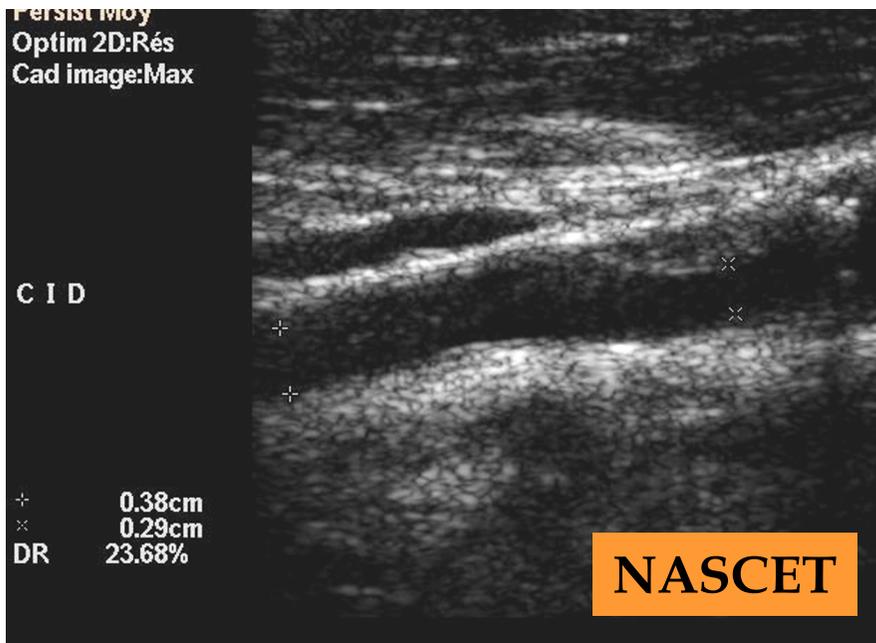
ECST (%)	NASCET (%)
50	20
70	50
75	60
80	70

Par rapport à 1001 angiographies

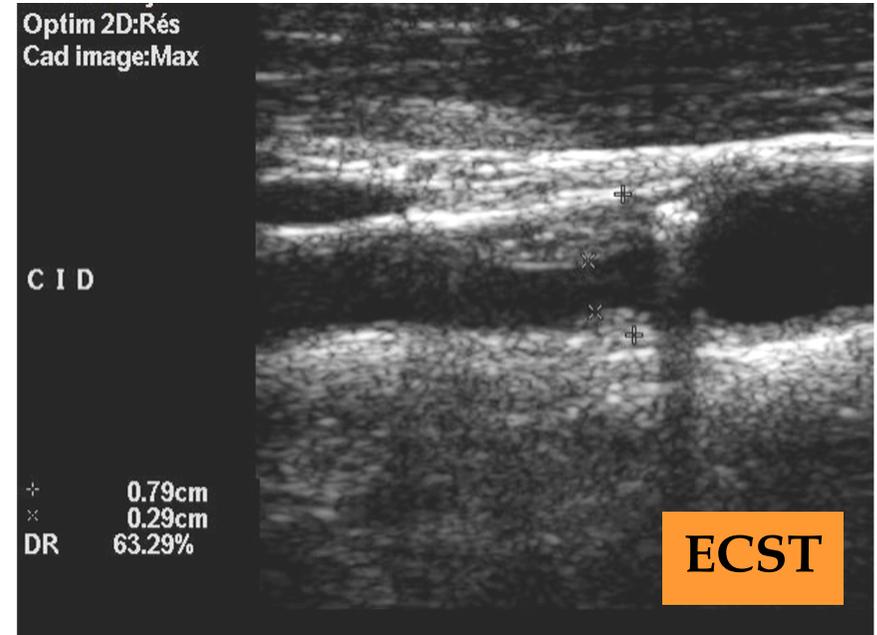
Indications de la chirurgie carotidienne

- Pour les sténoses symptomatiques :
 - St CI > 50 % (H, ≥ 75ans, délai < 2 sem)
- Pour les sténoses **asymptomatiques** :
 - St CI serrée : 60 % ? 70 % ? 80 % ?
 - **St serrée > 70 %**
 - moins net chez la femme
 - sujet de moins de 75 ans

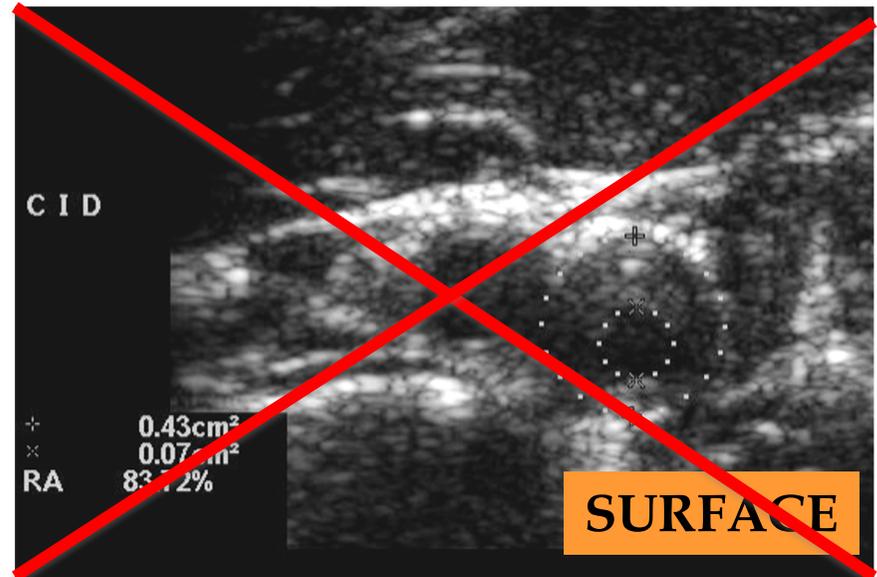
Degré de Sténose CI



+++

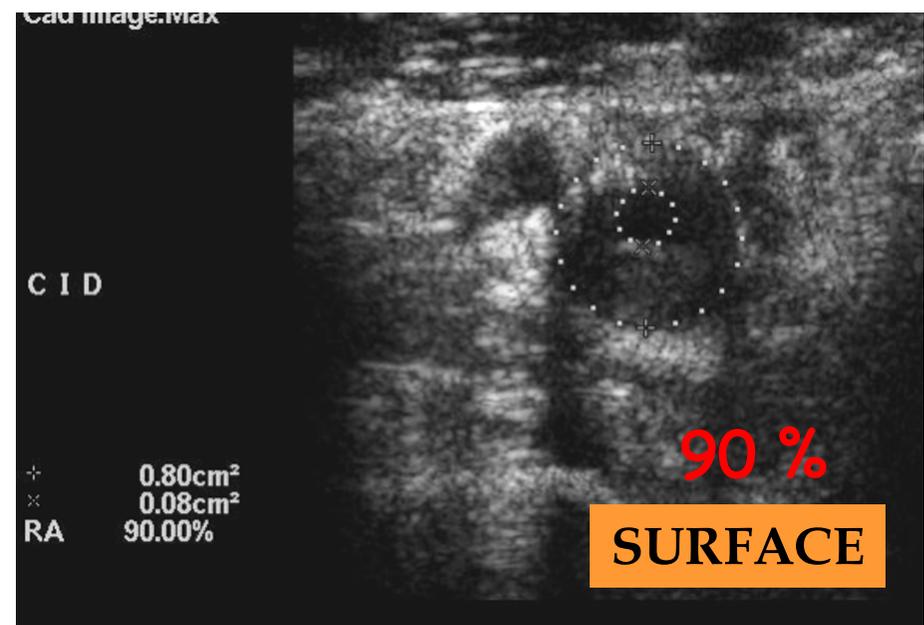
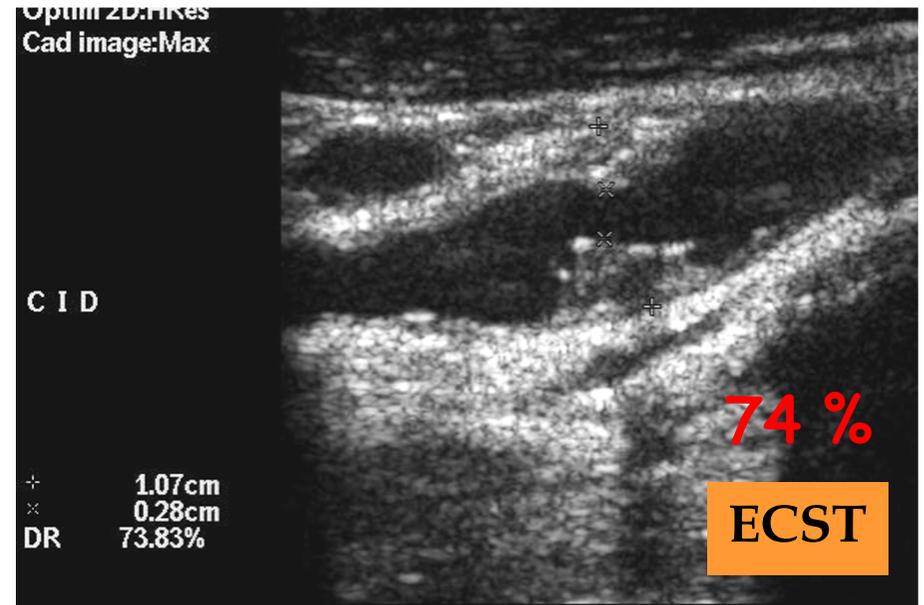
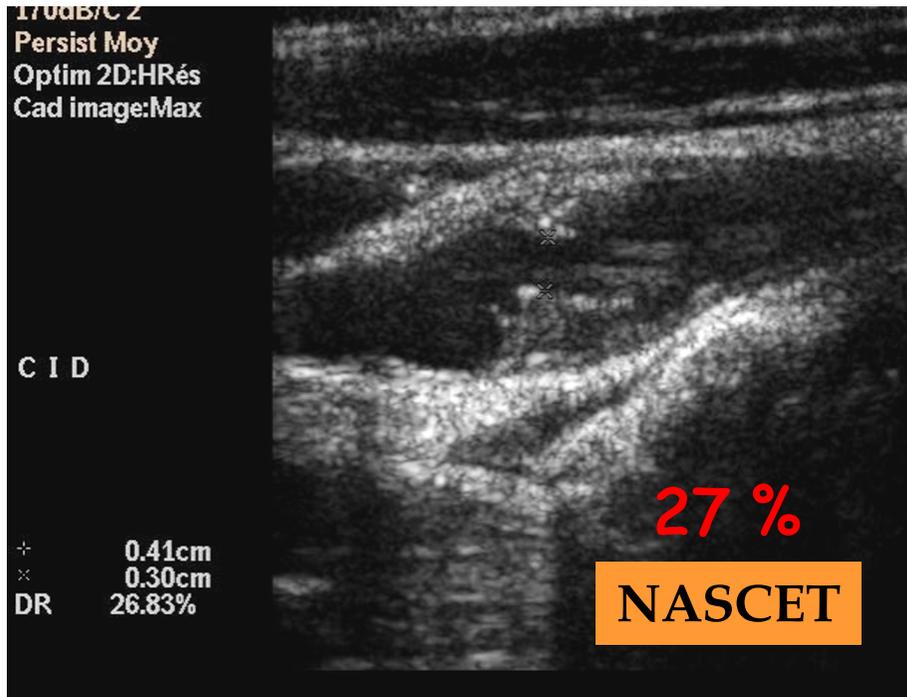


?

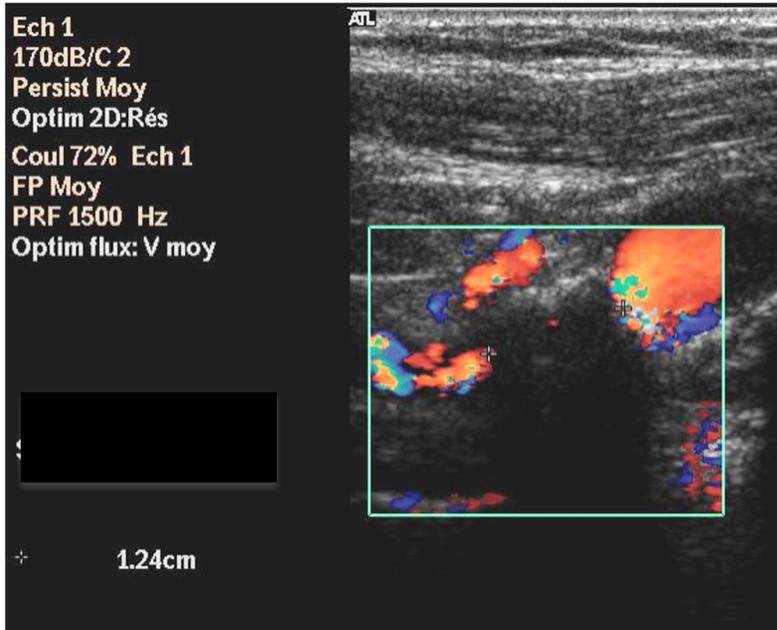


Degré de Sténose CI

Autre exemple



Sténose CI : Planimétrie



Avantage :
proche des mesures
angiographiques

Inconvénient :
limites de la lumière (calcifications, sténose très serrée)
bifurcation haute, cou court
pas de validation de ce mode de quantification pris isolément

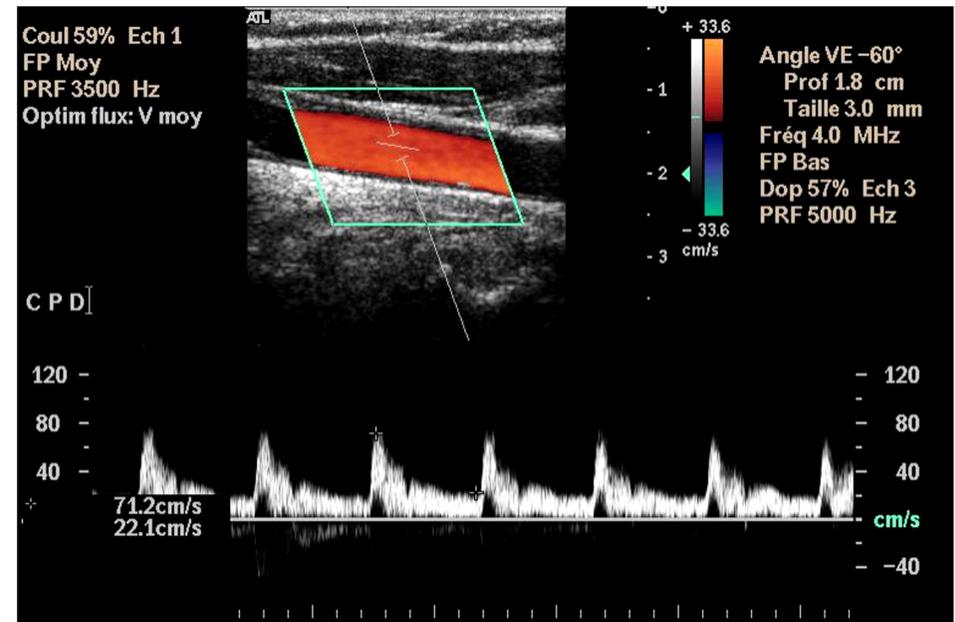
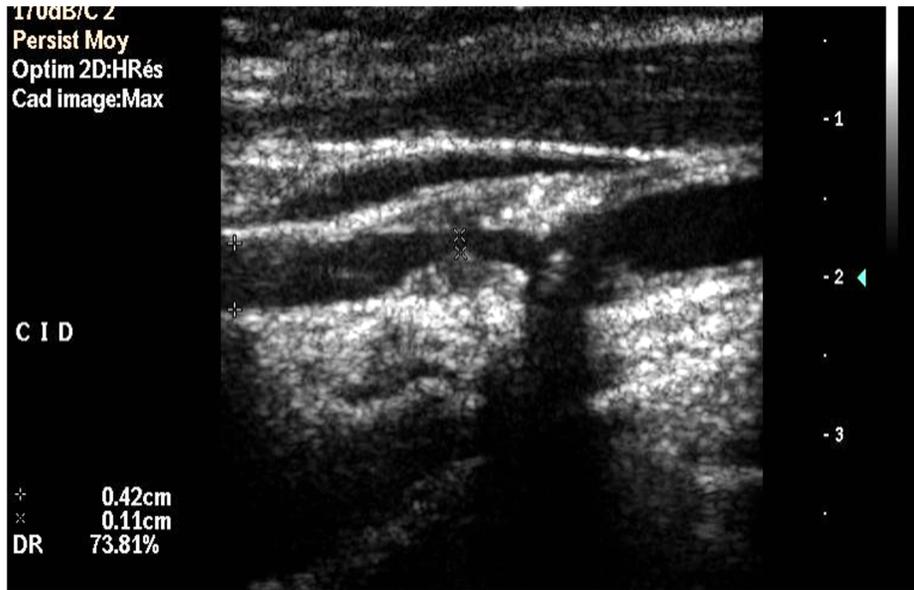
Échographie Doppler des Carotides

STÉNOSE %	VÉLOCIMÉTRIE (cm/sec)			MODE B
	PSV	EDV	Rapport PSV	Plaque (% NASCET)
Normal	< 125	< 40	< 2	Aucune
< 50	< 125	< 40	< 2	< 50
50 - 69	125-230	40 - 100	2-4	≥ 50
≥ 70	> 230	> 100	> 4	≥ 50
Pré occlusion	Elevé, faible, indélectable	Variable	Variable	Visible
Occlusion	Indélectable	Non applicable	Non applicable	Visible - Pas de lumière détectable

Critères vélocimétriques

*Society of Radiologists in Ultrasound Conference
Grant. Radiology 2003 ; 229 : 340-346*

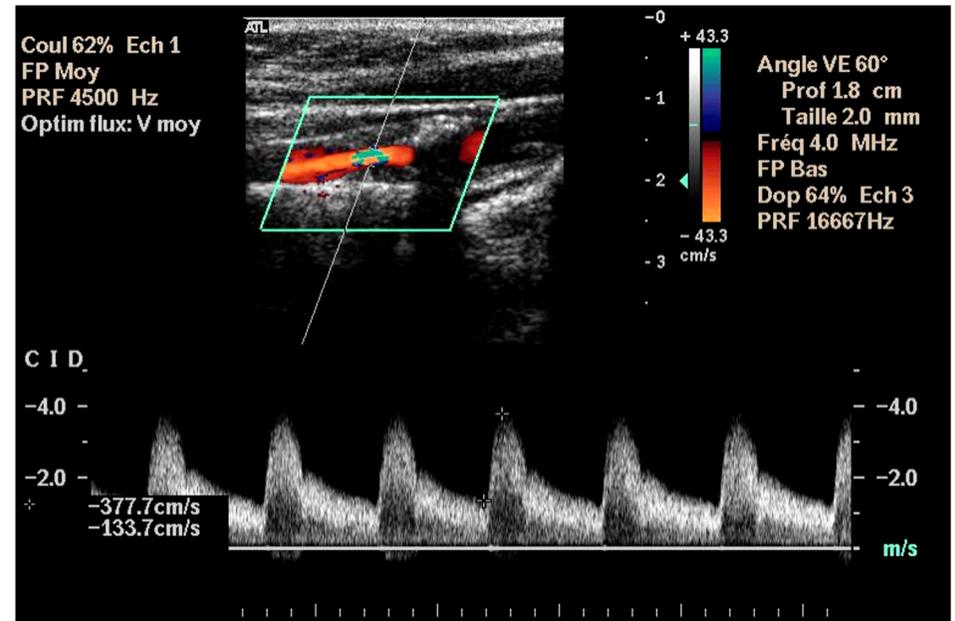
Échographie Doppler des Carotides



Cas N° 1 :

PSV : 377 cm / sec
EDV : 133 cm / sec
Rapport PSV CI / CP = 5,3

Sténose > 70 % en diamètre
NASCET



Degré de Sténose CI : Reproductibilité

« Fausse variabilité » = absence de standardisation des pratiques :

- expression du degré de sténose (*NASCET, ECST, Surface ...*)
- critères de vitesse utilisées

Véritables sources de variabilité :

- Carotide : diamètre, profondeur, tortuosité, calcifications
- Équipement : caractéristiques techniques du matériel
- Exploration : **expérience**, protocoles d'examen

Efficacité Diagnostique

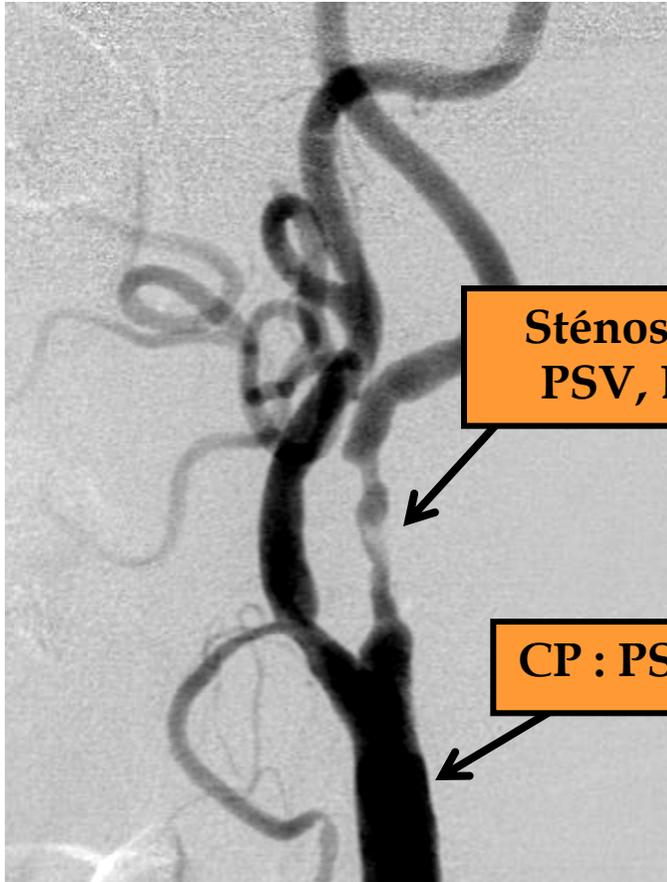
	Revue	Sténose $\geq 70\%$	Occlusion
Nederkoorn	64 études	Se 86 Sp 87	Se 96 Sp 100
Long	8 études	Se ≥ 85 Sp ≥ 85	Se ≥ 80 Sp ≥ 90

Référence : Angiographie

Nederkoorn : Stroke 2003 ; 34 : 1324-1332

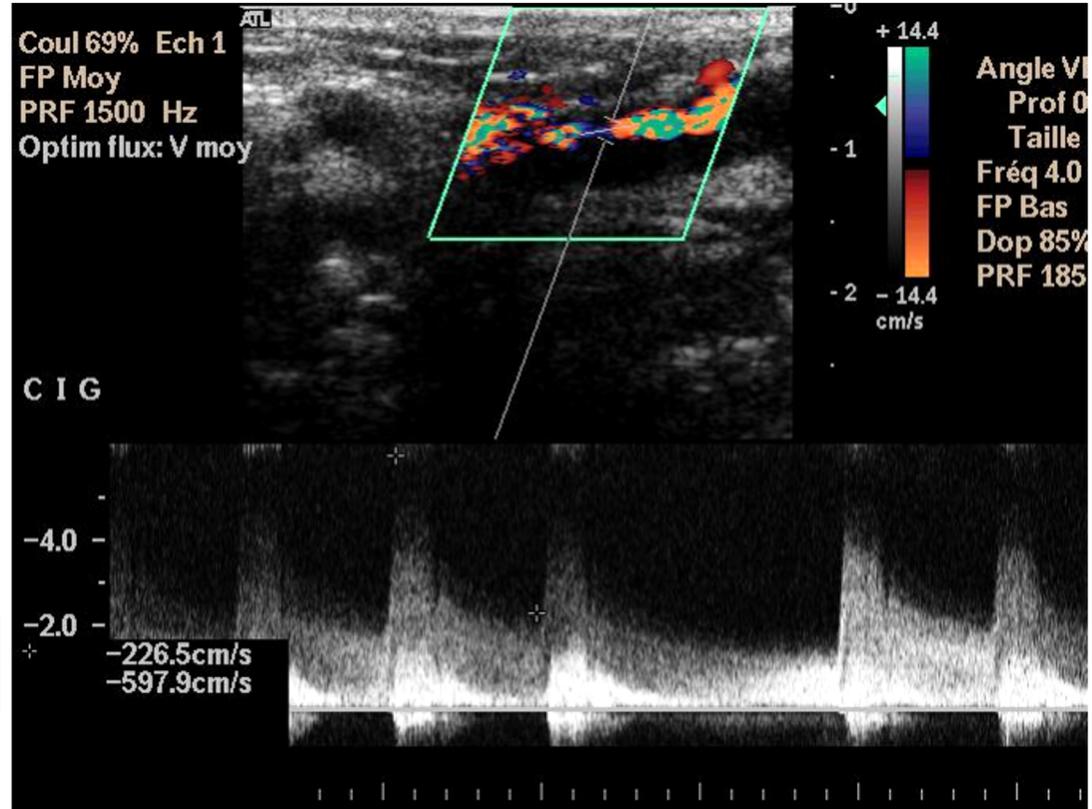
Long : Eur J Vasc Endovasc Surg 2002 ; 24 : 43-52

Degré de Sténose = Planimétrie + Vélodimétrie



Sténose CI :
PSV, EDV

CP : PSV, EDV



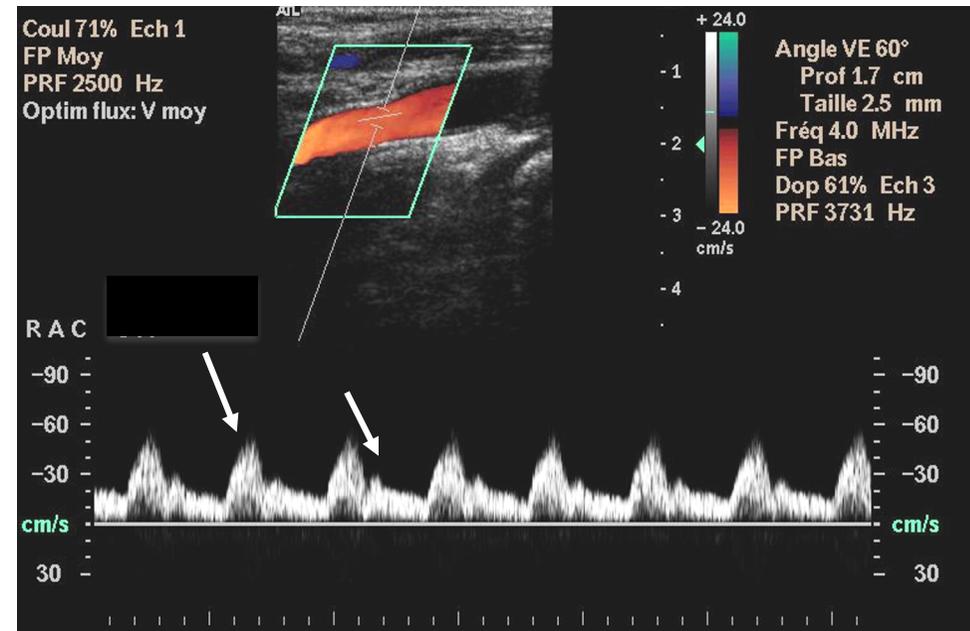
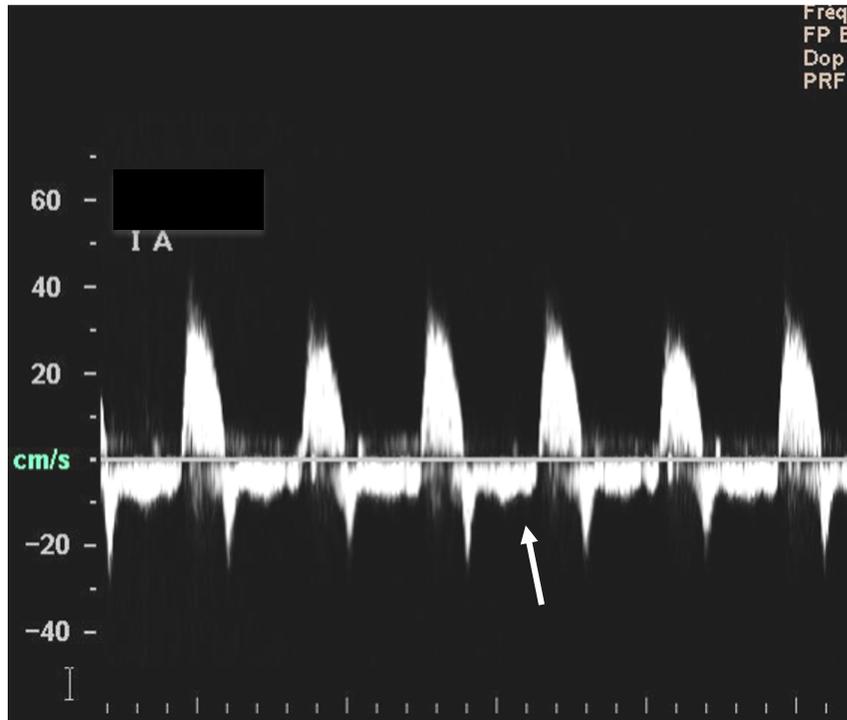
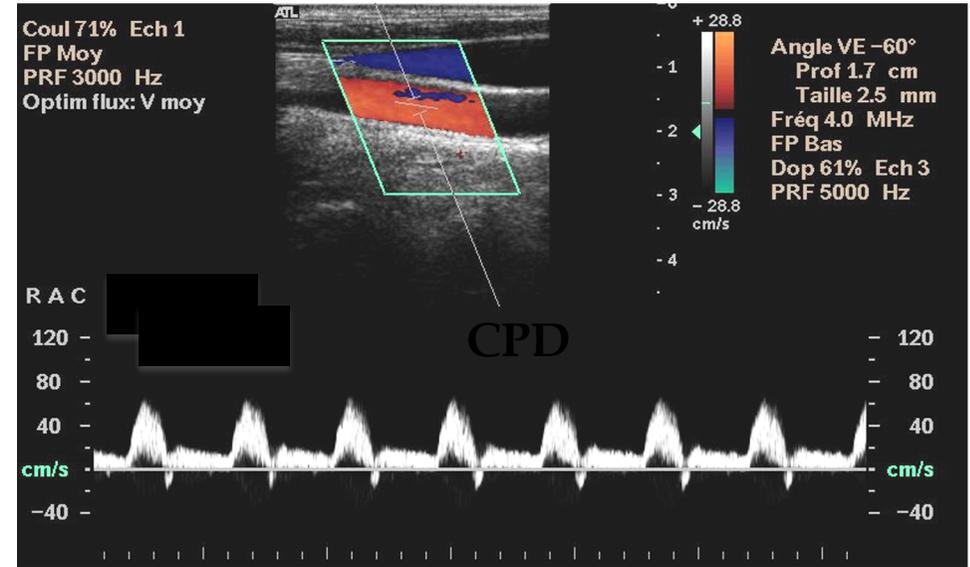
Sténose CI : Pièges

- Valvulopathies : RAo, IAo
- Troubles du rythme (FA) : quel complexe ?
- Vitesses circulatoires élevées :
Hyperdébit (hyperthyroïdie, anémie)
- Sténoses CI serrées bilatérales
ou sténose serrée et occlusion controlatérale

Échographie Doppler des Carotides

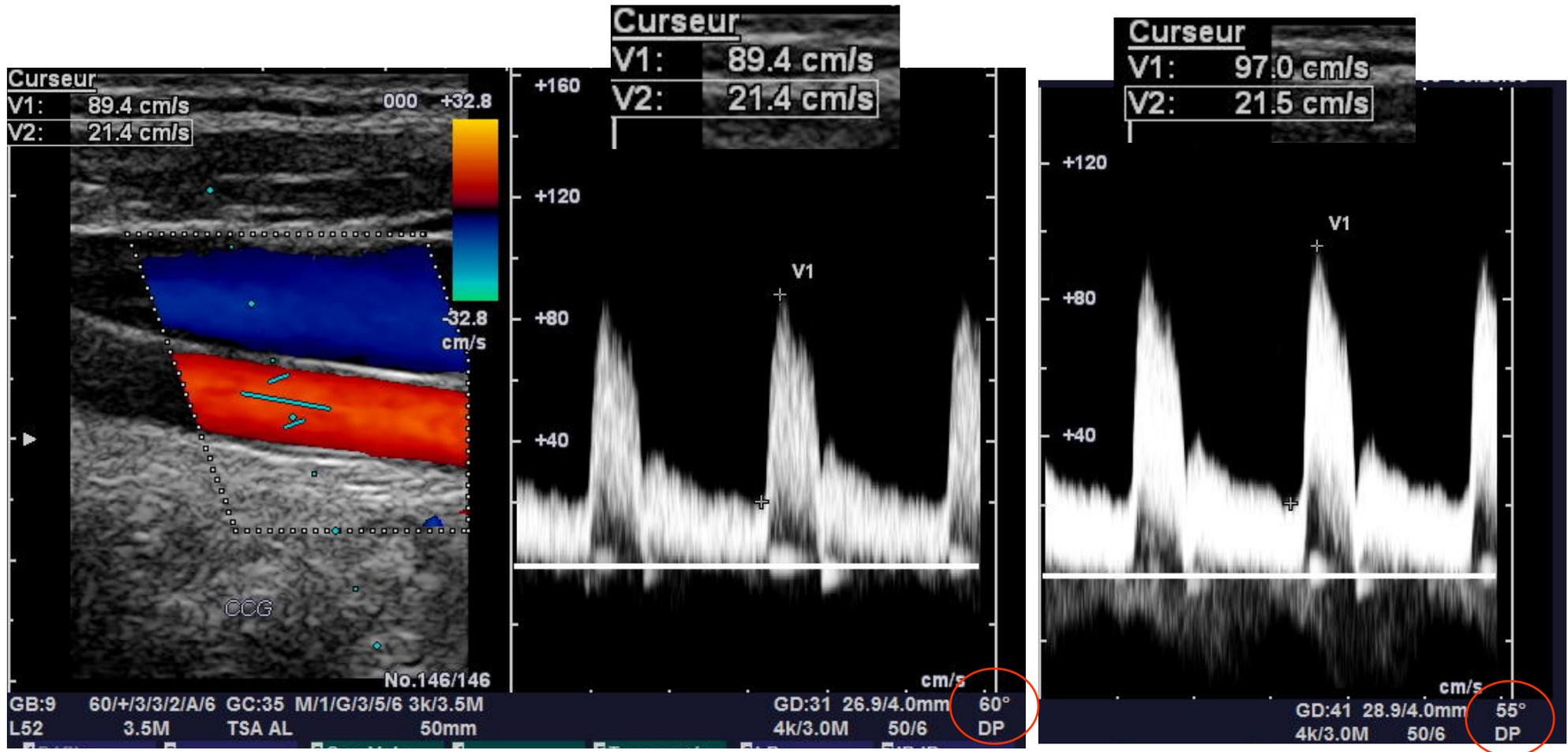
Sténose CI Piège

Valvulopathies : RAo, IAo

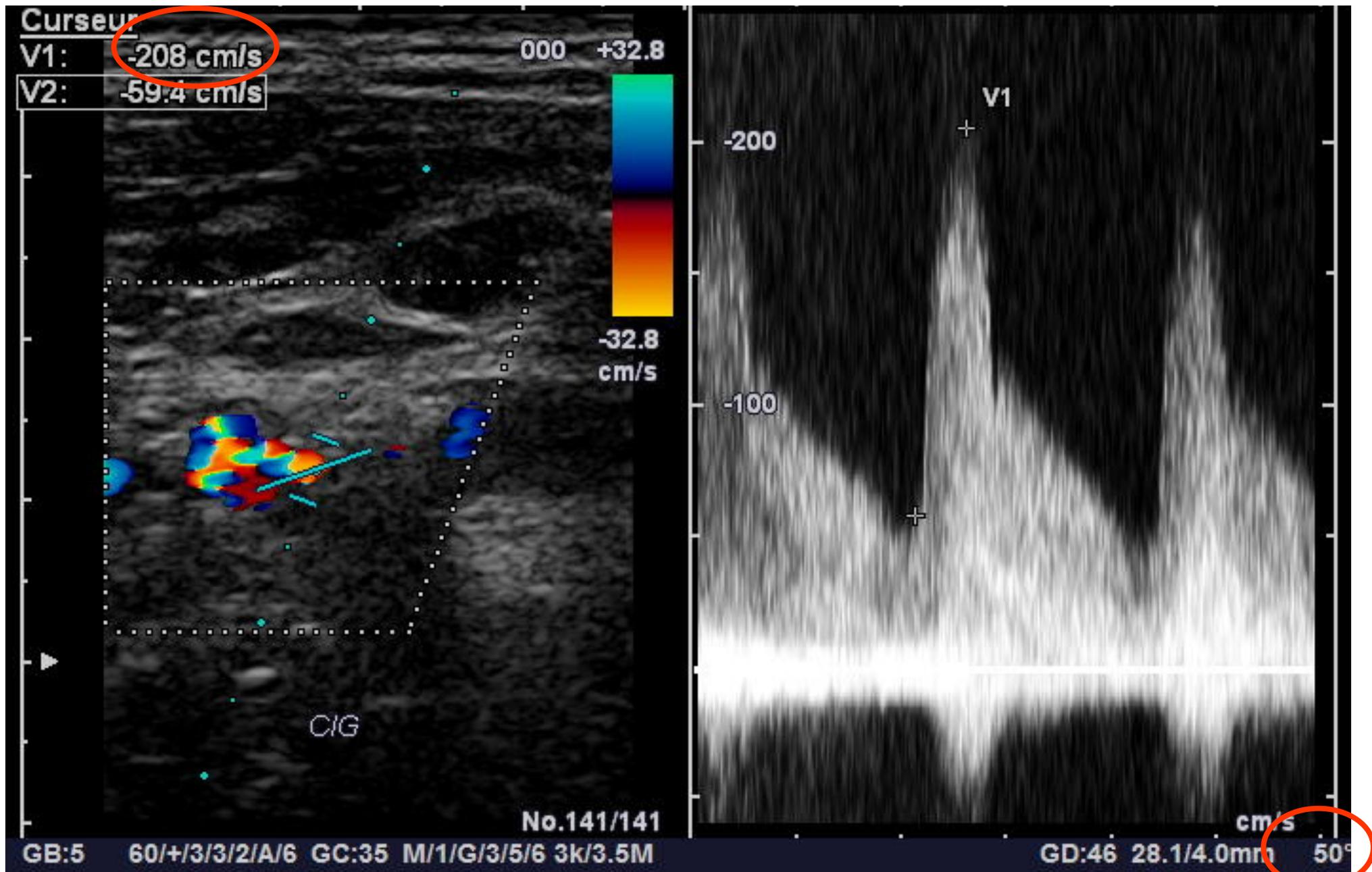


Sténose CI : Pièges

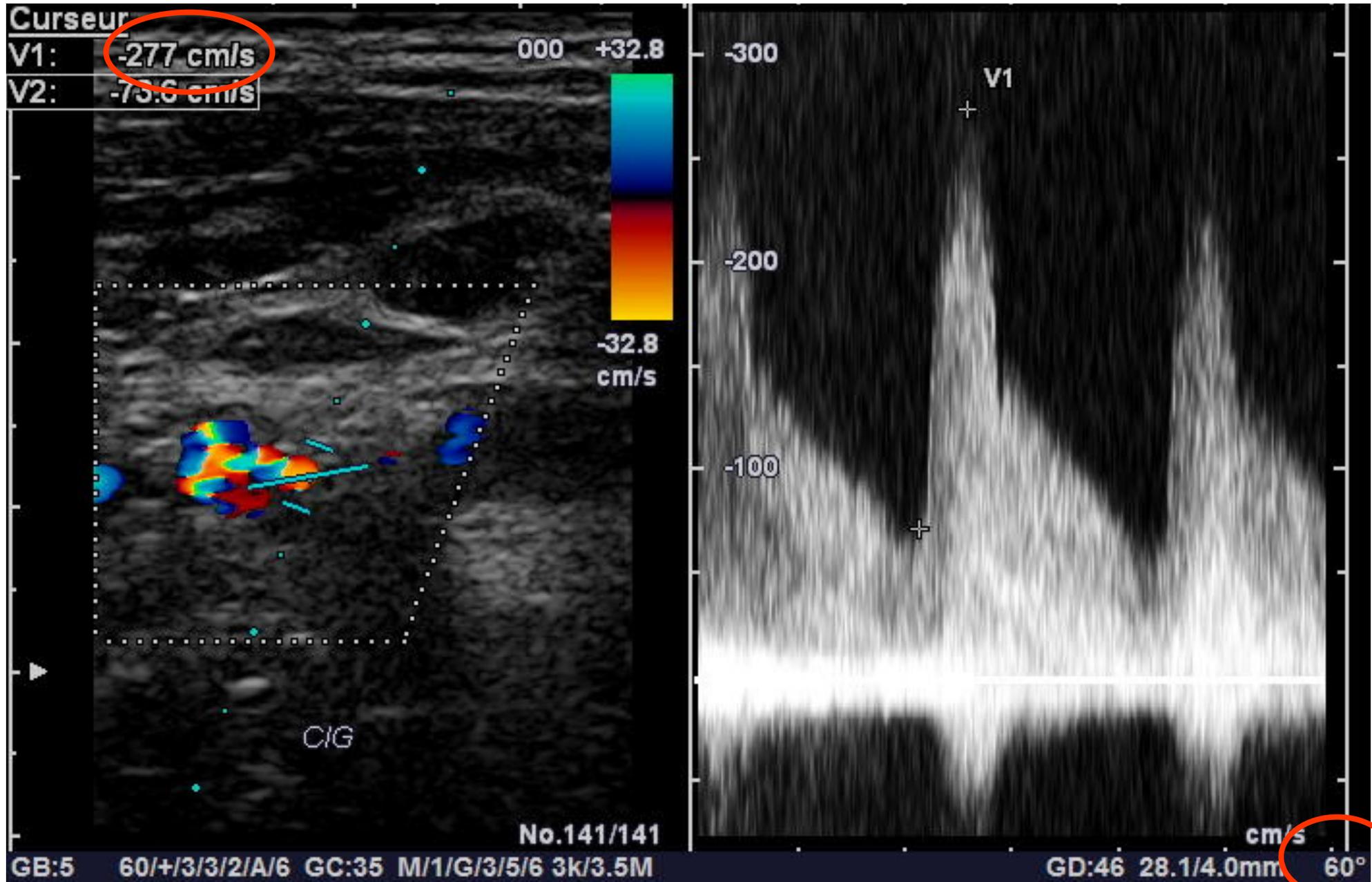
Piège : Angle de tir +++



Échographie Doppler des Carotides

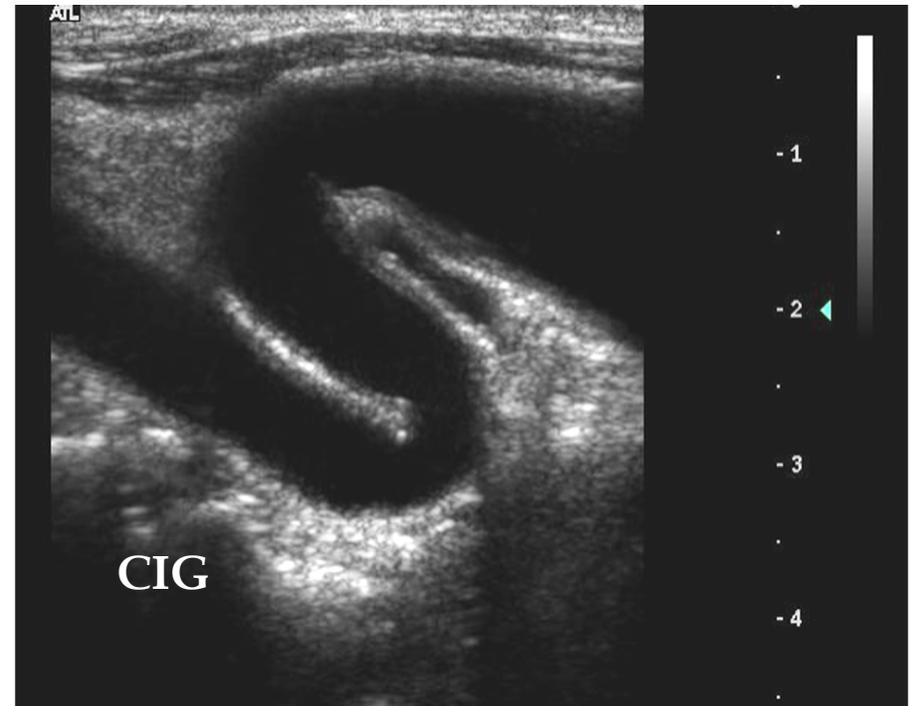
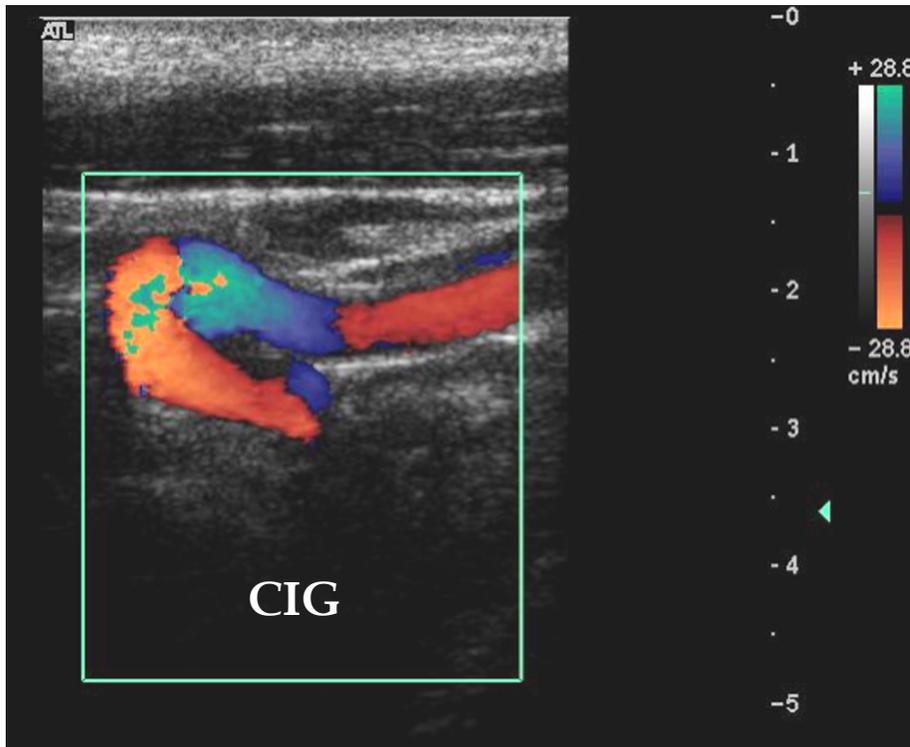


Échographie Doppler des Carotides



Sténose CI : Piège

- Piège : toutes les accélérations ne correspondent pas à un rétrécissement



Caractérisation de la plaque

Caractérisation visuelle

Classification du Consensus de Paris 1996

Échogénicité : hypo (sg), iso (muscle), hyper (os)

Structure : homogène, hétérogène

Surface : régulière, irrégulière, ulcérée (> 2 mm)

Risque neurologique inhérent à l'écho-structure ?

Hypoéchogène = récent , hétérogène : progression

Caractérisation de la plaque

Caractérisation visuelle

Plaques (Geroulakos) :

Type 1 : anéchogène (< 15 % écho)

Type 2 : prédominance anéchogène (15 - 50 % d' écho)

Type 3 : prédominance échogène (50 - 85 % d' écho)

Type 4 : échogène (> 85 % d' écho)

Type 5 : calcifiée

Hypoéchogène : type 1 et 2

Hétérogène : type 2 et 3

Échogène : type 3 et 4

Homogène : 1 et 4

Avantage : faisabilité

Inconvénient : reproductibilité « variable »

Caractérisation de la plaque

Analyse normalisée

Logiciels de traitement de l'image

- sang (noir) = niveau 0
- adventice (blanc) = niveau 190

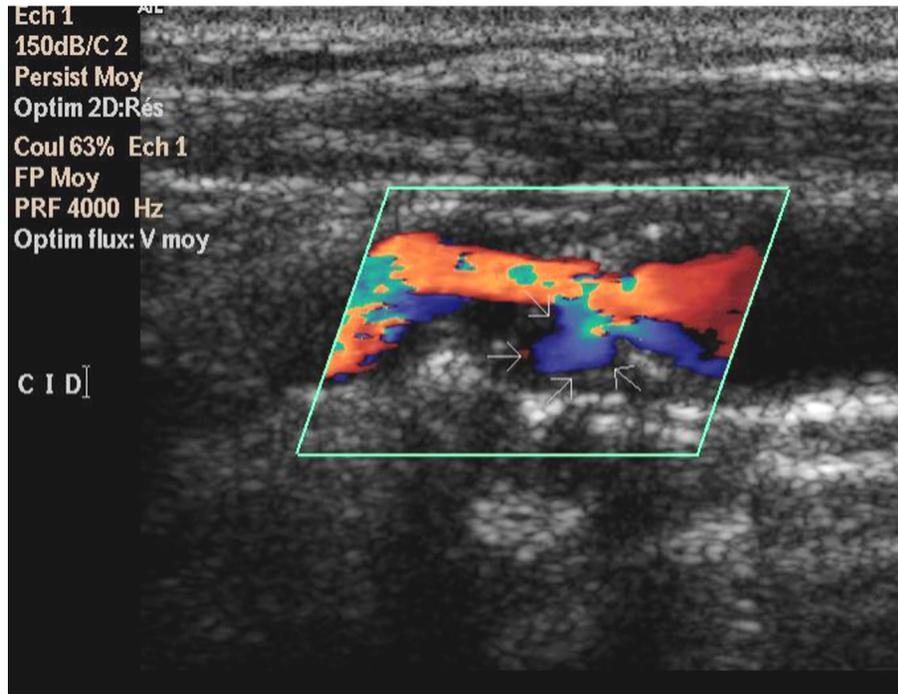
Analyse en niveau de gris de l' image (Grey Scale Median, GSM)

Standardisation des échelles de gris de l' image

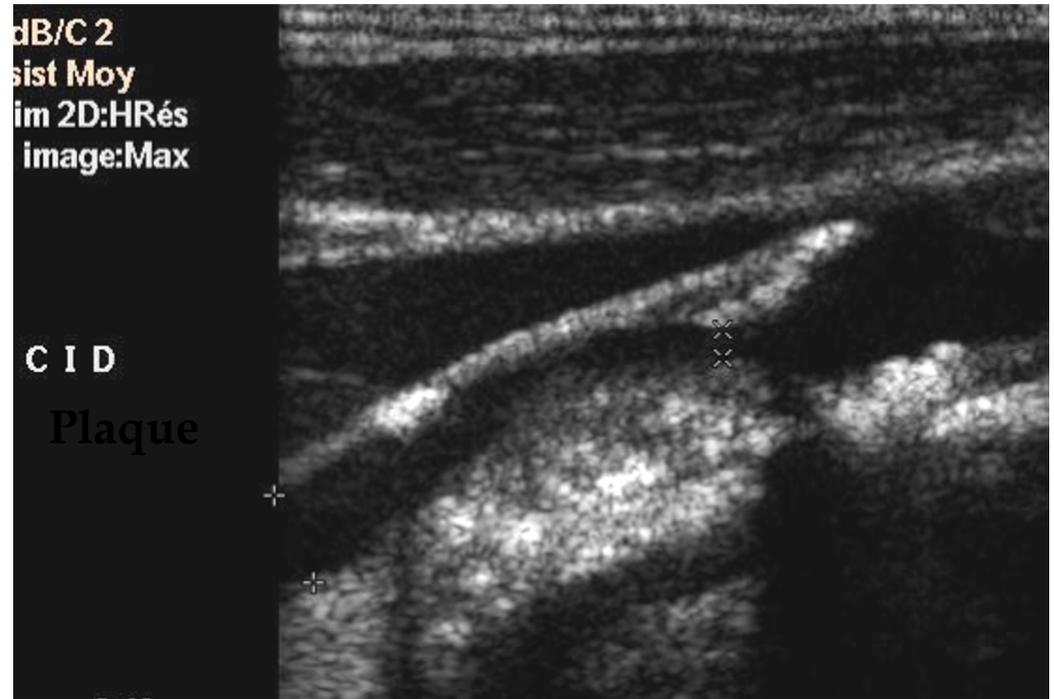
Pré-réglages précis

Technique « confidentielle »

Caractérisation de la plaque



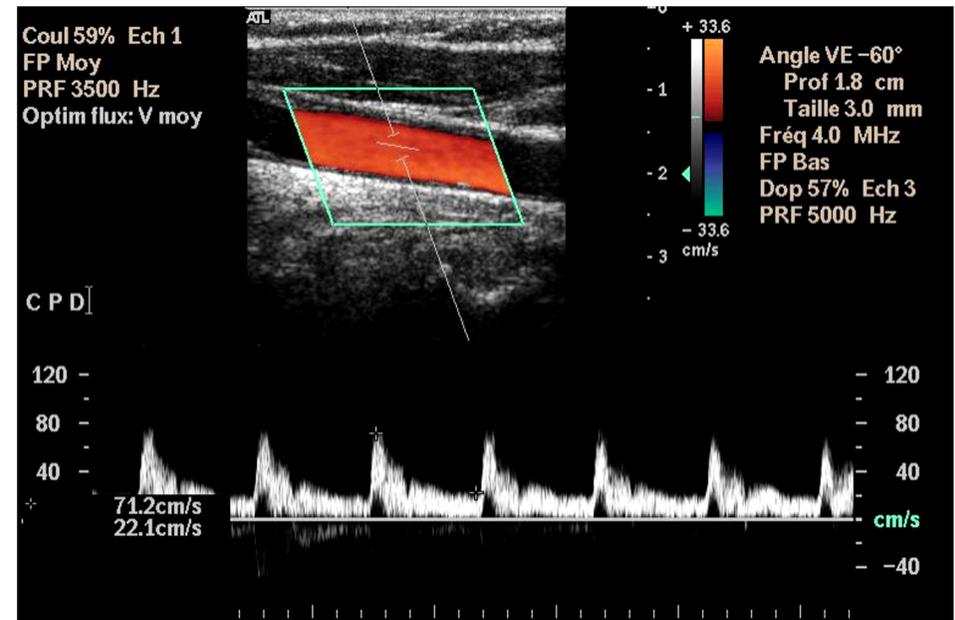
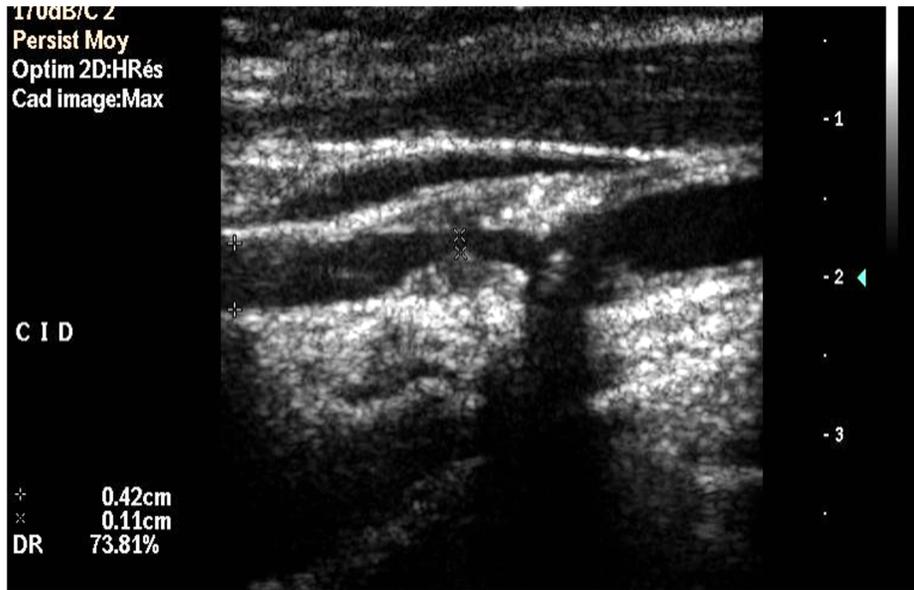
Ulcération



Bourgeon calcifié



Échographie Doppler des Carotides

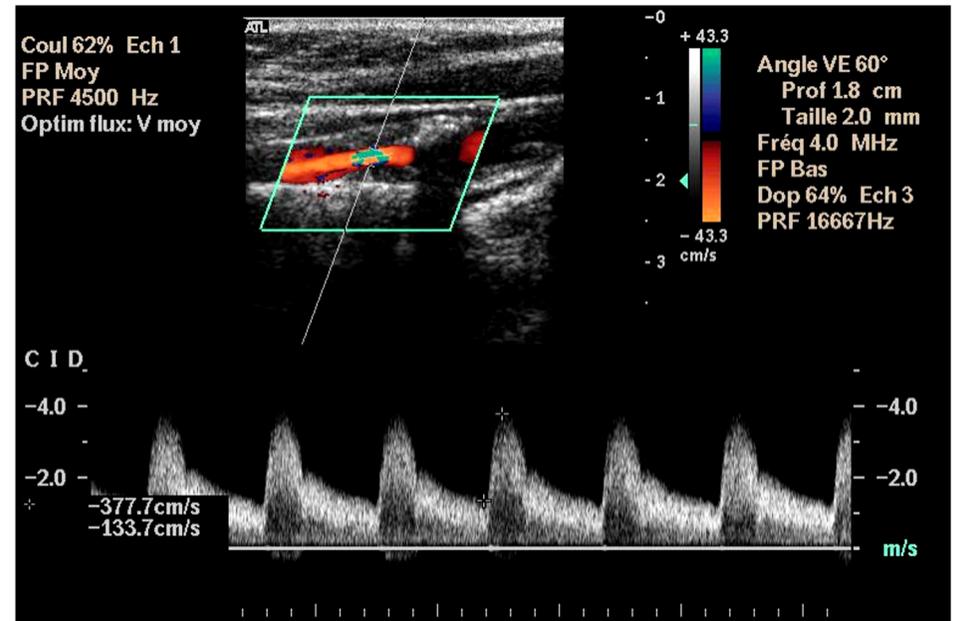


Cas N° 1 :

PSV : 377 cm / sec
EDV : 133 cm / sec
Rapport PSV CI / CP = 5,3

Plaque échogène modérément calcifiée,
régulière, hétérogène

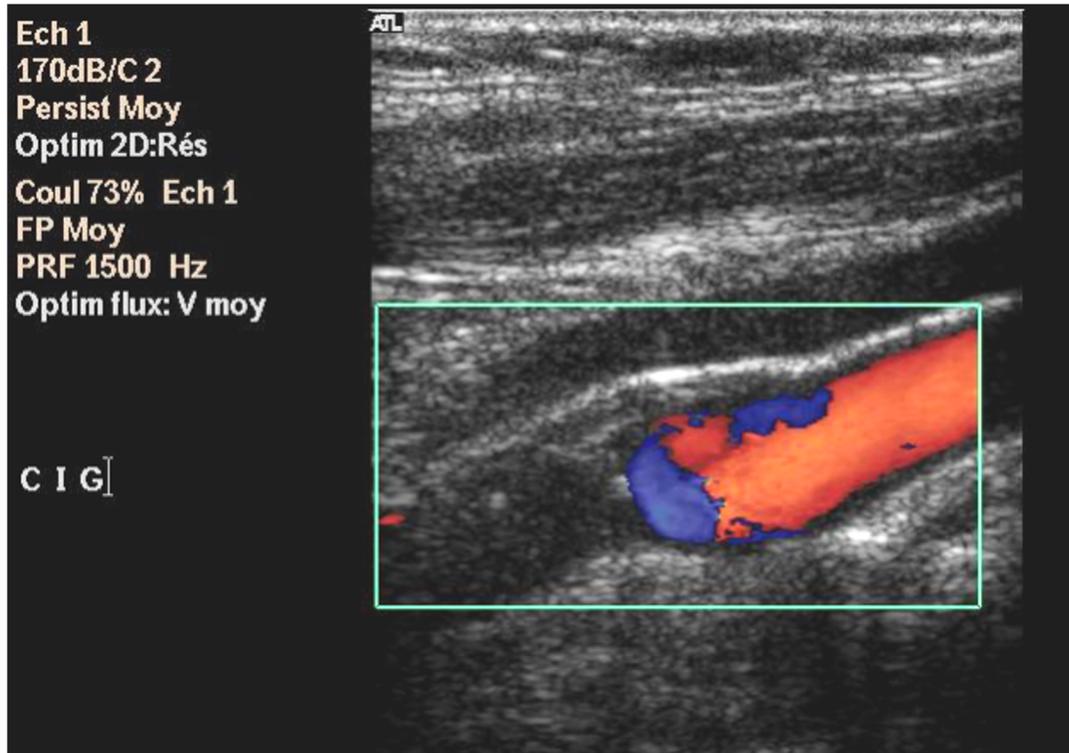
**Sténose > 70 % en diamètre
NASCET**



Sténose CI : Piège

- Pièges : les sténoses ne sont pas toutes de nature athéromateuse
- Rare : dissection, pathologie inflammatoire
- Attention !!! : ED \neq anatomopathologie

Échographie Doppler des Carotides



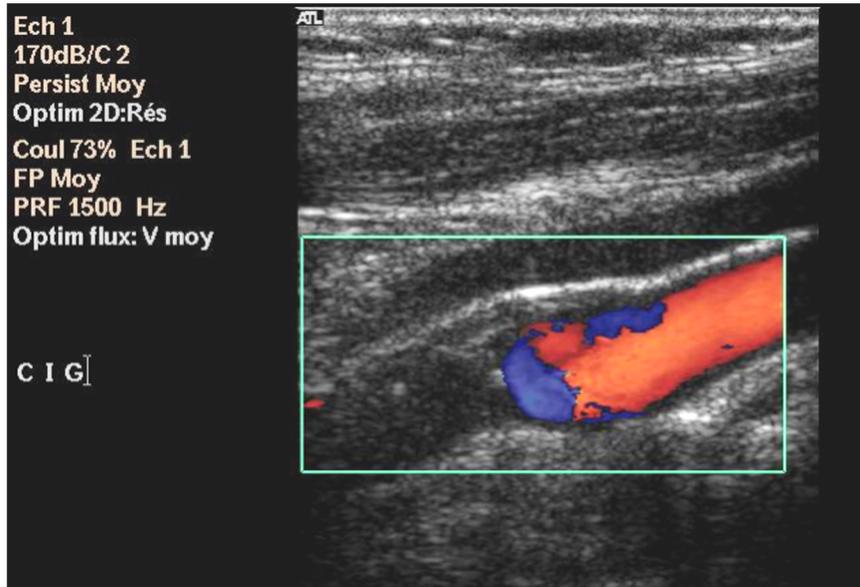
Occlusion CI proximale ?

Obstacle sous jacent ?

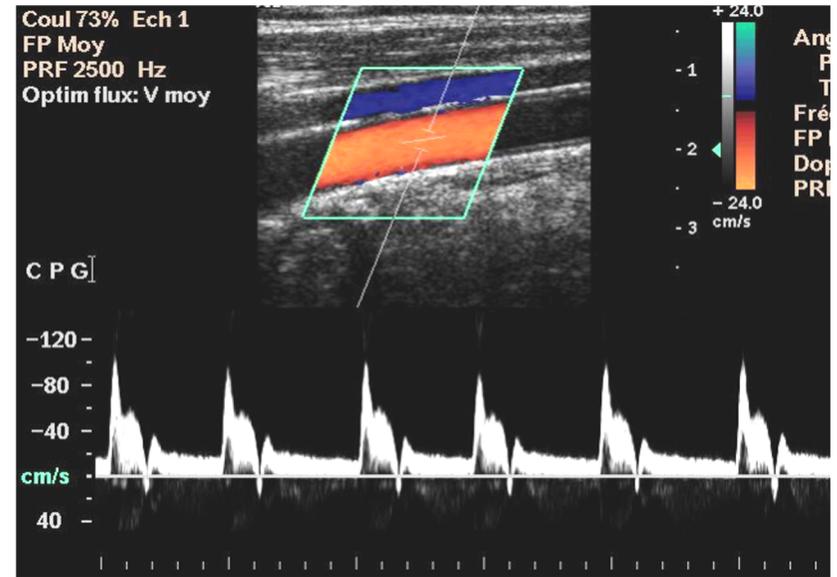
Sténose très serrée ?

Cas N° 2 :

Échographie Doppler des Carotides

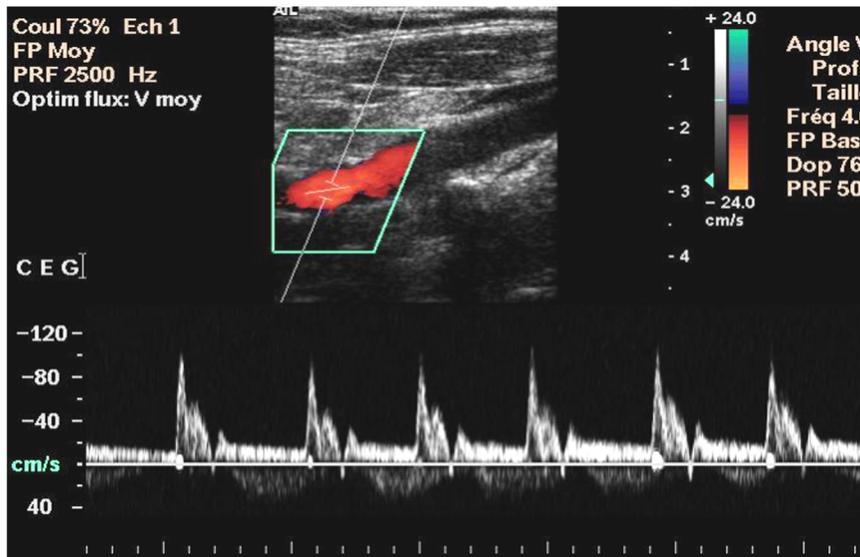


CIG

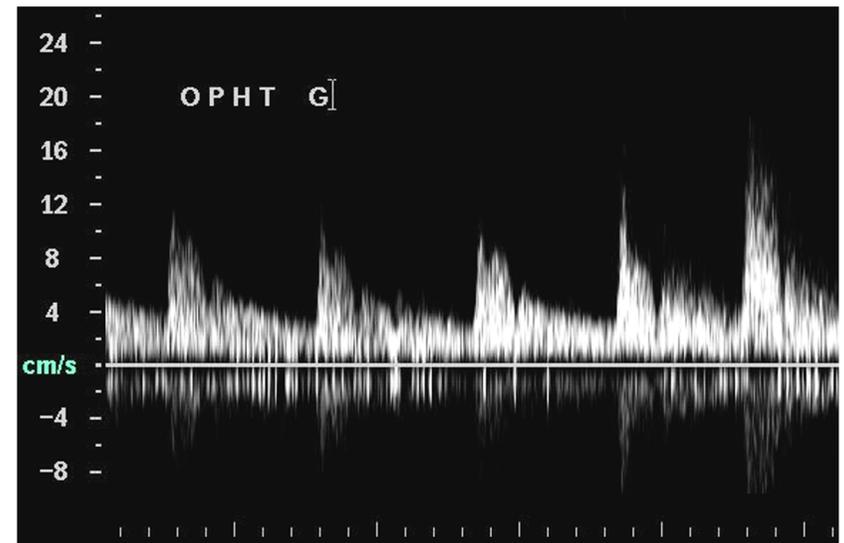


Occlusion CIG

CPG



Flux CEG « Anormal »



A. Ophtalmique inversée

Occlusion de la CI

- Au niveau de l'occlusion

Pas de signal

Déplacement longitudinal en mode B

Matériel endoluminal

Moignon : présence de thrombus ?

- Signes d'amont et d'aval :
Fonction de la collatéralité

Signes d'amont \pm nets

« Internalisation » de la CE

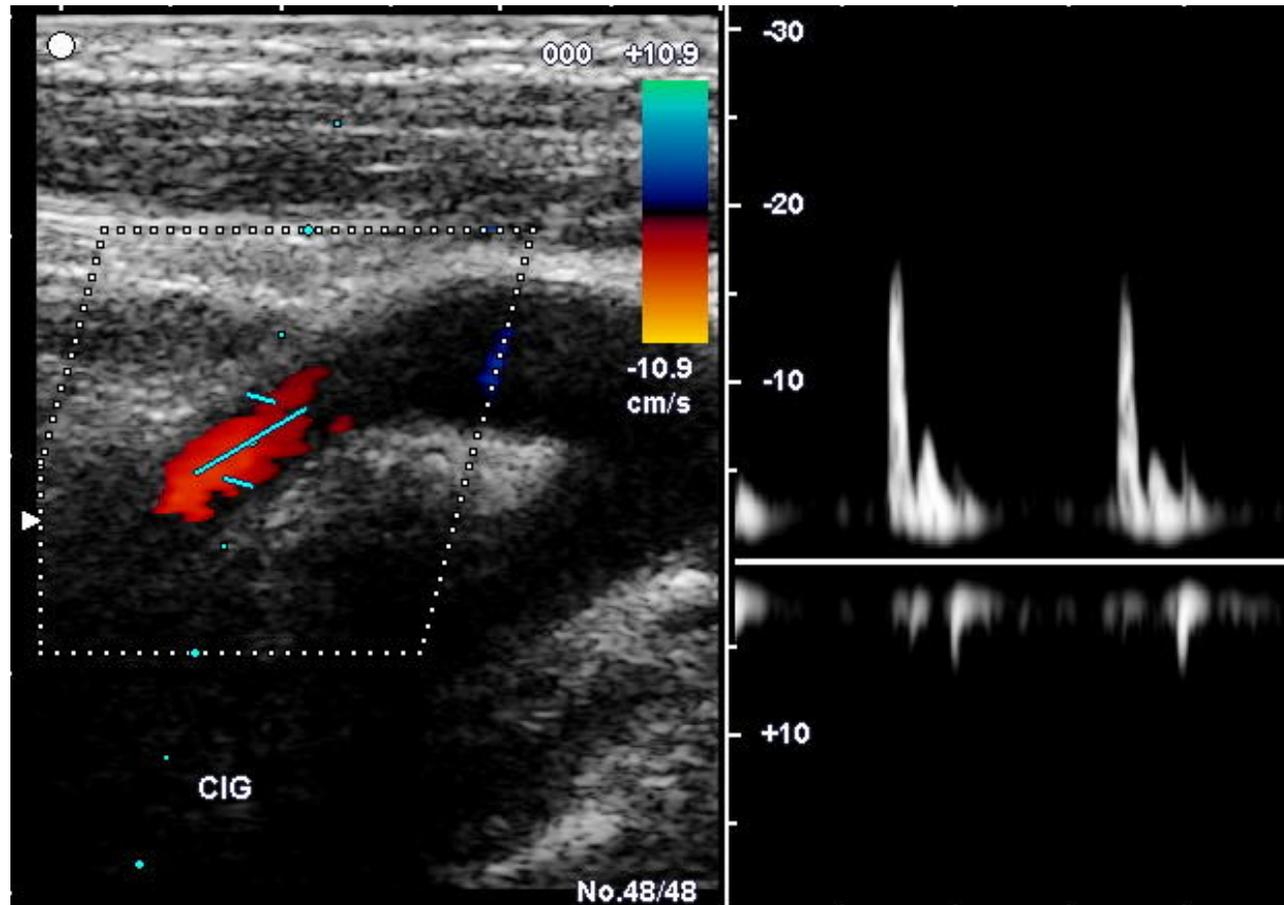
Ophthalmique : inversée (78%) , antérograde (17,8%), nulle (4,2%)

Augmentation du débit dans les autres territoires

Sténose ou Occlusion de la CI

- Sténose TRÈS serrée (pré-occlusive) :
 - pertuis résiduel de petite taille
 - > flux très faible
 - flux d'aval antérograde +++
 - couleur, mode énergie +++
 - distinction avec l'occlusion totale

Échographie Doppler des Carotides



Cas N° 3 :

- Flux résistif = obstacle en aval
 - Embol de la CI distale ?
 - Thrombose Carotide intra-cranienne ?
 - Dissection au niveau du siphon ?

Indication Angioscanner +++

Sténose intracrânienne

- Elévation LOCALISÉE du PVS
± turbulences
± amortissement et démodulation en aval
- Piège :
hyperdébit compensatoire secondaire à une
sténose ou occlusion extra-cranienne

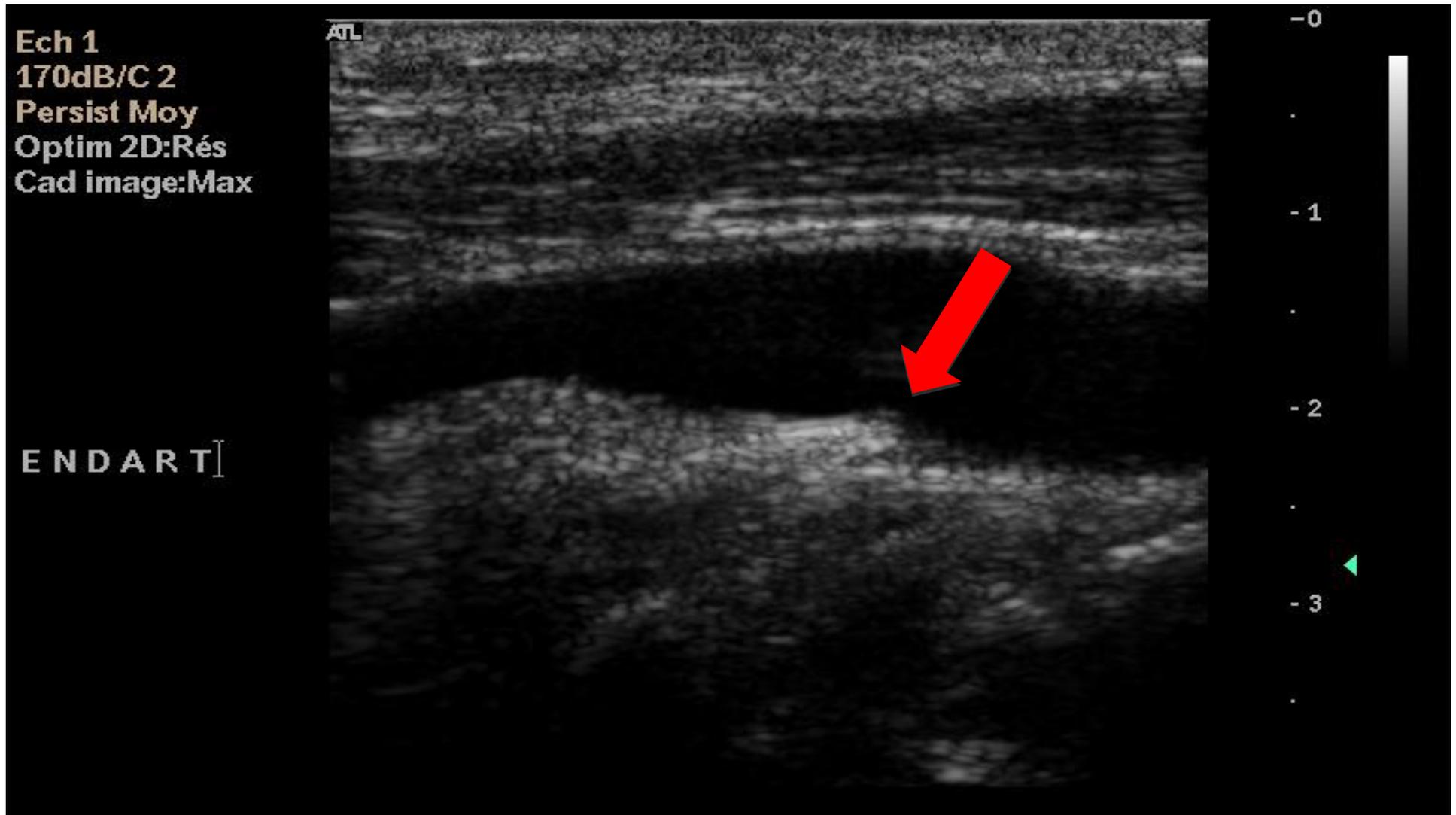
Intérêt Surveillance Post-Opératoire

Dépister une resténose

Dépister une sténose carotidienne
controlatérale

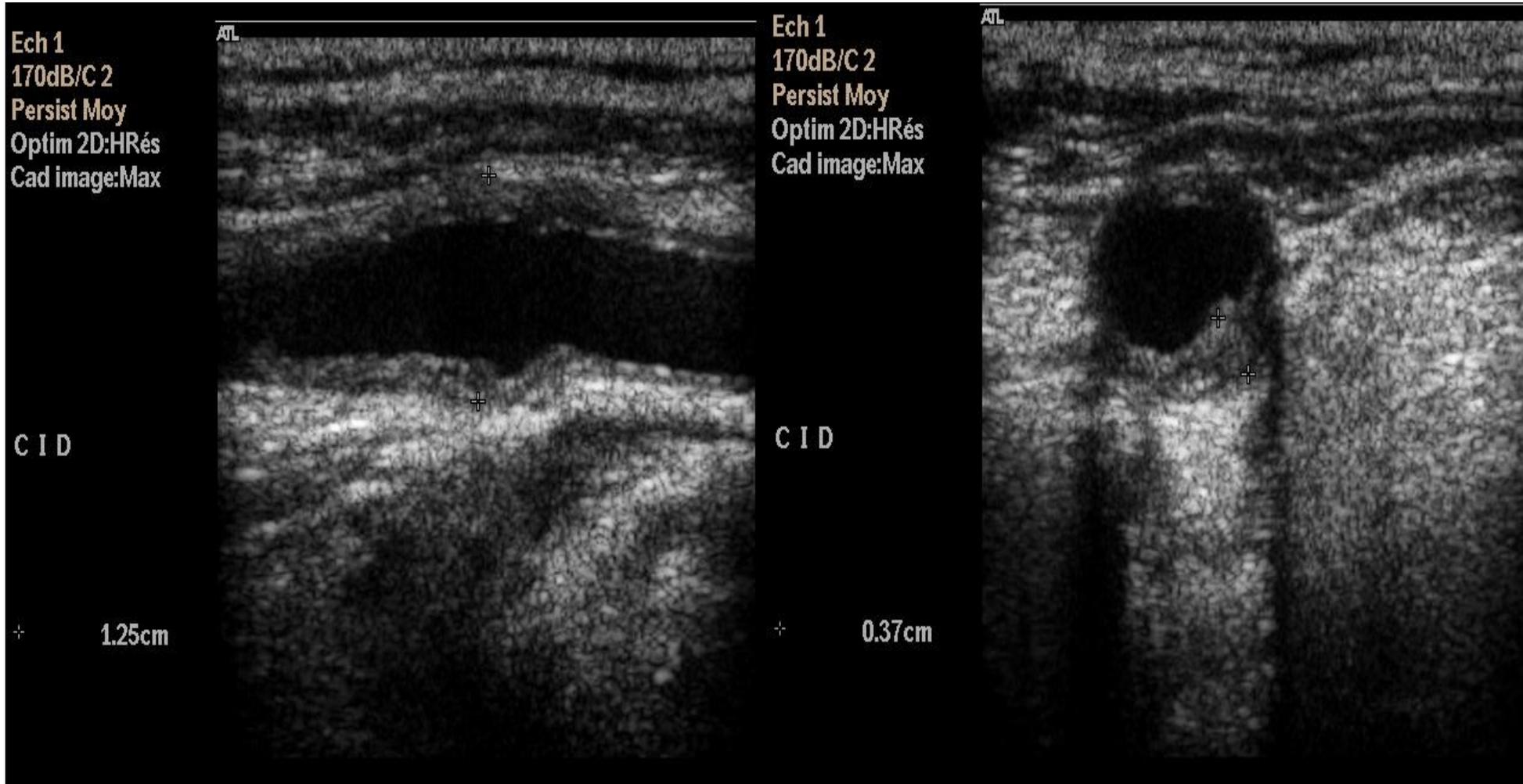
Éviter la survenue d'un accident neurologique
homolatéral

Aspects normaux en Post-Opératoire



Limite d'endarterectomie « en marche d'escalier »

Aspects normaux en Post-Opératoire



Surface pariétale \pm régulière
parfois tapissée d'une « couche thrombotique »

Complications Post Opératoires Précoces

Sténose résiduelle :

Spicule saillante échogène à la limite de la zone d'endartériectomie

Lambeau intimal :

Flotte dans la lumière

Image « en éperon »

Risque de dissection étendue et de thrombose

Thrombose précoce :

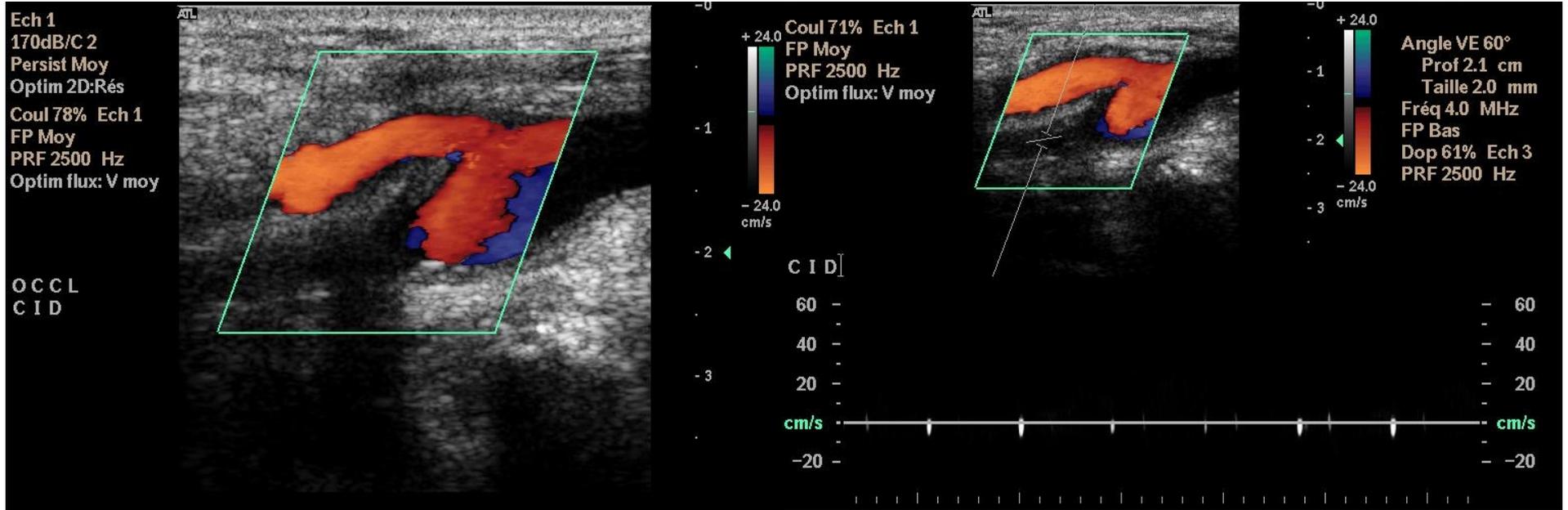
Signes indirects :

Flux de butée dans l' ACC,

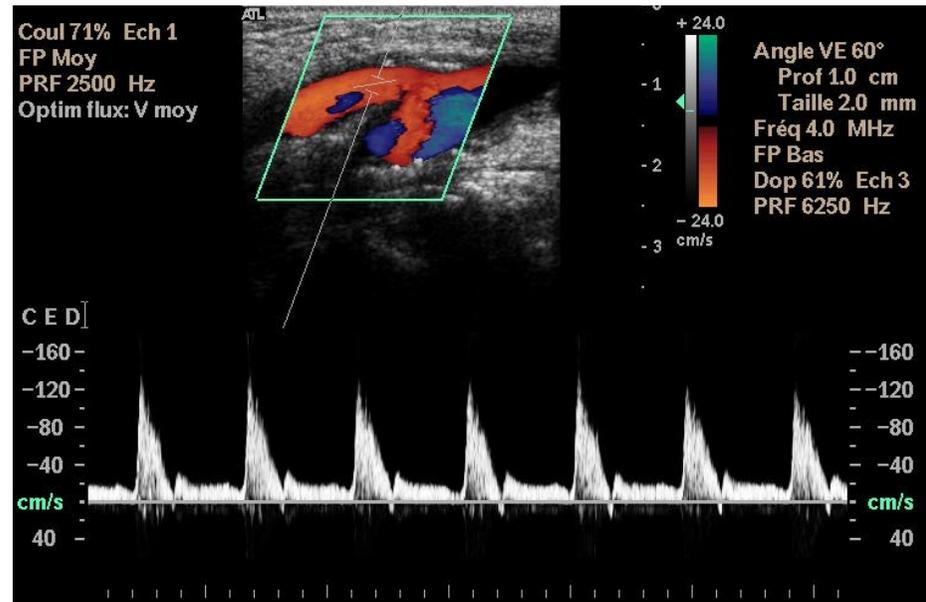
Hyperdébit des autres territoires

Inversion de l' artère ophtalmique homolatérale.

Échographie Doppler des Carotides



Thrombose CID



Hyperplasie Myo-intimale

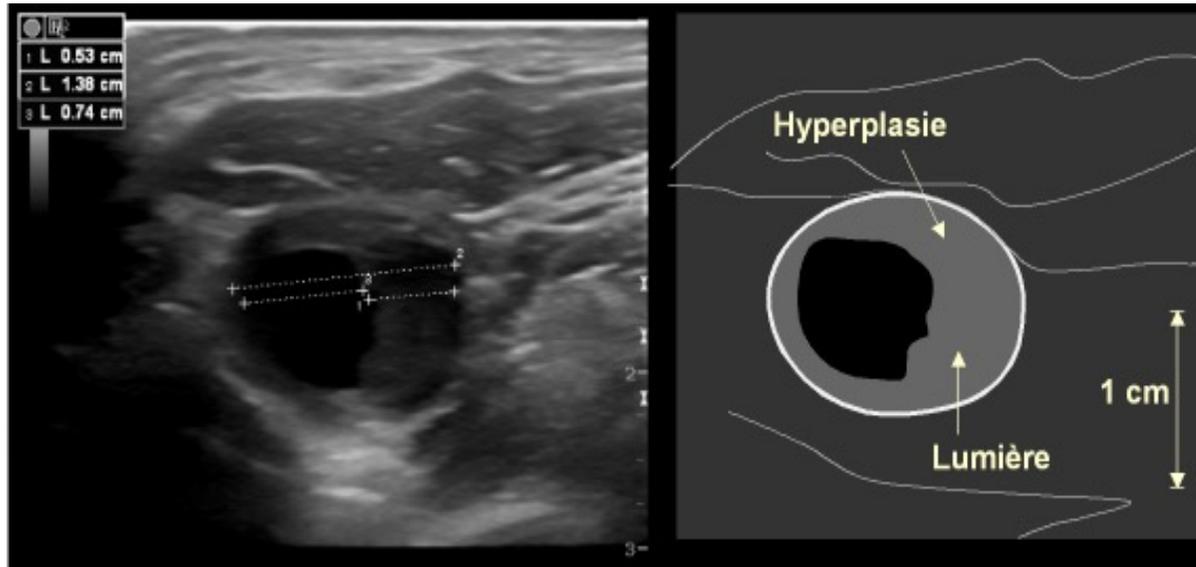
Cicatrisation hypertrophique dans l'intima

Prolifération et sécrétion des CML

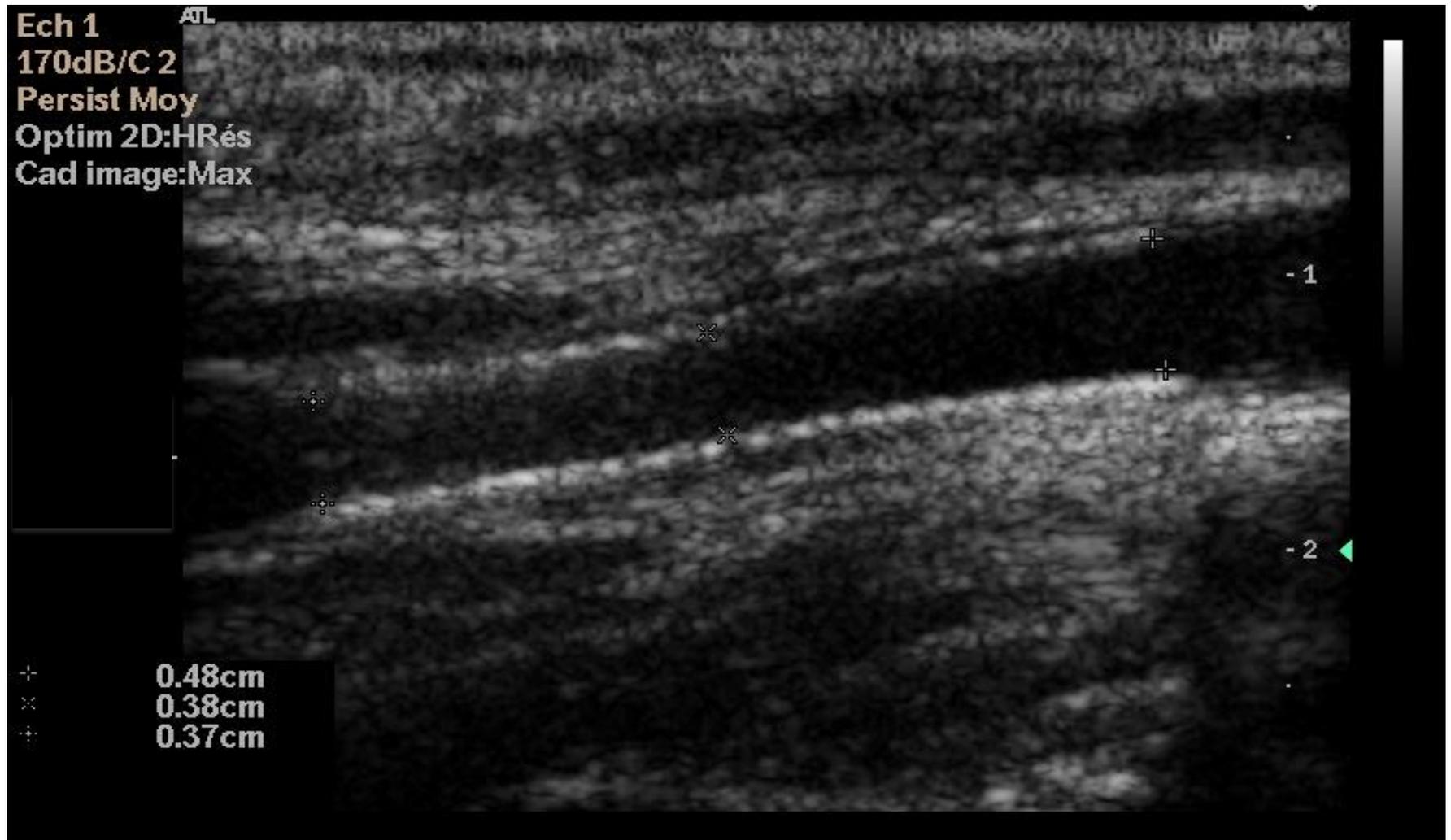
Lésion hypo ou **anéchoïque**

Longueur variable souvent étendue

Au niveau des zones d'endartériectomie
ou des anastomoses

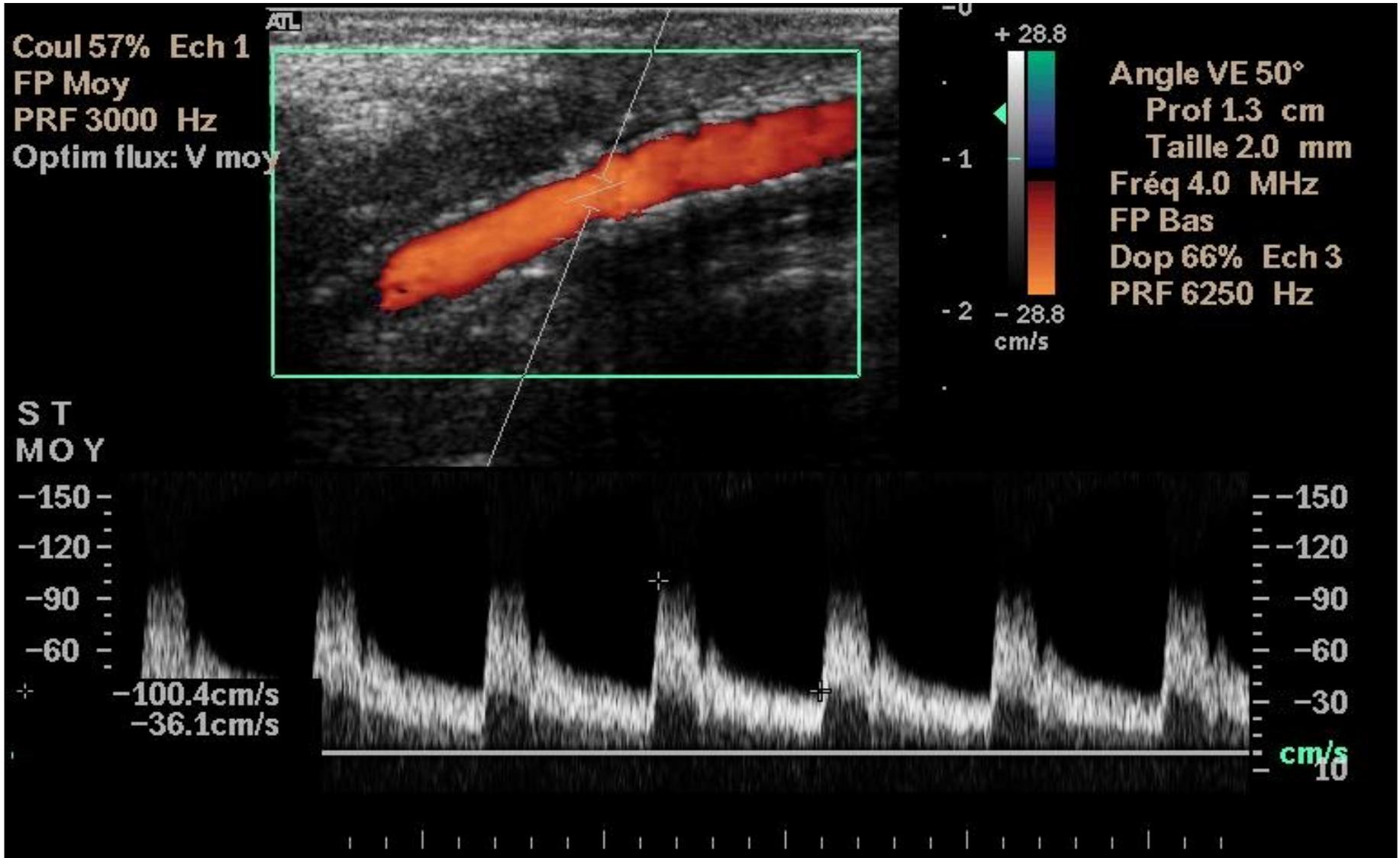


Échographie Doppler des Carotides



Cas N° 4 ?

ENDOPROTHÈSE CAROTIDIENNE



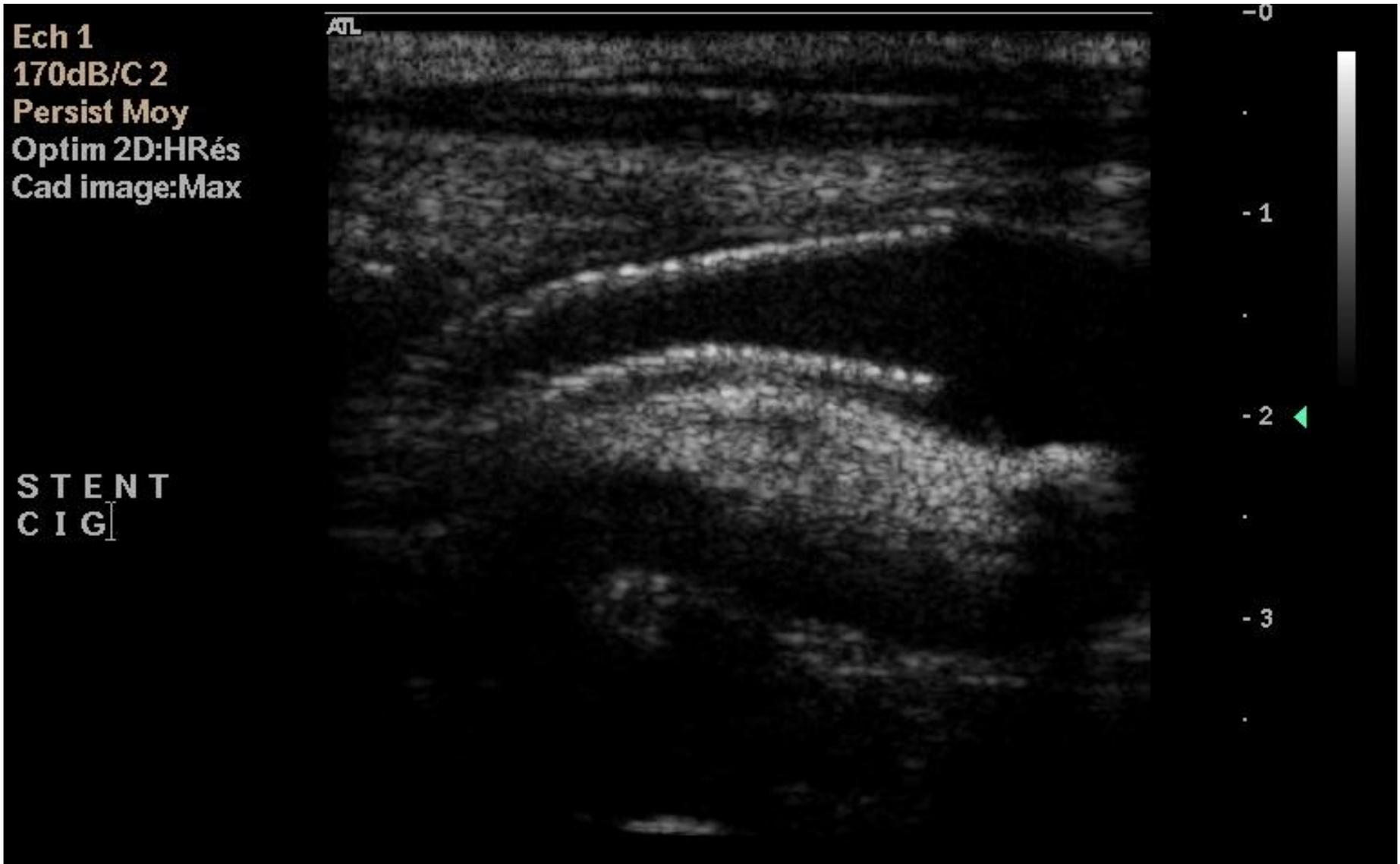
Critères de resténose « intra-stent »

Sténose (% NASCET)	<u>PSV</u> <u>cm/sec</u>	<u>EDV</u> <u>cm/sec</u>	<u>PSV</u> <u>CI/ CC</u>	Auteurs
≥ 80 %	≥ 325	≥ 119	≥ 4,53	<i>AbuRahma 2008</i>
≥ 70 %	≥ 300 ≥ 350	≥ 90	≥ 4 ≥ 4,75	<i>Zhou 2008 Stanziale 2005</i>
≥ 50 %	≥ 224 ≥ 225 ↑ 80 %	≥ 88	≥ 3,44 ET ≥ 2.5 ↑ 80 %	<i>AbuRahma 2008 Stanziale 2005 Ringer 2002</i>
≥ 30 %	≥ 154	≥ 42	≥ 1,53	<i>AbuRahma 2008</i>

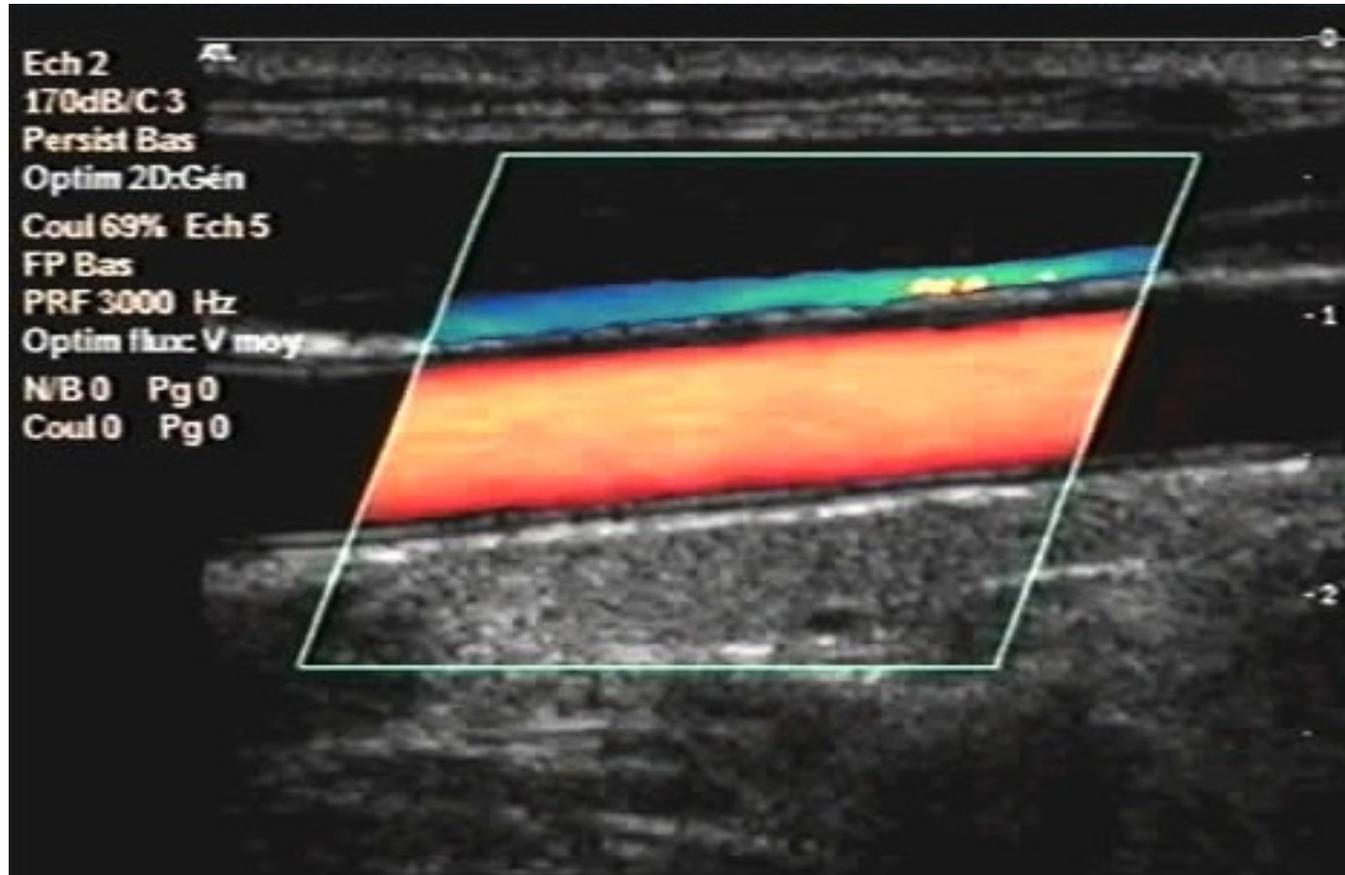
Resténose « intra-stent » :

critères de sténose sur artères natives + 25 %.

ENDOPROTHÈSE CAROTIDIENNE

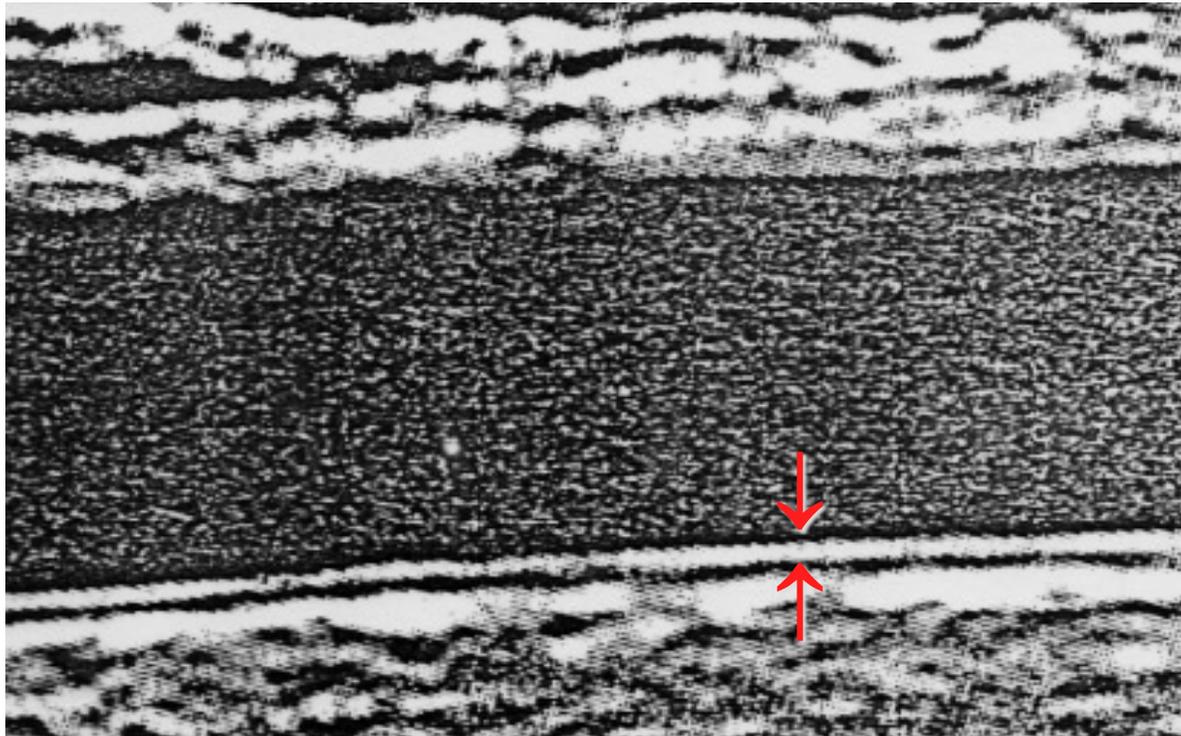


Évaluer le risque de manière plus précise ?



Carotide Commune Gauche

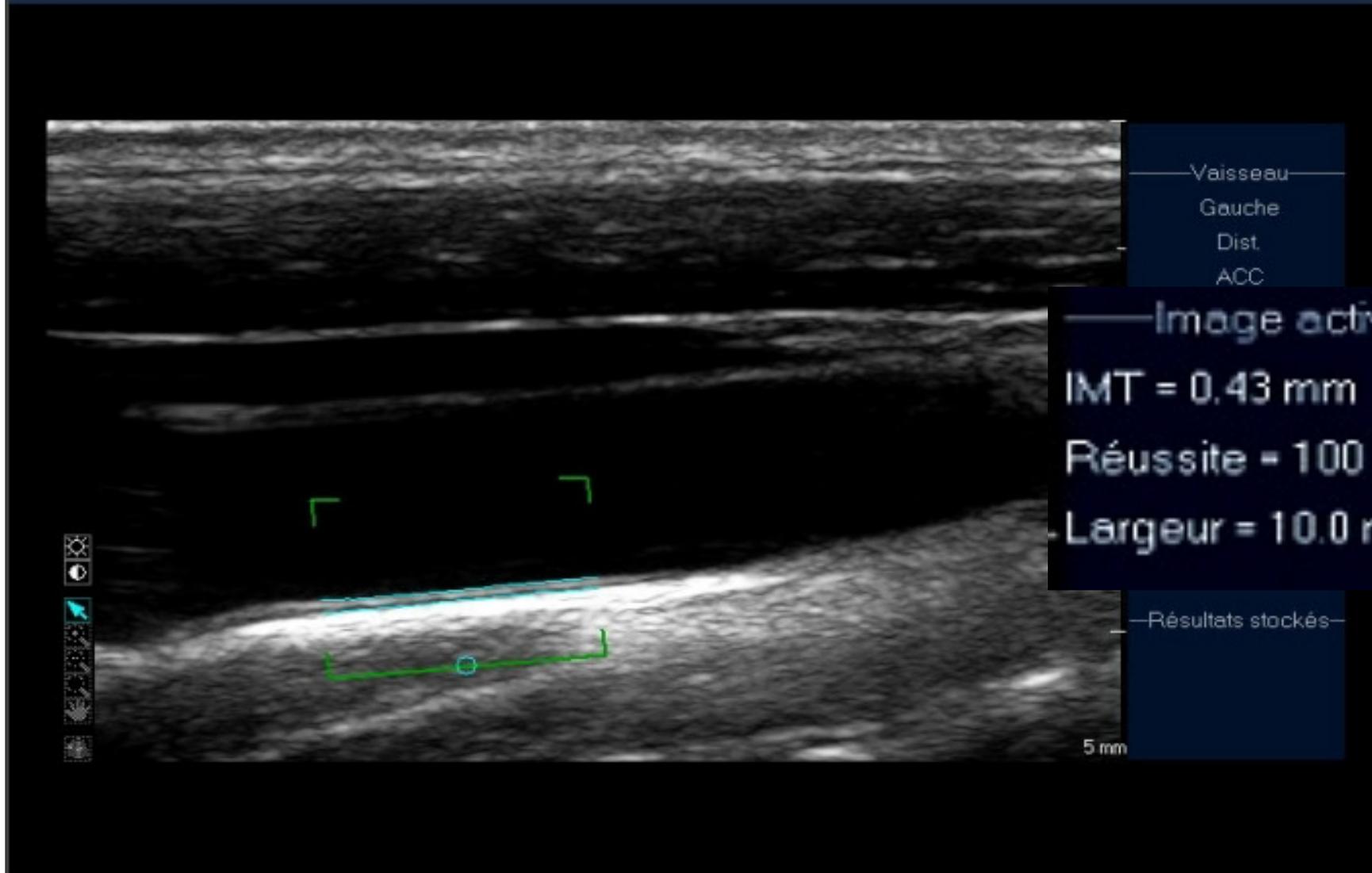
Évaluer le risque de manière plus précise ?



Marqueurs Infracliniques de l'Athérosclérose : EIM

Échographie Doppler des Carotides

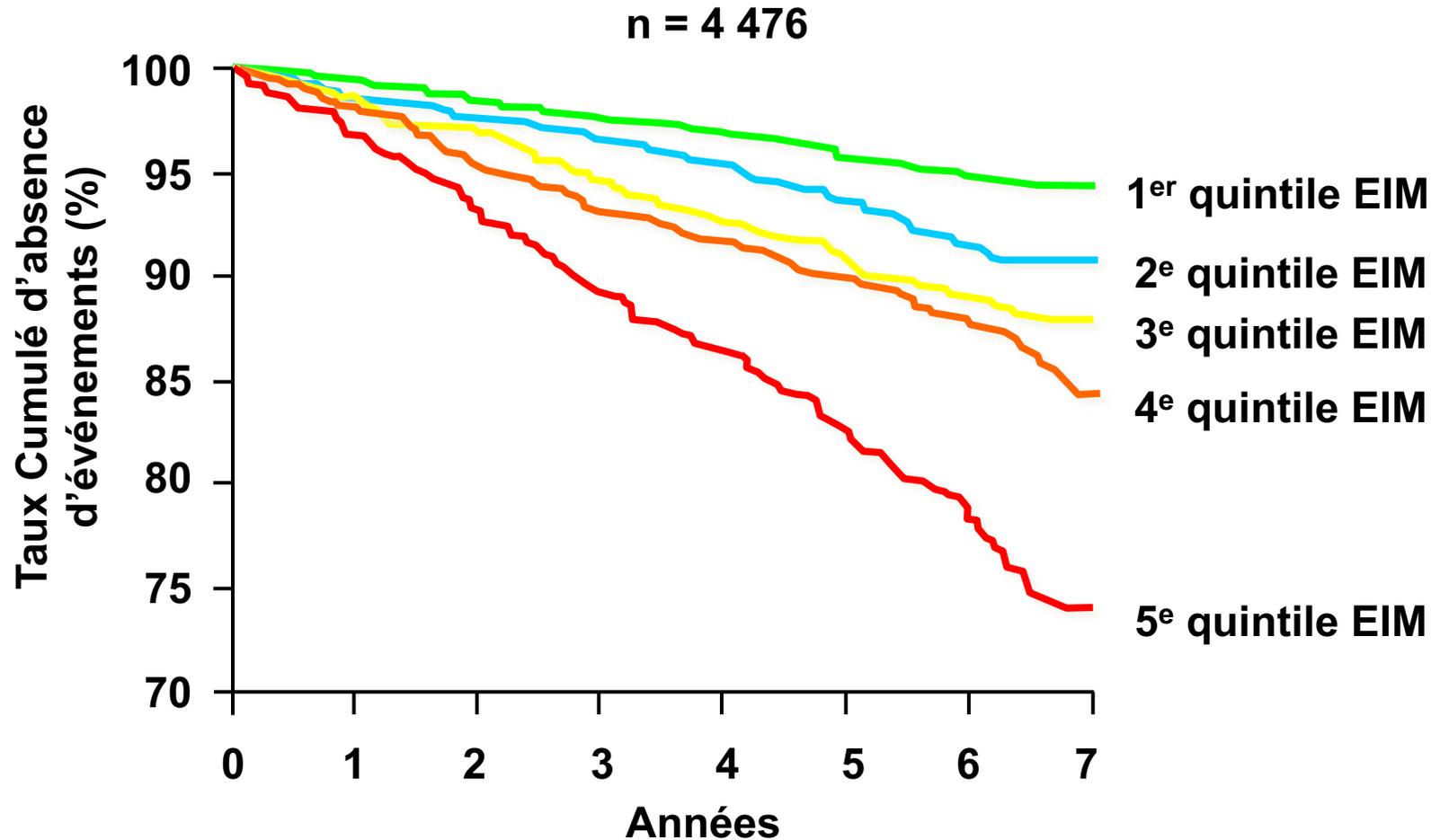
PHILIPS



Épaisseur Intima Média (EIM) - Carotide Commune Gauche :
Mesure semi-automatique = 0,43 mm

Épidémiologie

L' EIM comme marqueur du risque cardio-vasculaire : IDM ou AVC



MERCI !

Pour votre attention