

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER 2  
FACULTÉ DE MÉDECINE  
MONTPELLIER - NÎMES

CHU

# Évaluation des Sténoses Carotidiennes Enjeux et Méthode



Antonia Pérez-Martin, Michel Dauzat  
Service d'Exploration et Médecine Vasculaire  
CHU de Nîmes

Enjeux

## Épidémiologie

Maladie athéromateuse

**AVC**

AVC, AIT

150 000 AVC vs 130 000 IDM

1<sup>ère</sup> cause de handicap non traumatique

2<sup>ème</sup> cause de démence et cause majeure de dépression

3<sup>ème</sup> cause de décès en Occident  
mortalité : 11,48 ‰ H; 11,65 ‰ F  
10 à 20 % des décès durant le premier mois  
90/100 000 hab. en France

Malgré prévention, morbi-mortalité des AVC pourrait doubler d'ici 2020.

Progrès de la prise en charge +++

Enjeux

## Épidémiologie

### Étiologie

**Ischémique** : 80 à 85 %  
mécanismes :

- athérosclérose +++ (sténose, thrombose, embolie)
- cardiopathie emboligène
- maladies des petites artères (lacunes)
- thrombose veineuse centrale (0,5 à 1 %)

**Hémorragiques**

- intracérébrales (≈ 15 % des AVC)
- cérébro-méningées (≈ 5 %)

Sténoses carotidiennes

2/3 des AVC

30 à 50 % de la mortalité par AVC

Enjeux

## Épidémiologie

Prévalence des SC > 50 %

- ✓ > 65 ans : 5 % F; 7 % H
- ✓ après 80 ans : > 10 %

chez sujets à haut risque CV

- ✓ 8 % SC si atteinte coronaire
- ✓ 40 % si AOMI (données de SMART)

## Accident Ischémique Transitoire

### Définition classique

- Déficit neurologique ou rétinien
- ✓ de survenue **brutale**
  - ✓ d'origine **ischémique**
  - ✓ correspondant à une **systématisation** vasculaire
  - ✓ **régressant** totalement en moins de 24 h

### Limites

- ✓ 2/3 des AIT sont < 1h
- ✓ **probabilité** de régression des symptômes > 1h : 15 %
- ✓ **ischémie** (imagerie) d'autant plus fréquente que durée longue

↳ risque : retard de PEC

### Série de Levy

Si déficit > 1 heure,  
chance de récupération en moins de 24 heures < 15 %

*Levy DE. How transient are transient ischemic attacks? Neurology 1988;38:674-7*

### Essai NINDS

groupe placebo  
si pas de régression en 1h ou pas d'amélioration nette en 3 h,  
récupération en 24 h < 2 %

*Marler JR et al. Early stroke treatment associated with better outcome: the NINDS rt-PA stroke study. Neurology 2000;55:1649-55.*

### Nouvelle définition



Thrombolyse de l'occlusion  
des artères cérébrales

### Définition opérationnelle

une perte  **focale, brève**, de moins d'une heure  
par **ischémie focale** cérébrale ou rétinienne  
d'installation  **brusque**,  
dont les symptômes ont totalement régressé au moment de l'examen  
 **sans preuve d'infarctus aigu**

### Diagnostic difficile

→ interrogatoire +++

**URGENCE +++**

Ne pas banaliser !!!

## Accident Ischémique Transitoire

### Avantages

Répond aux limites de  
l'ancienne définition

### Inconvénients

Disponibilité et qualité  
des examens de neuroradiologie

Durée

*Albers et al. TIA working group N Engl J Med 2002*

### AIT : une urgence absolue

Identifier l'AIT et ne pas minimiser +++

précède 20 à 30% des infarctus cérébraux

*Albers et al. TIA working group N Engl J Med 2002*

50 % des cas l'AIC survient dans les 48 h

**Facteurs de risque :**

- âge > 60 ans
- diabète
- AIT > 10 minutes
- déficit moteur ou troubles du langage pendant l'épisode

*Johnston et al. Short-term prognosis after emergency department diagnosis of TIA. JAMA2000;284:2901-6.*

### AIT et risque tardif d'AVC

5 % par an les 3 années suivantes  
puis 3 % par an vs 1 % dans la population générale

Type d'étude	Auteurs	Nombre de patients	Suivi moyen	Risque d'infarctus cérébral	Mortalité
Étude de population	Whisnant 1978 (Rochester)	199	1955-1969	8 % le 1 <sup>er</sup> mois	
	Whisnant 1973	198	1988-1969	5 % par an pendant 3 ans puis 3 % par an	17,5 % (55/314)
	Dennis et al. 1990 (OCSF *)	184	3,7 ans	risque multiplié par 16,5 <sup>b</sup> risque multiplié par 13 la 1 <sup>ère</sup> année puis par 7 les 7 années suivantes <sup>b</sup>	6,3 % par an risque multiplié par 1,4 <sup>b</sup>
Études hospitalières	Toole et al. 1978	225	5,5 ans	Placebo 19 % (11/56) Traité médicalement 24 % (10/45) Traité chirurgicalement 18 % (23/124)	82/225 (36,5 %)
	Simonsen et al. 1981	243	6 ± 3 ans		17 % à 5 ans
	Muuronen et Kaste 1982	314	7,8 ans	4,8 % (15/314)	17,5 % (55/314)
	Poole et Russel 1985	110	8 ans	1,8 % par an	21 % (31/110) (15 % attendus)
	Howard et Russel 1987	69	4,5 ans	13 % à 6 ans (3 % attendus) 2,9 % par an embolie de cholestérol	31,4 % ( 13,5 % attendus)
Essais thérapeutiques	Fields et Lemak 1976	79	49 mois	15 %	24 %
	CCSP 1978	139	2,5 ans	6 % par an pendant 3 ans	1 % la 1 <sup>re</sup> année
				puis 2 % par an	6 % la 2 <sup>e</sup> année
	UK TIA 1991	814	1979-1985	14,3 % (20/139)	7,2 %
5 % par an				2,5 % par an	
				14,6 % (119/814)	15 % (122/814)

<sup>a</sup> Oxfordshire Community Stroke Project.  
<sup>b</sup> Risk of death or recurrent stroke or cerebral infarction.  
*Committee on Health Care Issues, American neurological Association. Ann Neurol 1987;22:72-6.*  
*Whisnant et al. Mayo Clin Proc 1973;48:194-8.*  
*Wiebers et al. Neurology 1982;32:459-65.*

### AIT et mortalité

Taux moyen de mortalité annuelle à 10 ans  
x 3 (6 % contre 2 % attendus)

Principales causes de mort après un AIT :

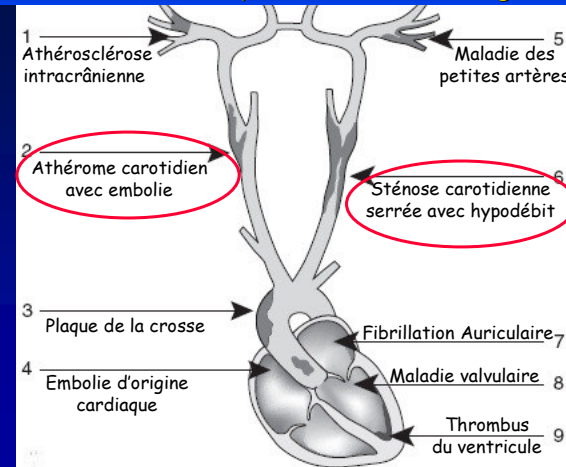
- AVC dans les 6 premiers mois
- IDM à plus long terme

*Muuronen et Kaste. Stroke 1982;13:24-31.*  
*Rokey et al. Ann Neurol 1984;16:50-3.*

À 5 ans, risque cumulé de décès d'origine cardiaque et d'IDM identique à celui de l'AVC : 21 % versus 22,7 %

*Heyman et al. Neurology 1984;34:626-30.*

### Accident Ischémique Transitoire - Étiologies



Pourquoi évaluer le degré de sténose ?

Seul paramètre anatomique  
corrélé au risque neurologique



déterminant pour l'indication opératoire

Grandes Études Cliniques

Sténoses Asymptomatiques

- **VACS** (Veterans Affairs Cooperative Study)
- **ACST** (Asymptomatic Carotid Surgery Trial)
- **ACAS** (Endarterectomy for Asymptomatic Carotid Artery Stenosis)

Sténoses Symptomatiques

- **NASCET**  
(North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial)
- **ECST**  
(Européan Carotid Surgery Trial)

Analyse conjointe des données des études randomisées sur  
l'endarterectomie des sténoses carotidiennes symptomatiques

Données regroupées selon les critères angiographiques NASCET



Critère principal

bénéfice de l'endarterectomie

6 092 patients à l'inclusion et suivi de 35 000 patients.

Rothwell et al, Carotid  
Endarterectomy Trialists' Collaboration  
Lancet 2003

Risque d'accident ischémique homolatéral à 5 ans

	< 30 % n = 1 746	30 à 49 % n = 1 429	40 à 69 % n = 1 549	70 à 99 % n = 1 095	pré-occlusives n = 262
↘ risque	↗	Pas d'effet	Limité	très marqué	Faible
↘ risque absolu	- 2,2 % (p = 0,05)	3,2 % (p = 0,6)	4,6 % (p = 0,04)	16 % (p = 0,001)	5,6 %, (p = 0,19) Mais aucun bénéfice à 5 ans ↘ RA : - 1,7 % (p = 0,9)

↘ risque absolu en faveur de l'endarterectomie chirurgicale conventionnelle pour les sténoses > 70 % en diamètre

*Enjeux*

**Analyse des résultats de l'endarterectomie des sténoses carotidiennes symptomatiques en fonction de sous-groupes cliniques et du délai de la chirurgie**

ECST

NASCET

**Critère principal**  
Quels facteurs, autres que le degré de sténose, influencent les résultats de la chirurgie ?

**Re-définition en sous groupes :**

- du risque d'accident ischémique
- du risque péri-opératoire
- du bénéfice global de la chirurgie.

**5893 patients, et suivi de 33 000 patients**

*Rothwell et al  
Carotid Endarterectomy Trialists Collaboration  
Lancet 2004*

*Enjeux*

Pour les sténoses > 50 %

il faut opérer

9 hommes 36 femmes

5 patients > 75 ans

18 patients < 65 ans

pour prévenir 1 AVC à 5 ans

pour prévenir 1 AVC il faut opérer

**5 patients**

dans un délai < 15 jours  
(à compter du dernier événement neurologique)

**125 patients**

dans un délai > 4 mois  
(à compter du dernier événement neurologique)

*Enjeux*

**Sténoses carotidiennes asymptomatiques**

Carotid endarterectomy for asymptomatic carotid stenosis  
Cochrane Review, 2001

SC > 60 % Asymptomatique

**Conclusion : peu de bénéfice et très faible diminution du risque absolu**

Risque AVC homolatéral ≈ 2 %  
Après chirurgie risque ≈ 1 %

Morbi-mortalité opératoire de 1 à 5 %  
Taux de récurrence de sténose : 3 à 6 %

**50 patients à traiter pour prévenir un AVC à 3 - 5 ans**

*Enjeux*

**Indications opératoires**

Formelles

Admises

sténoses > 70 % NASCET (AIT ou AVC léger)  
sous réserve du risque opératoire grade IA

TCMM

< 3 % sténose asymptomatique  
< 7,5 % sténose symptomatique (Grade IA)

50 à 70 %

bénéfice si :  
H > 75 ans  
AVC < 3 mois  
FDR +++

Non admises

SC < 50 %  
Effet délétère si < 30 %  
Sub-occlusion

**HAS**  
HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ

Mars 2008

*Enjeux*

### Prévention vasculaire après un infarctus cérébral (IC) ou un accident ischémique transitoire (AIT)

- Sténose comprise entre 70 et 99 % (critères NASCET) : endartériectomie carotidienne chez les patients avec un IC non invalidant ou AIT de moins de 6 mois
- Sténose comprise entre 50 et 69 % : endartériectomie carotidienne envisageable avec prise en considération de certaines caractéristiques du patient et de l'accident ischémique cérébral. Le bénéfice est plus important chez les hommes, chez les patients ≥ 75 ans et, en cas d'AIT, chez les patients avec symptômes hémisphériques
- Sténose pseudo-occlusive avec collapsus de la carotide interne : bénéfice de l'endartériectomie incertain
- Sténose < 50 % : pas d'indication chirurgicale
- La chirurgie carotidienne doit être réalisée par un chirurgien expérimenté. Le bénéfice de l'endartériectomie est d'autant plus important que le geste est réalisé précocement
- L'angioplastie carotidienne avec stent ne peut être proposée qu'en consultation pluridisciplinaire aux patients à haut risque de récurrence sous traitement médical et en cas de comorbidité majeure contre-indiquant la chirurgie carotidienne ou de sténose cervicale haute non accessible à la chirurgie

### Comment évaluer le degré de sténose ?

*Méthode*

### Artériographie sélective des troncs supra-aortiques

Gold standard

- ≥ 2 incidences
- % Ø

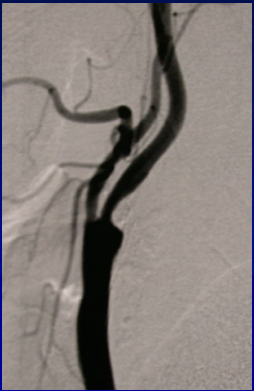
mais ...

- ... invasif
- risque d'embolisation

Risque AIT : 4%  
Risque AVC : 1%  
*Hankey et al. Stroke 1990;21:209-22*

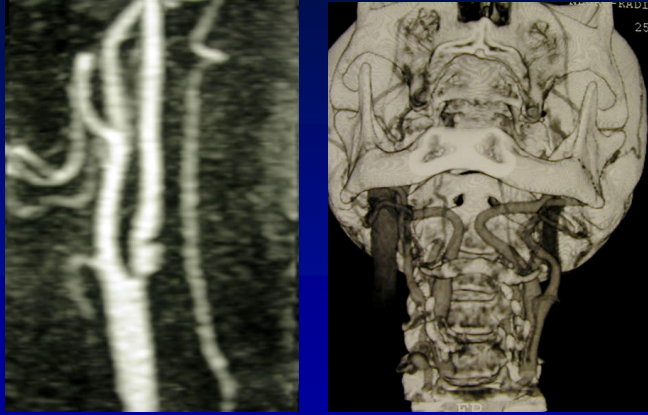
**Étude ACAS**

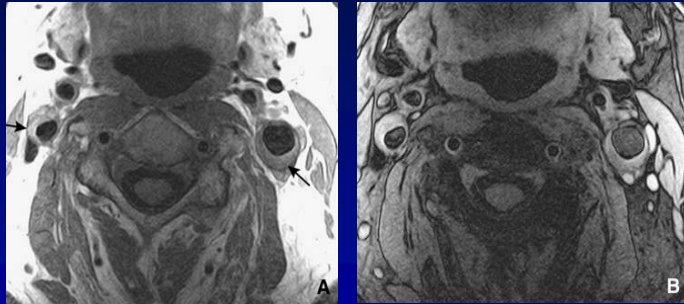
Taux de complications neurologiques liées à l'artériographie : **1,2 %**  
soit près de la moitié du TCMM



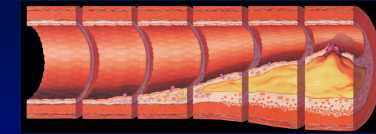
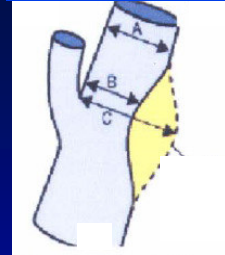
*Méthode*

### Angio-scanner et angio-IRM





## Critères NASCET / ECST



$$\text{NASCET} = \frac{A - B}{A}$$

$$\text{ECST} = \frac{C - B}{C}$$

NASCET : North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial  
 ECST : European Carotid Surgery Trial

% sténose	
NASCET	ECST
30	65
40	70
50	75
60	80
70	85
80	91
90	97

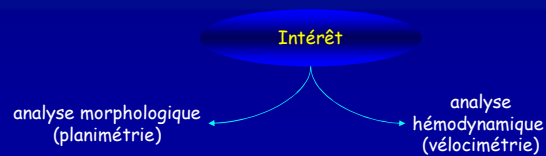
## Place de l'ultrasonographie dans l'évaluation des sténoses carotidiennes

1<sup>ère</sup> intention après l'imagerie cérébrale  
 SANS RETARDER LE TRAITEMENT

## Intérêt du Doppler couleur

codage : échelle couleur → vitesse et direction du flux  
 → repérage zones d'accélération  
 → « moule » de la lumière résiduelle

Doppler pulsé



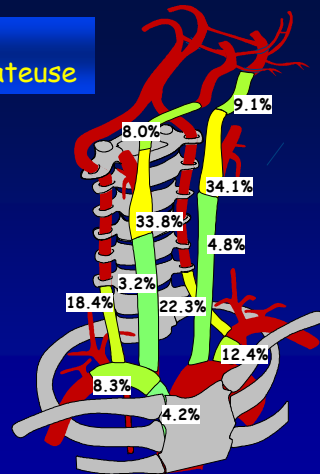
## Impératifs techniques

- Haute résolution dans toutes les modalités échographiques et Doppler
- Fréquences à adapter en fonction du sujet
- Voies d'abord et incidences multiples
- Examen complet bilatéral
- Etude des lésions, de leur retentissement d'amont, d'aval et des voies de suppléance

→ technique d'examen irrécusable



## Incidence des lésions de Sténose Athéromateuse

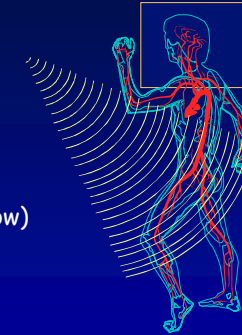


Hass WK et al, J Amer Med Ass 1968, 203:961

## Évaluation morphologique

Méthode

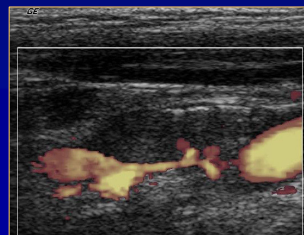
- paroi et plaque(s) (mode B)
- lumière résiduelle (mode Couleur ou B-Flow)



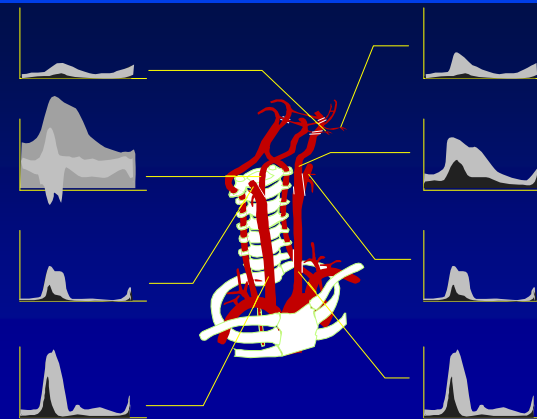
## Évaluation fonctionnelle de la sténose

Méthode

- **Signes directs :**
  - Accélération circulatoire
  - Altération de l'enveloppe supérieure
  - Regroupement de l'énergie vers les basses fréquences (dispersion spectrale)
  - Turbulence (basses fréquences positives et négative)
- **Signes d'amont et d'aval :**
  - Selon importance de la sténose
  - Selon réseau collatéral
- **Retentissement en aval :**
  - Carotide interne haute
  - Siphon Carotidien
  - Artère Ophthalmique
  - Artère Cérébrale Moyenne
  - Collatéralité (artères communicantes)

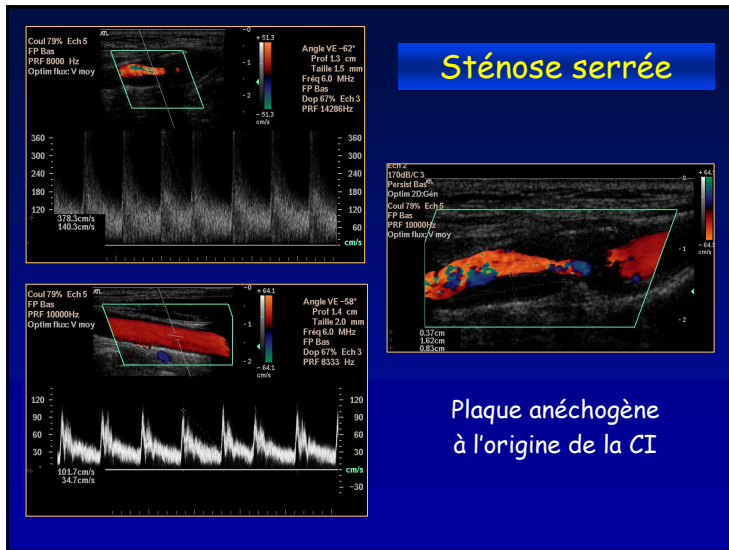
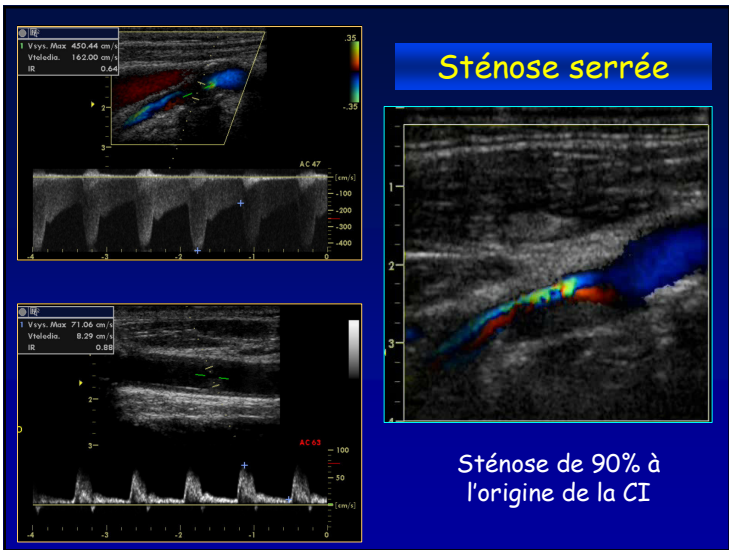
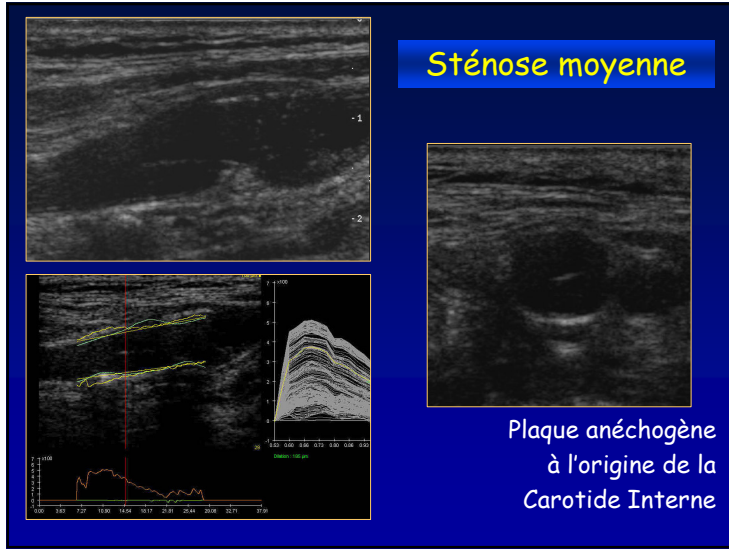
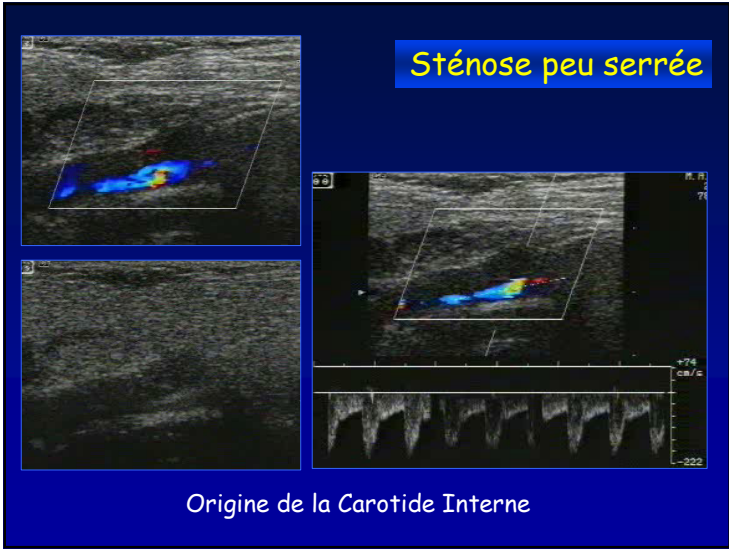


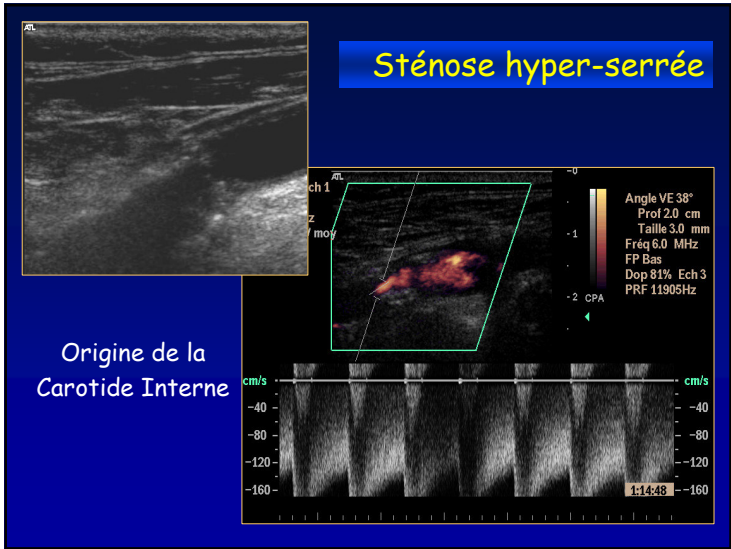
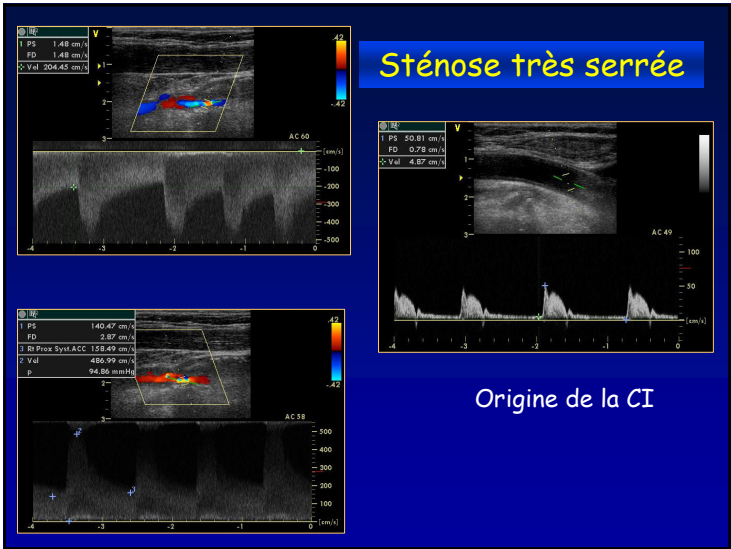
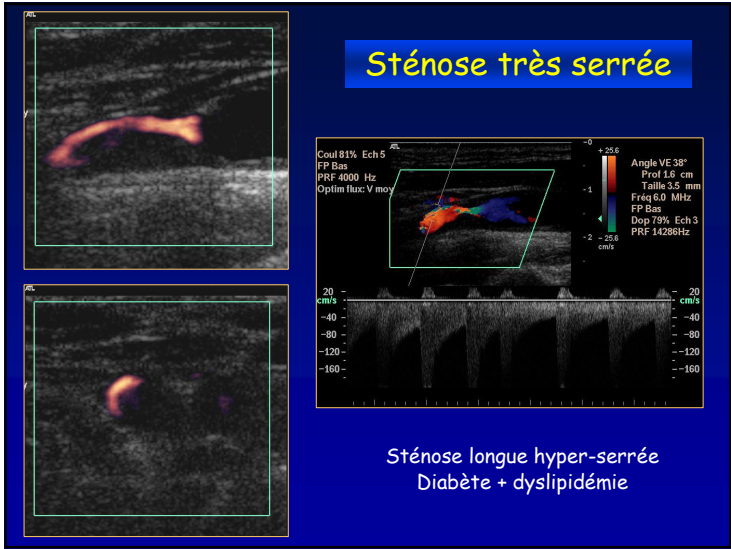
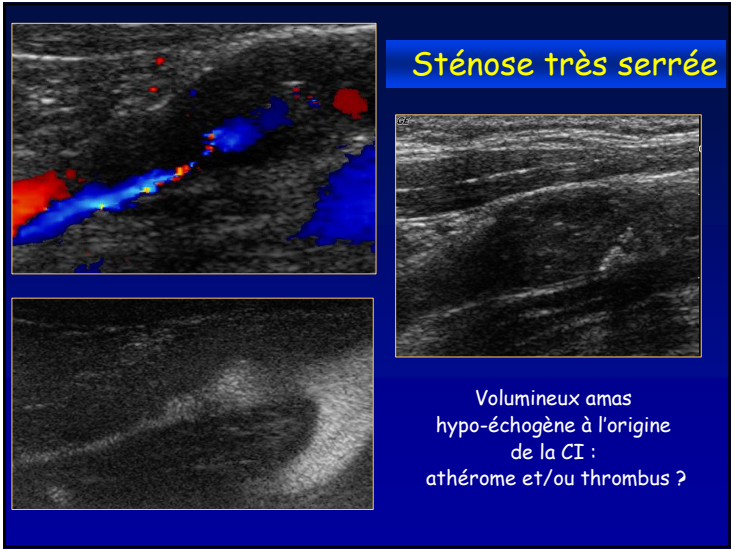
## Sténoses Carotidiennes : évaluation fonctionnelle



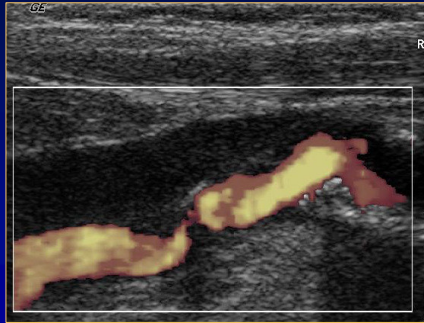
Sténose de la Carotide Interne Droite





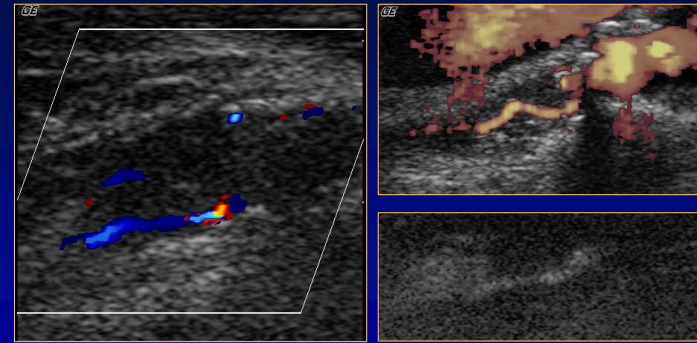


### Longueur de la sténose



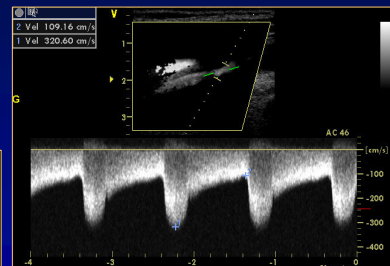
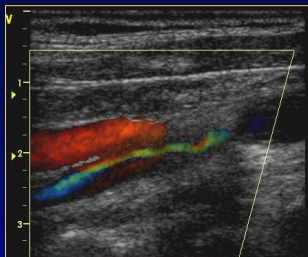
Sténose courte

### Longueur de la sténose



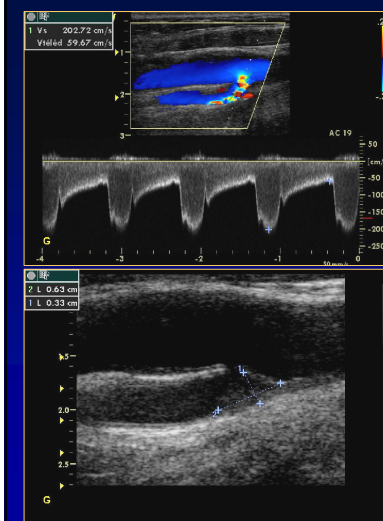
Sténose longue hyper-serrée

### Longueur de la sténose

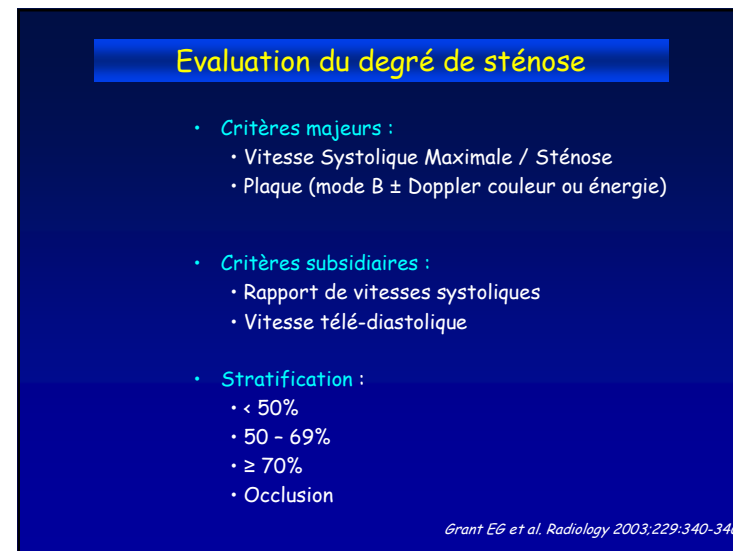
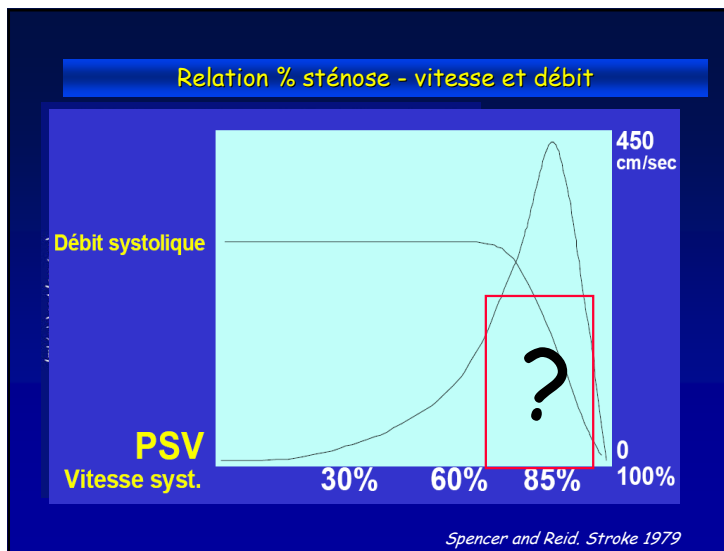
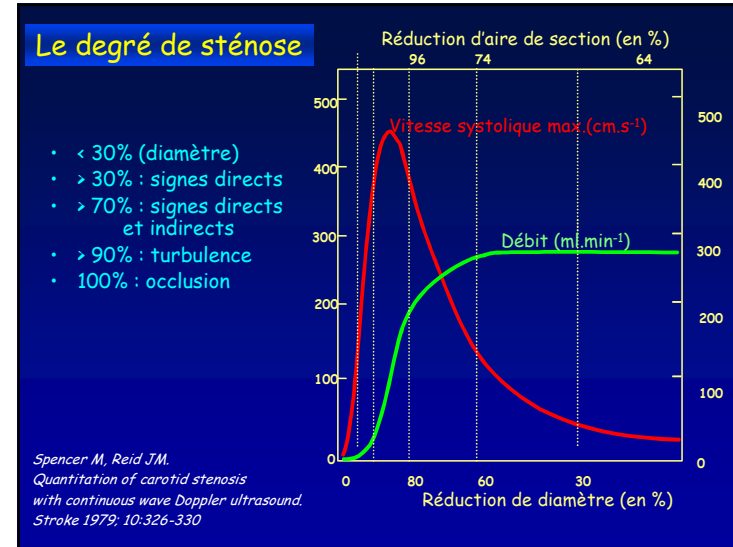
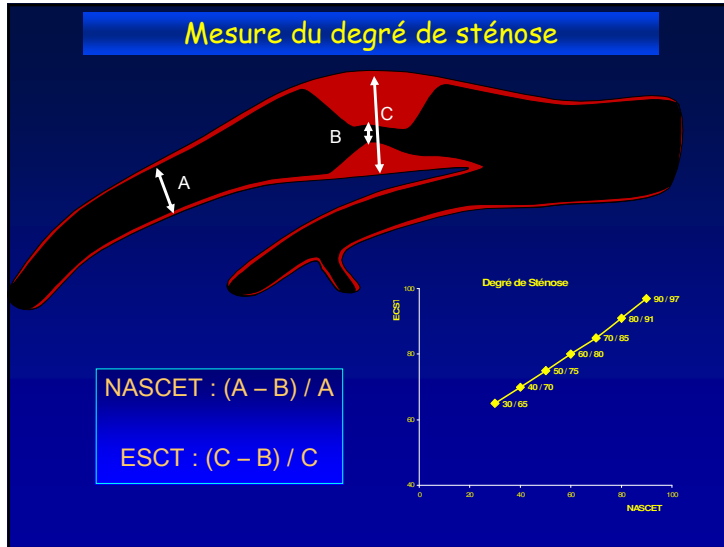


Sténose courte - Jet long

### Diagnostic Topographique



Sténose à l'origine de la carotide externe







Sténose Ø	PSV cm/sec	SVR	EDV cm/sec	DVR
< 40 %	< 110	< 1,5	< 40	< 2,5
50 %	> 120	> 1,5	< 40	> 2,5
70 %	> 200	> 3,5	> 100	> 3,3
≈ 80 %	> 250	> 4	> 130	> 5,5
> 90 %	variable	variable	variable	

SEMV

Sténose diamètre	PSV cm/sec	SVR	EDV cm/sec	DVR
< 40%	< 110	< 1.8	< 40	< 2.4
40-59%	< 130	< 1.8	40	< 2.4
60-79%	> 130	> 1.8	> 40	> 2.4
80-99%	> 250	> 3.7	> 100	> 5.5

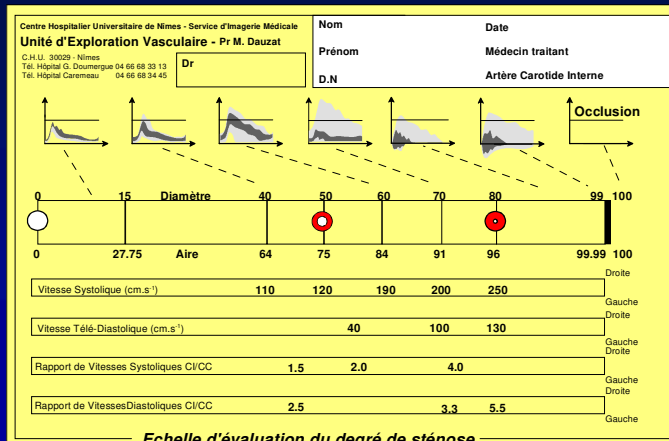
Bluth E. et al. (Radiographics may 1988; 8(3)). Carotid duplex sonography: a multicenter recommendation for standardized imaging and doppler criteria

### Evaluation du degré de sténose

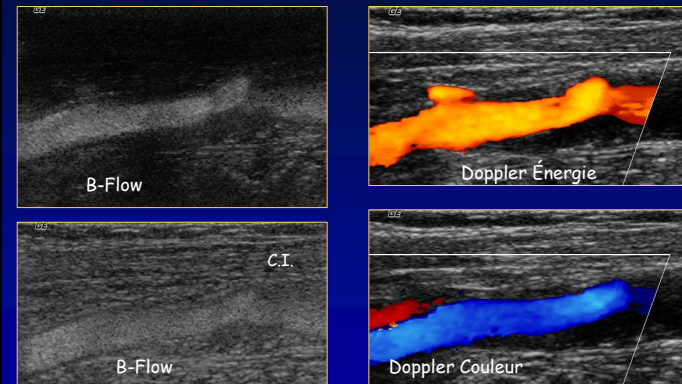
	Plaque	Vitesse Systolique	$V_{CI}/V_{CC}$	Vitesse Diastolique
Normal	-	< 125 cm/s <i>Ss 98% Sp 88%</i>	< 2,0 <i>Ss 80% Sp 88%</i>	< 40 cm/s
< 50%	+	125 - 230 cm/s	2,0 - 4,0	40 - 100 cm/s
50 - 69%		230 cm/s <i>Ss 90% Sp 85%</i>	> 4	100 cm/s <i>Ss 82% Sp 90%</i>
≥ 70%			?	
Pré-Occl.				
Occlusion	++	0		0

Grant EG et al. Consensus Conference - Radiology 2003;229:340-346

### Echelle d'évaluation du degré de sténose

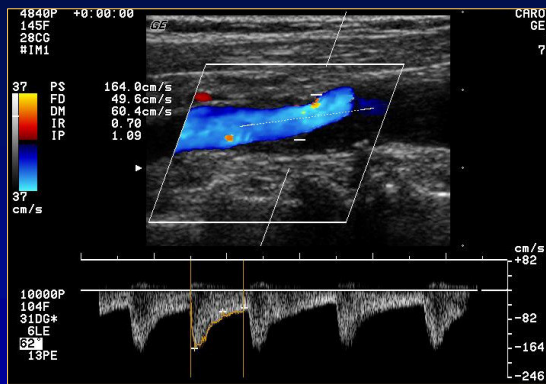


### Le degré de sténose



Sténose réduisant le diamètre de 70%

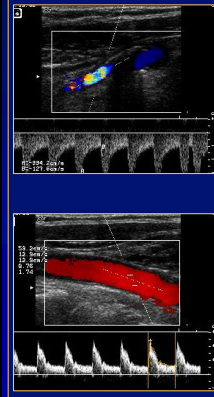
## Le degré de sténose



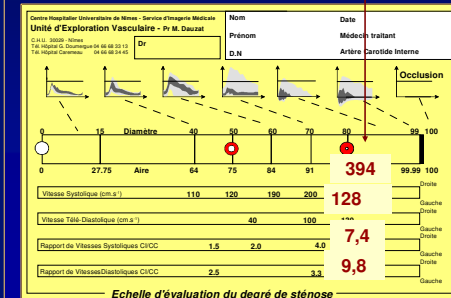
Sténose réduisant le diamètre de 70%

## Evaluation du degré de sténose

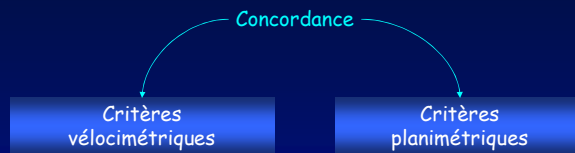
CI : S = 394 cl/s D = 128 cm/s  
 CC: S = 53 cm/s D = 13 cm/s  
 Rapport de Vit. systolique = 7,4  
 Rapport de Vit. diastolique = 9,8



Sténose > 90%



## Interprétation échoDoppler



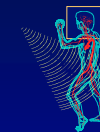
Hémodynamiquement parlant,  
 sténose **significative** au-delà de 50-70% de réduction de calibre

On parle habituellement de :

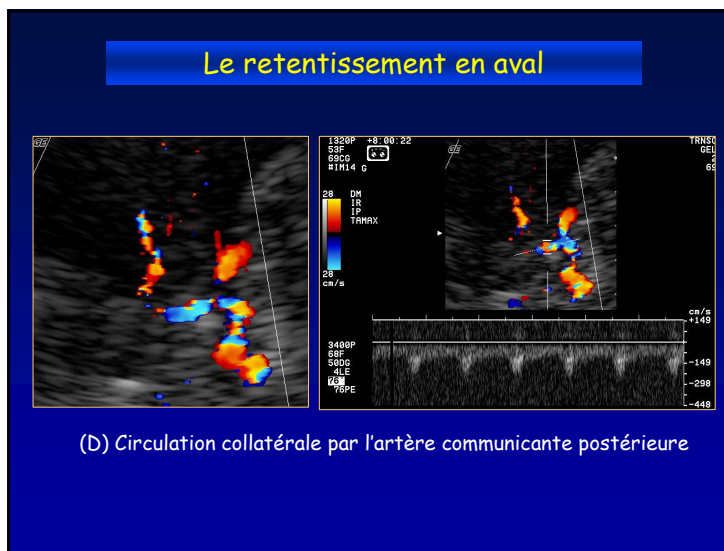
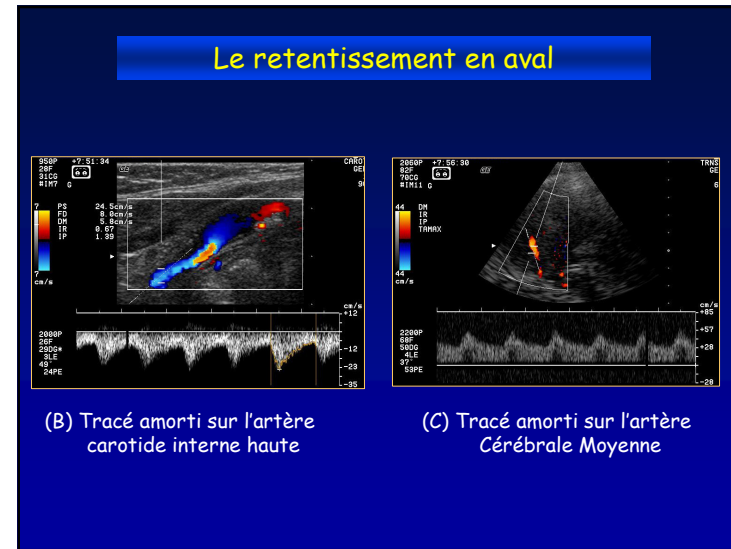
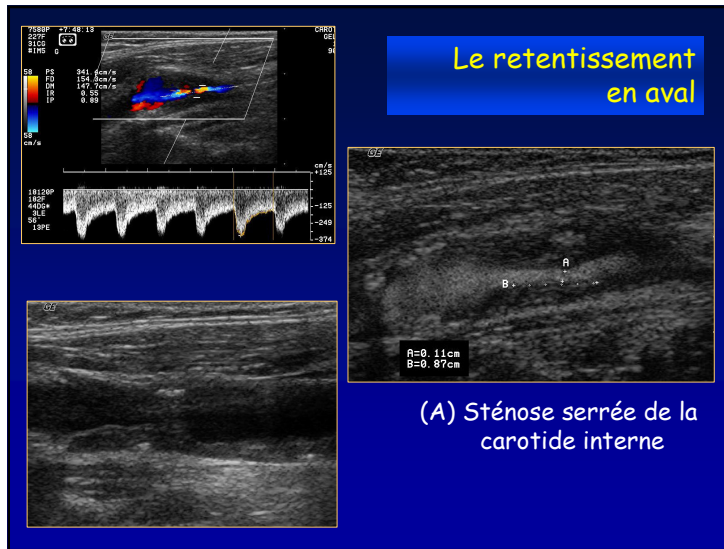
- **plaque non sténosante** pour les lésions réduisant de moins de 50% le diamètre luminal
- **sténose** pour les lésions réduisant de plus de 50% le diamètre luminal

## Le retentissement en aval

- Carotide interne haute
- Siphon Carotidien
- Artère Ophthalmique
- Artère Cérébrale Moyenne
- Collatéralité (artères communicantes)

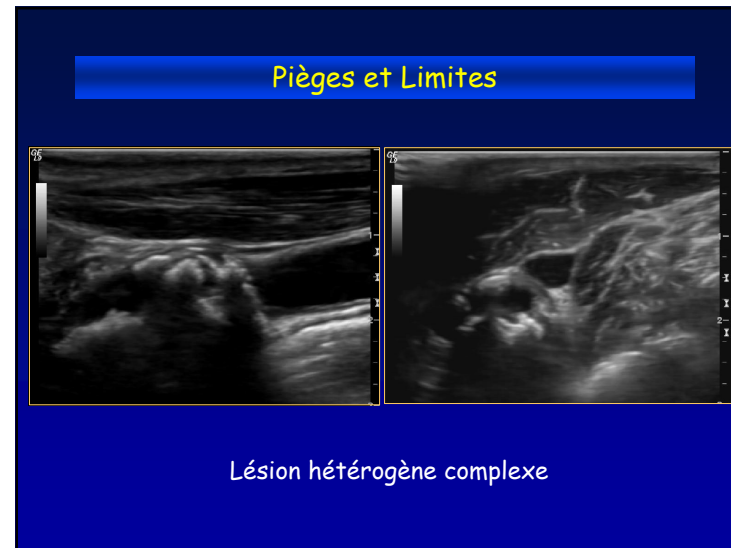
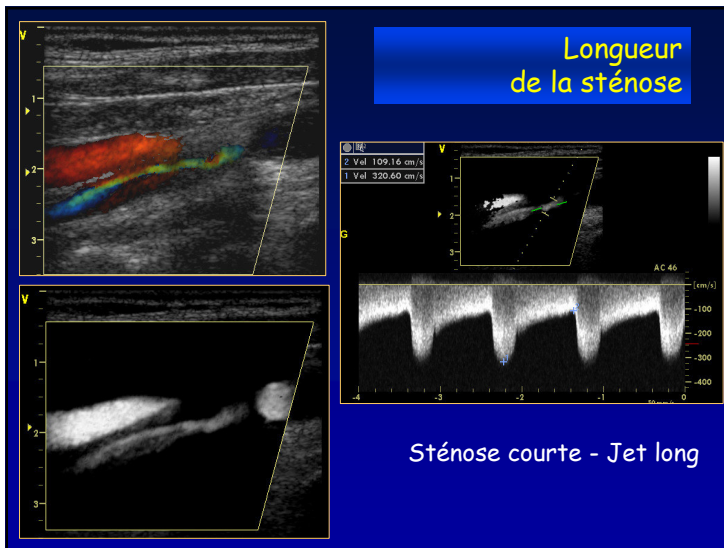
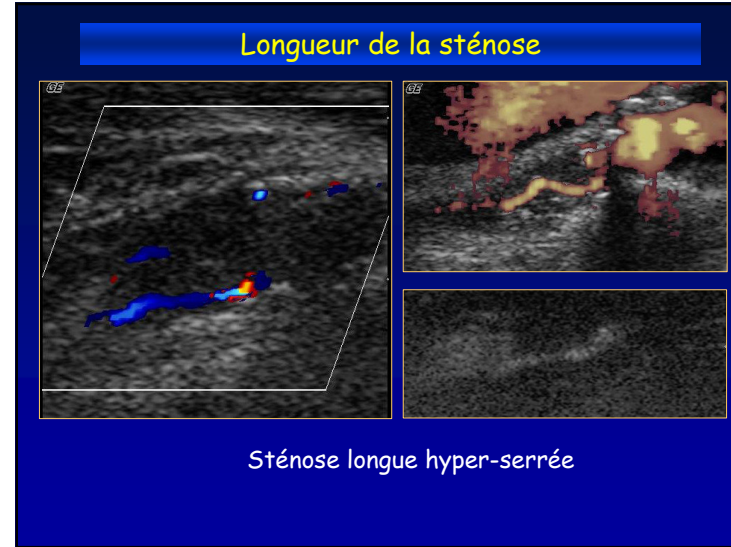
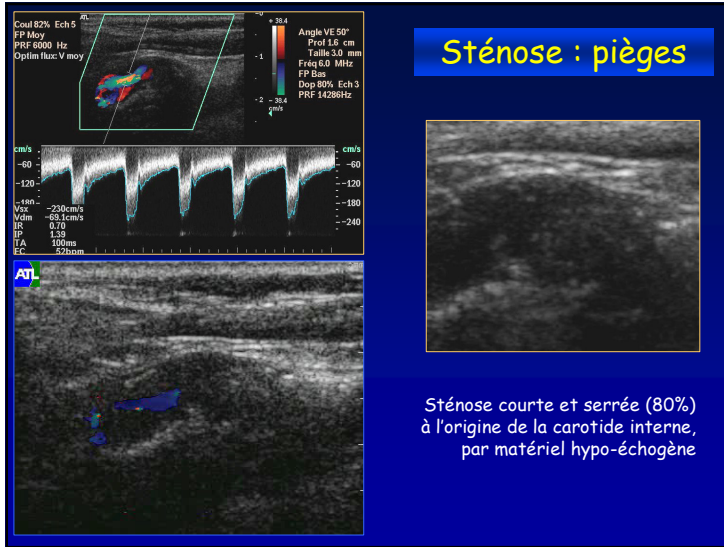






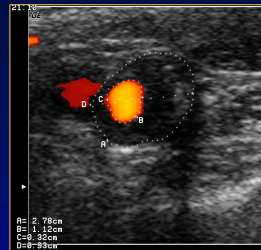
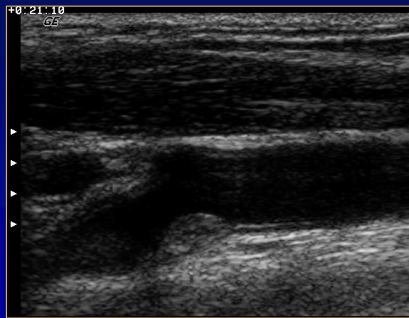
### Pièges et Limites

- Angle d'incidence**
  - Angle inapproprié
  - Mesure erronée
  - Ombre acoustique
  - Ambiguïté spectrale
- Mesure en mode Doppler couleur ou énergie**
  - Résolution spatiale médiocre
  - Dépendance du gain (seuil d'affichage)
  - Images construites
- Répartition spatiale de la sténose**
  - Sténoses étagées
  - Sténose très longue
- Mesures en mode B (coupe transversale)**
  - Artéfacts de tangence
  - Coupe oblique
  - Sténoses complexes
  - Ombre acoustique

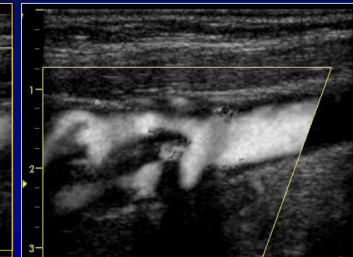
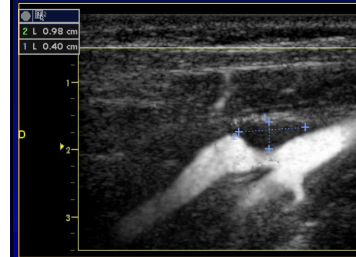


## Quantification de sténose

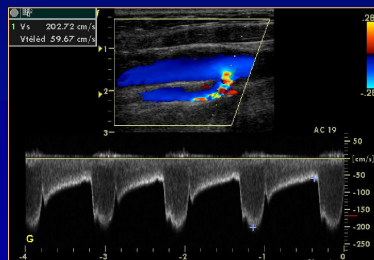
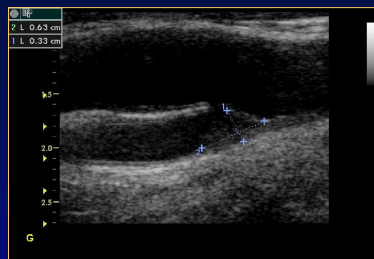
Coupes  
transversales



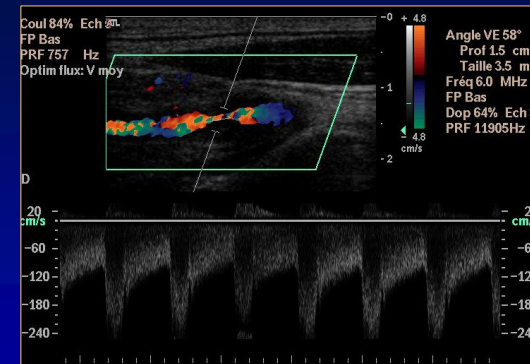
## Sténose



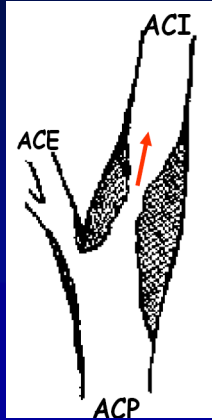
## Pièges et Limites



## Pièges et Limites



## Vélocimétrie



Vitesses maximales au niveau du jet en systole et en diastole

Pic de vitesse systolique  
Vitesse télédiastolique

Rapports de vitesse en référence à zone « saine » d'amont  
- systole  
- télédiastole

Données hémodynamiques  
- en aval : CI, ophtalmique, TC  
- en amont : IR sur la CC

## Pièges et Limites : Importance de la correction d'angle

But : comparer les VSM obtenues  
- avec d'une correction d'angle variable entre 40 et 60°  
- et un angle fixe à 60°

angle	VSM (n= 51)
ajusté : 46° ± 9°	181 cm/sec ± 55
fixe à 60°	261 cm/sec ± 96

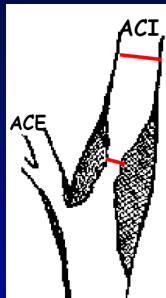
Pour 15 patients le degré de sténose passe de 50-69% à 70-99%

→ correction d'angle idéale réalisée entre :  
- la direction du flux (couleur) et le module de correction d'angle  
- et non avec l'axe de l'artère et ce module.

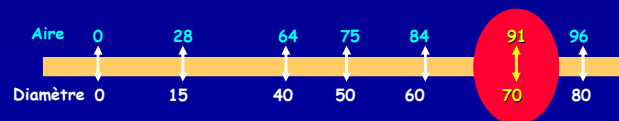
Pas de correction fixe à 60°

*Logason et al.  
The importance of Doppler Angle of Insonation on Differentiation  
Between 50/69% and 70/99% Carotid Artery Stenosis.  
Eur J Vasc Endovasc Surg 2001;28:311-3*

## Planimétrie



- Diamètre antéro-postérieur intima-intima
  - du bulbe,
  - de l'ACI post-sténotique
- Petit diamètre de la sténose ou Section de la lumière St.
- Degré de sténose exprimé en rapports de
  - diamètres (NASCET, ECST)
  - sections (façon NASCET / ECST)



## Validité de l'échoDoppler ?

### Évaluation préopératoire : comparaison ARM et écho-Doppler avec l'angiographie numérisée par voie artérielle

étude prospective double aveugle

Critère principal → concordance ARM Gadolinium et écho-Doppler Pulsé couleur  
vs Angiographie numérisée

71 SC  
39 patients symptomatiques

NASCET

0 à 29 %  
30 à 69 %  
70 à 99 %  
occlusion

Sténoses ≥ 70 %	Sensibilité	Spécificité
ARM	94,9 %	79,1%
Echo-Doppler	92,9 %	81,9%
Echo-Doppler + ARM	100 %	81,4%

Fiabilité Echo-Doppler et ARM comparables  
Couple ED + ARM → sensibilité 100 %  
à préférer en bilan pré-op  
Angiographie si **discordance**

*Borisch et al. Am J Neuroradiol 2003*

### Taux de concordance de 3 techniques d'imagerie non invasives pour quantifier le degré de sténose carotidienne en pratique courante - étude multicentrique CARMEDAS

EDPC

ARM

ASH

critères NASCET

Résultats des 3 examens non invasifs comparés  
- individuellement  
- et couplés entre eux  
par rapport aux **constatations opératoires**

96 carotides opérées :  
- 29 carotides symptomatiques  
- 67 carotides asymptomatiques

*Nonent M, Serfaty JM, Nighoghossian N et al. Stroke 2004 ; 35 : 682-686*

Sténoses  
asymptomatiques  
≥ 60 %

Sténoses  
symptomatiques  
≥ 70 %

**Concordance**

couple EDC-ARM	92,53 %
couple EDC-ASH	79,10 %

*p < 0,05*

**Discordances**

Angio-Scanner :	11 fois
ARM :	3 fois
EDPC :	1 fois

Pas de différence entre les couples

EDPC-ARM
EDC-ASH
ARM-ASH

Évaluation la plus pertinente du degré de sténose  
par rapport aux constatations opératoires  
est faite par **l'écho-Doppler**

écho-Doppler doit être **expert**  
méthodologie **stricte** appliquant des critères **validés**.

### Optimal Peak Systolic Velocity Threshold at Duplex US for Determining the Need for Carotid Endarterectomy: A Decision Analytic Approach<sup>1</sup>

Radiology

*Radiology: Volume 238, Number 2—February 2006*

ED vs angiographie numérisée  
Exclusion CI en sub-occlusion

350 sujets symptomatique (256) (amaurose, AIT ou AVC mineur)

Courbes ROC (Receiver operating characteristic) pour le diagnostic de SC  
- comprises entre 70 et 99 %  
- et entre 50 et 99 %

SC 70 - 99 %

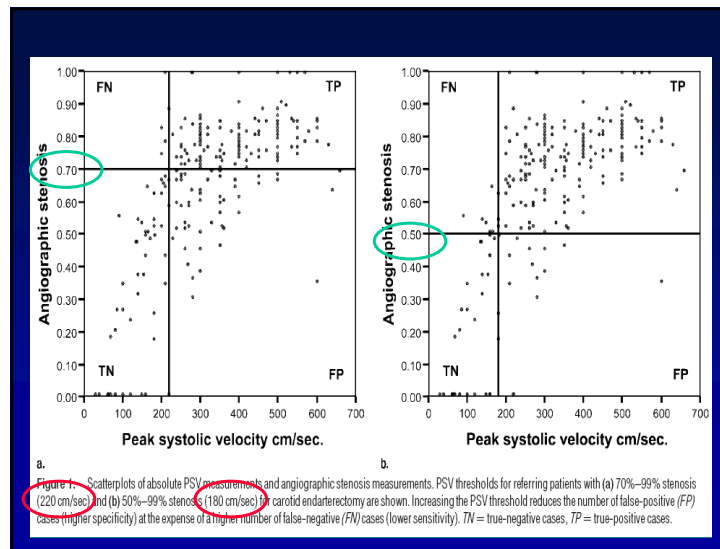
Seuil pic syst : 220 cm/sec,  
sensibilité : 97% (127/131)  
spécificité : 48% (50/105)

SC 50 - 99 %

Seuil pic syst : 180 cm/sec,  
sensibilité : 95% (127/131)  
spécificité : 69% (50/105)

Table 2 Influence of Prevalence of Significant Stenosis on Optimal Likelihood Ratio, Sensitivity, Specificity, and Optimal PSV Threshold				
Prevalence of Stenosis*	LR <sub>opt</sub> †	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Optimal PSV Threshold (cm/sec)
Influence of Significant Stenosis Prevalence for Diagnosis of 70%–99% Stenosis				
0.10, 0.45, 0.45	2.000	73	81	300
0.20, 0.40, 0.40	0.890	87	71	275
0.30, 0.35, 0.35	0.520	92	63	250
0.40, 0.30, 0.30	0.330	95	57	245
0.50, 0.25, 0.25	0.220	96	50	225
0.60, 0.20, 0.20	0.150	98	43	200
0.70, 0.15, 0.15	0.095	99	35	175
0.80, 0.10, 0.10	0.056	99	25	150
0.90, 0.05, 0.05	0.025	100	13	100
Influence of Significant Stenosis Prevalence for Diagnosis of 50%–99% Stenosis				
0.10, 0.45, 0.45	1.750	82	84	250
0.20, 0.40, 0.40	0.900	90	78	220
0.30, 0.35, 0.35	0.560	93	73	200
0.40, 0.30, 0.30	0.370	95	69	190
0.50, 0.25, 0.25	0.250	96	64	175
0.60, 0.20, 0.20	0.170	97	59	160
0.70, 0.15, 0.15	0.110	98	55	150
0.80, 0.10, 0.10	0.064	99	44	145
0.90, 0.05, 0.05	0.029	100	31	110

\* For each series of three prevalence values, the first value is the prevalence of 70%–99% stenosis; the second value, the prevalence of 50%–69% stenosis; and the third value, the prevalence of 0%–49% stenosis.  
† LR<sub>opt</sub> = optimal likelihood ratio.



Seuil de 220 cm/sec  
similaire aux recommandations de la SRU

Mais seuil à 180 cm/sec  
plus haut que le seuil de 125 recommandé par Grant et al.

Grant et al.  
Carotid artery stenosis: gray-scale and Doppler us diagnosis  
Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference.  
*Radiology*. 2003;229:340–346.

### Limites de validité du pic de vitesse systolique

#### Limites indépendantes de la lésion :

- Lésions en tandem
- malformation artério-veineuse intracrânienne
- anémie, hémodilution
- sténose controlatérale de haut grade
- vitesses élevées dans CC
- état « hyperdynamique », arythmie
- bas débit cardiaque

Rapports de vitesse + +

#### Limites dépendantes de la lésion ou de l'artère :

- trajet sinueux
- calcifications et cônes d'ombre



## Detection of Internal Carotid Artery Stenosis with Duplex Velocity Criteria Using Receiver Operating Characteristic Analysis

Hoe-Chin Chua,<sup>1</sup>MBBS, MRCP (UK), FAMS, Yih-Yian Sitoh,<sup>2</sup>MBBS, FRCP (UK), FAMS, Arul Earnest,<sup>3</sup>MS, N Venketasubramanian,<sup>1</sup>MBBS, MMed (Int Med), FAMS

Ann Acad Med Singapore 2007;36:247-52

Comparaison de 7 critères vélocimétriques  
vs angiographie numérisée  
114 sujets symptomatiques

Grant et al. Carotid artery stenosis: gray-scale and Doppler US diagnosis - Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference. Radiology 2003;229:340-6.

Jahromi et al. Sensitivity and specificity of color duplex ultrasound measurement in the estimation of internal carotid artery stenosis: a systematic review and meta-analysis. J Vasc Surg 2005;41:962-72.

Hunnik et al. Detection and quantitation of carotid artery stenosis: efficacy of various doppler velocity parameters. Am J Roentgenol 1993;160:619-25.

Table 2. Sensitivity, Specificity, Area Under Curve and Accuracy of PSV ICA/PSV CCA and PSV ICA/EDV CCA, Together with Their Cutoff Values to 50%, 60% and 70% Carotid Stenosis

Carotid stenosis (%)	50	60	70
PSV ICA/PSV CCA Cutoff	≥1.5	≥2.6	≥3.1
Sensitivity	100	100	100
Specificity	85	94	91
Area under curve	99	99	99
Accuracy	93	97	95
PSV ICA/EDV CCA Cutoff	≥3.5	≥10.3	≥10.3
Sensitivity	100	100	100
Specificity	58	96	91
Area under curve	99	99	99
Accuracy	79	98	95

CCA: common carotid artery; EDV: end diastolic velocity; ICA: internal carotid artery; PSV: peak systolic velocity

PSV CI/PSV CC

PSV CI/EDV CC

> aux autres critères

50%

1.3 and 2.5

60%

2 and 3.2-3.5

70%

2.5 and 4.5

« Velocity ratios are superior to other criteria for detecting carotid stenosis »

## Pic de vitesse systolique et sexe

Comerota AJ et al

Gender differences in blood velocities across carotid stenosis

J Vasc Surg  
2004; 40: 939-44

Courbe ROC  
sensibilité à 90 %

Sténose de 60%  
pic systolique  
160 cm/s H  
180 cm/s F

Sténose de 70%  
pic systolique  
185 cm/s H  
202 cm/s F

Variabilité des critères selon le sexe ...

E. Brooke Spencer, MD  
Douglas H. Sheator, MD  
Barbara S. Hertzberg, MD  
James D. Bowler, MD  
Rendon C. Nelson, MD  
Barbara A. Carroll, MD  
Mark A. Kilewer, MD

## Nonstenotic Internal Carotid Arteries: Effects of Age and Blood Pressure at the Time of Scanning on Doppler US Velocity Measurements<sup>1</sup>

Radiology 2001; 220:174-178

1 020 patients vus en ED pour bilan

TABLE 1  
Effect of Age, Immediate Blood Pressure, and Pulse Pressure on PSV

Factor	Effect	Magnitude of Change (cm/sec)*	P Value
Systolic blood pressure	Increase	0.24	.009
Diastolic blood pressure	Decrease	0.42	.003
Pulse pressure <sup>†</sup>	Increase	0.21	.017
Age	Decrease	0.34 <sup>†</sup>	.008

\* Effect is per millimeter of mercury (for pressures) or year (for age).

<sup>†</sup> To encapsulate the opposing effects of systolic and diastolic blood pressures, pulse pressure (the difference between systolic and diastolic pressures) was tested in place of systolic and diastolic pressure terms in a second regression model.

Pic systolique :

- diminue avec l'âge
- augmente avec la pression pulsée et avec HTA systolique



## Peut-on opérer sur les données de l'écho-Doppler ?

Variabilité de la performance selon :

- rigueur du protocole utilisé
- méthode de quantification
- critères vélocimétriques
- expertise des équipes

Chirurgie sans artériographie de plus en plus courante.

Artériographie reste nécessaire si (degré C) :

- ✓ service Doppler non validé
- ✓ Doppler techniquement imparfait
- ✓ suspicion d'atteinte des gros troncs supra-aortiques
- ✓ anomalie de la bifurcation
- ✓ thrombose controlatérale
- ✓ absence de corrélation clinique - Doppler

*Anaes 2002*