

The background of the slide is a photograph of the Aurora Borealis (Northern Lights) over a dark, silhouetted landscape. The aurora displays vibrant green and blue-green bands of light against a dark blue night sky. The foreground shows dark, jagged rock formations or hills.

**JIFA 2015**  
**LEV Etude échographique**  
**Suivi MPO → 6 mois**  
**Etude préliminaire**

**Dr Bruno ANASTASIE**

**Résidence « Le Domaine du Bois Fleuri »**  
**11 Chemin des vieilles postes**  
**91000 Evry**

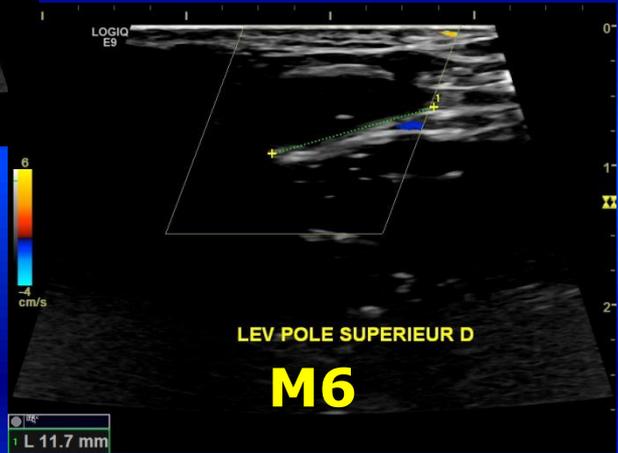
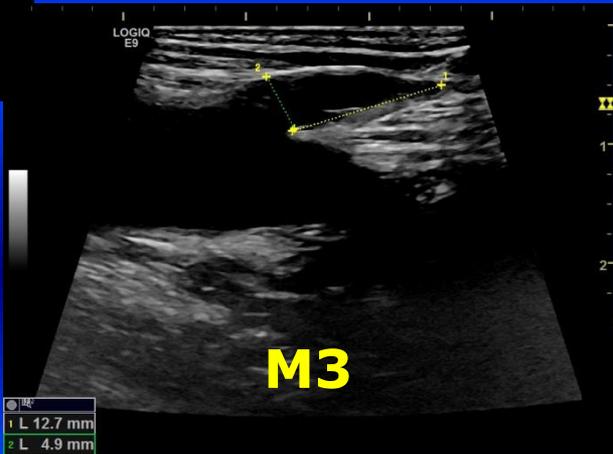
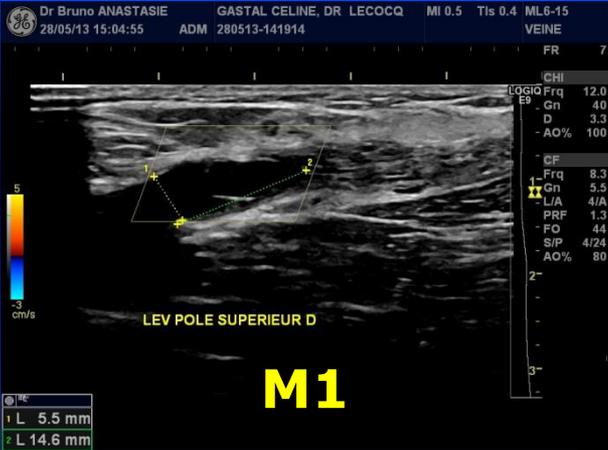
**DIU Lasers Médicaux (Pitié-Cochin.Paris V)**  
**[brunoana@wanadoo.fr](mailto:brunoana@wanadoo.fr)**

# Objectifs

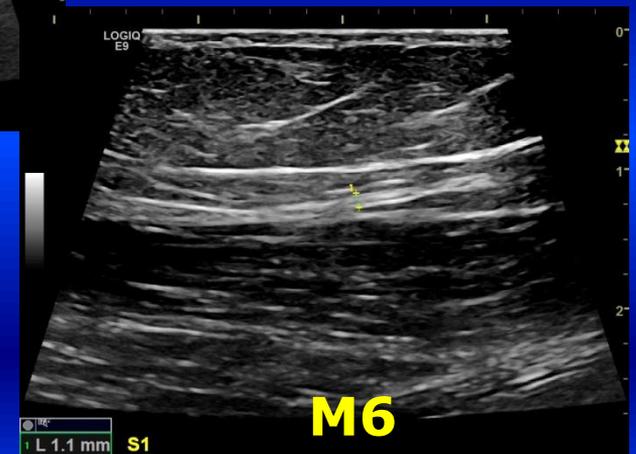
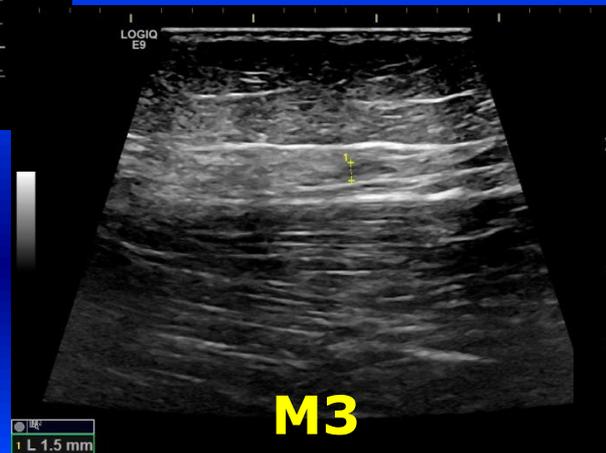
- Etude prospective sur 100 patients
- 1 saphène / Patient (GVS, PVS)
- Suivi mensuel du MPO → 6 mois
- Repérage de la Jonction (SF ou SP)
- Evaluation 10, 20, 30 cm (Pli de l'aîne, Pli poplité)



# Suivi Echographique - JSF



# Suivi échographique - 10 cm



# Objectifs

- **Images spécifiques du LEV : pertinence ?**  
Reperméation, disruption paroi, halo hyperéchogène, collatérale et reflux persistant, « double feuillet », transition thermique, perforations, thrombus
- **Devenir : Perforantes repérées, Saphène jambière (GVS) entre 1 et 6 mois, pole supérieur et inférieur**
- **Corrélation : FAV, Lymphocèles, paresthésie et dyesthésies, hyperalgie post procédure**
- **Prédiction : de l'occlusion, de la reperméation**
- **Que mesure t'on ? → reproductibilité échographique**
- **Quels réglages échographiques ?**
- **Corrélation: Echographie - Modèles thermiques**  
Reperméation - LEED / Ø veine  
CEAP, IMC, Age → Fibrinolyse  
Histologie, Biochimie du LEV, Paramètres LEV

# Echographe Logiq 9 XD Clear



General Electrics

Même opérateur

Programme veineux LEV

- Echelle de gris F
- Niveau de gris D
- Puissance acoustique 100 %
- Mode harmonique
- Réglage focale, gain (TGC)
- Gamme dynamique 54-57 dB
- PRF Basse (5-7 cm/s)-Couleur
- Mode énergie
- Mode B-Flow
- Mode B-Flow couleur
- Sonde L8-18i : 15 MHz

# Analyse échographique de l'occlusion

## Facteurs prédictifs de reperméation

**Pole supérieur** : distance de la veine fémorale,  
convexe / concave, thrombus éventuel

**Sclérus** : Hyperéchogène, isoéchogène, hypoéchogène, anéchogène  
Homogène / hétérogène

**Diamètre** du vaisseau (comparatif sur les mêmes segments)

**Différentiation** paroi et tissu péri-veineux

**Complication** : disruption pariétale, hématome périveineux,  
halo inflammatoire, perforation, FAV, lymphocèle

**Facteurs de reperméation avant procédure:**

diamètre, épaisseur pariétale, reflux JSF ou SP

**Facteurs de reperméation après procédure:**

fibrinolyse, thrombus, ectasie, disruption pariétale, reflux de la JSF, FAV

**Zone de transition thermique** : siège, nette / floue

**Pole inférieur** : distance du point de ponction

# Population

## 93 Pts / 100 Prévus

- **93 Patients : 63 Femmes / 30 Hommes**
- **85 GVS / 8 PVS**
- **52,8 +/- 13,9 ans**
- **IMC 25,9 +/- 4,75**
- **C1-100 %, C2-97 %, C3-66 %, C4-11,8%,  
C5-4,3 %, C6-1%**
- **1 saphène/patient**  
→ **Puissance // critères cliniques**
- **MPO, 1/mois → M1-M6**
- **980 nm et 1500 nm, fibre nue 600 µm**

# INCLUSION - EXCLUSION

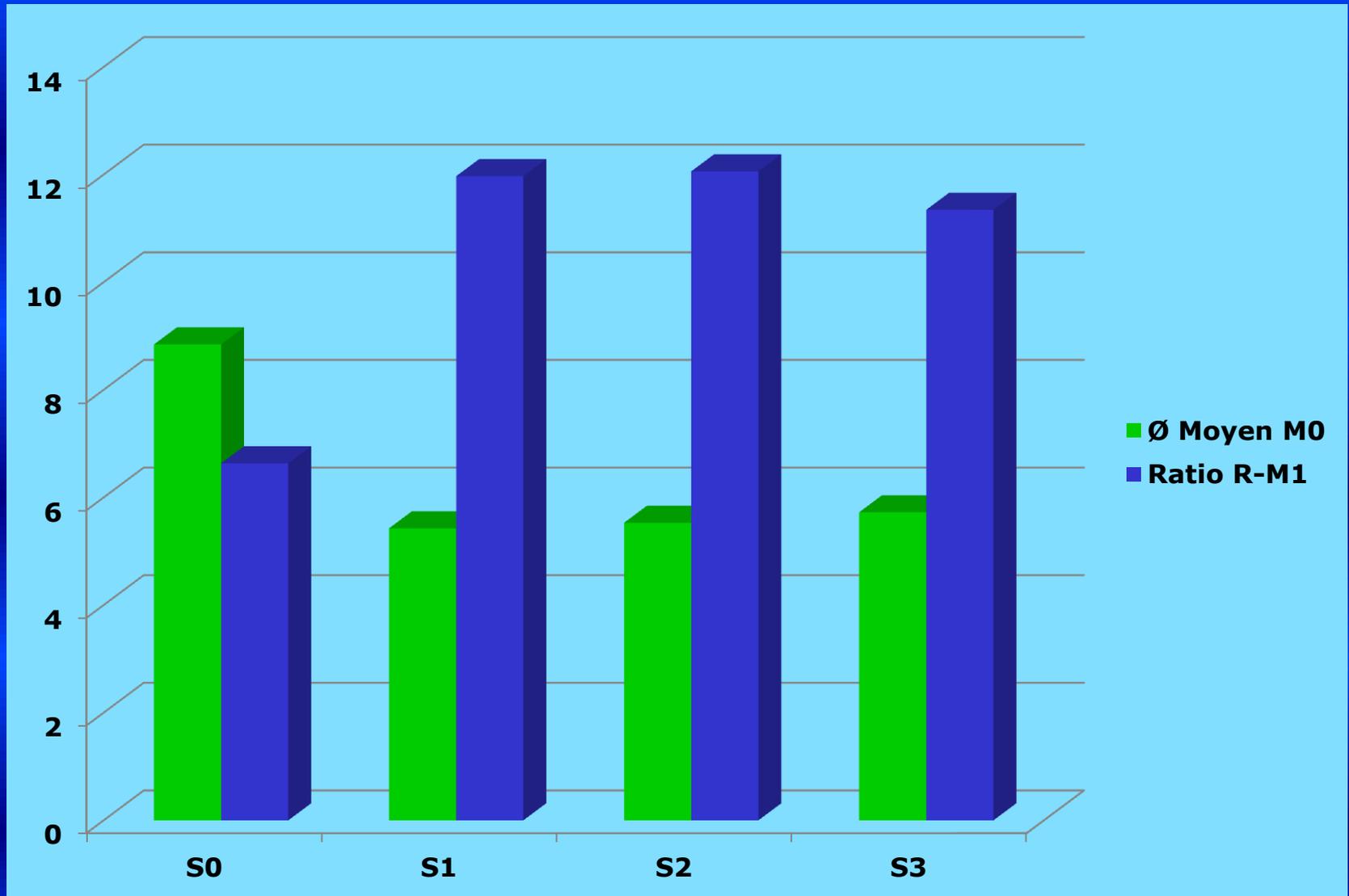
## INCLUSION

- INCONTINENCE SAPHÈNE GVS OU PVS
- DYSTROPHIQUE
- REFLUX > 2 SECONDES
- REFLUX > 15 CM/S EN AMPLITUDE
- 1 SAPHÈNE / PATIENT

## EXCLUSION

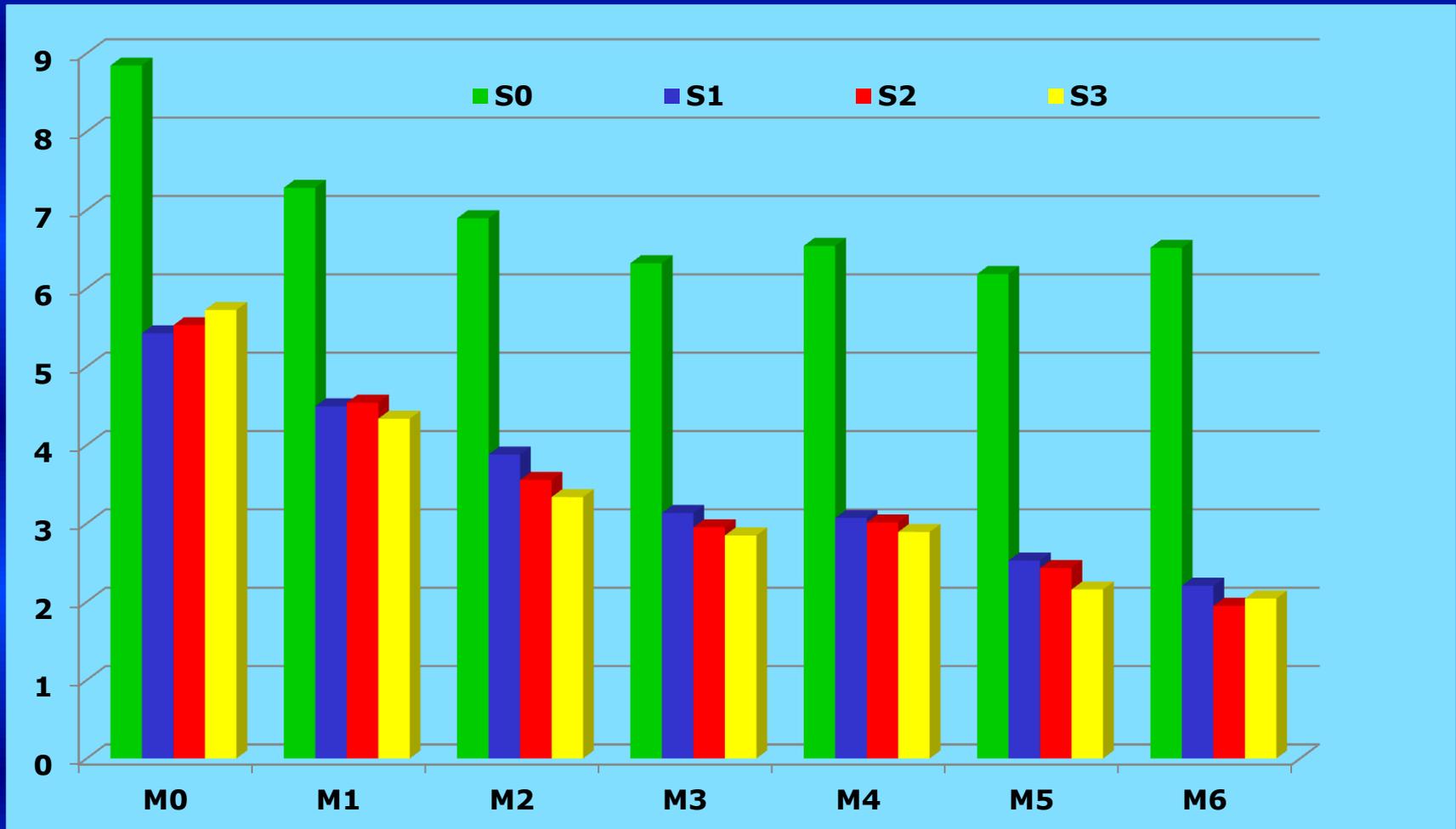
- ALTERATION ÉTAT GÉNÉRAL
- THROMBOSE EVOLUTIVE PROFONDE OU SUPERFICIELLE
- INFECTION EVOLUTIVE
- GROSSESSE EVOLUTIVE
- THROMBOPHILE
- ALLERGIE AUX ANESTHESIQUES
- HYPOCOAGULABILITE SEVERE
- DIFFICULTE AU CATHETERISME

# Ratio R = LEED (J/cm) / Ø mm



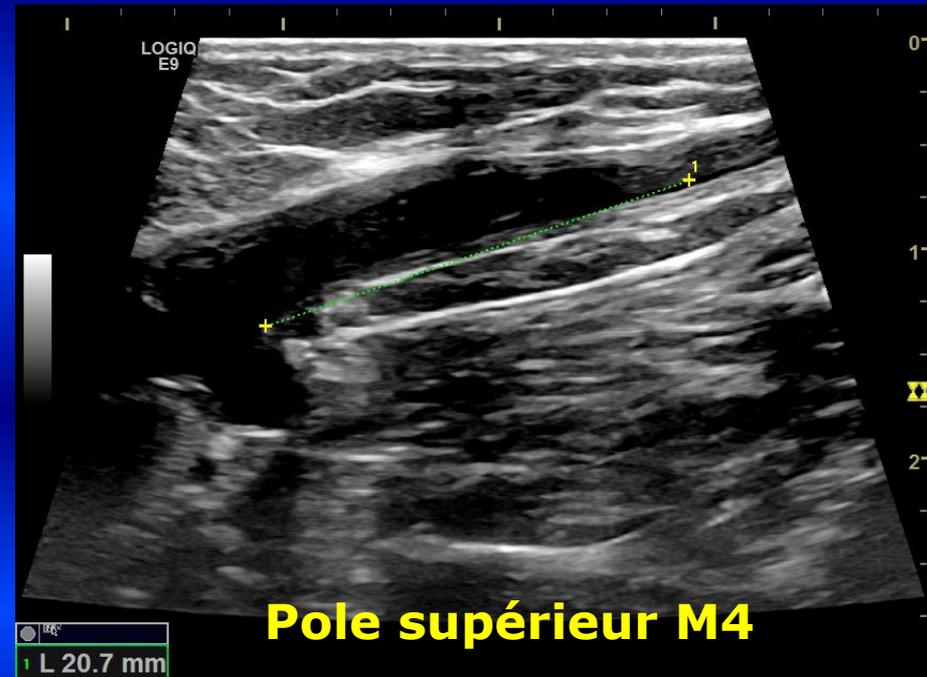
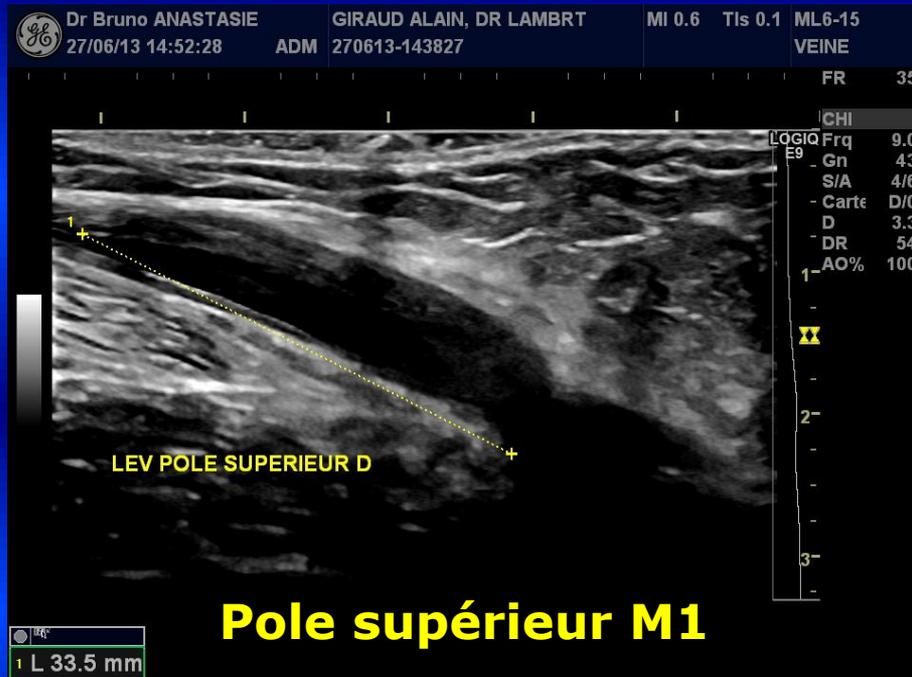
# Résultats Diamètres (mm)

## Marquage $M_0 \rightarrow M_6$

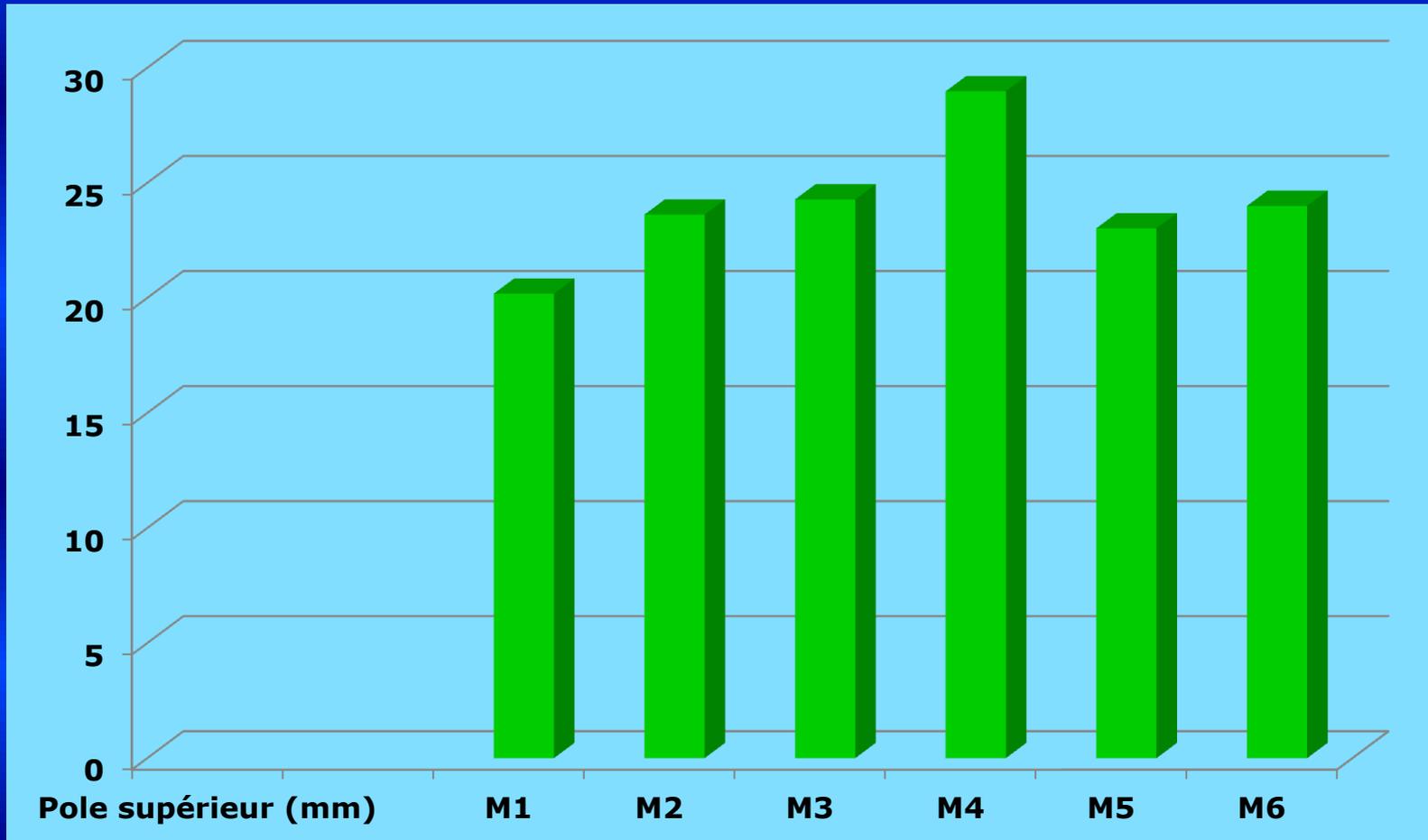


# Analyse échographique du pole supérieur

## Ascension du pole supérieur

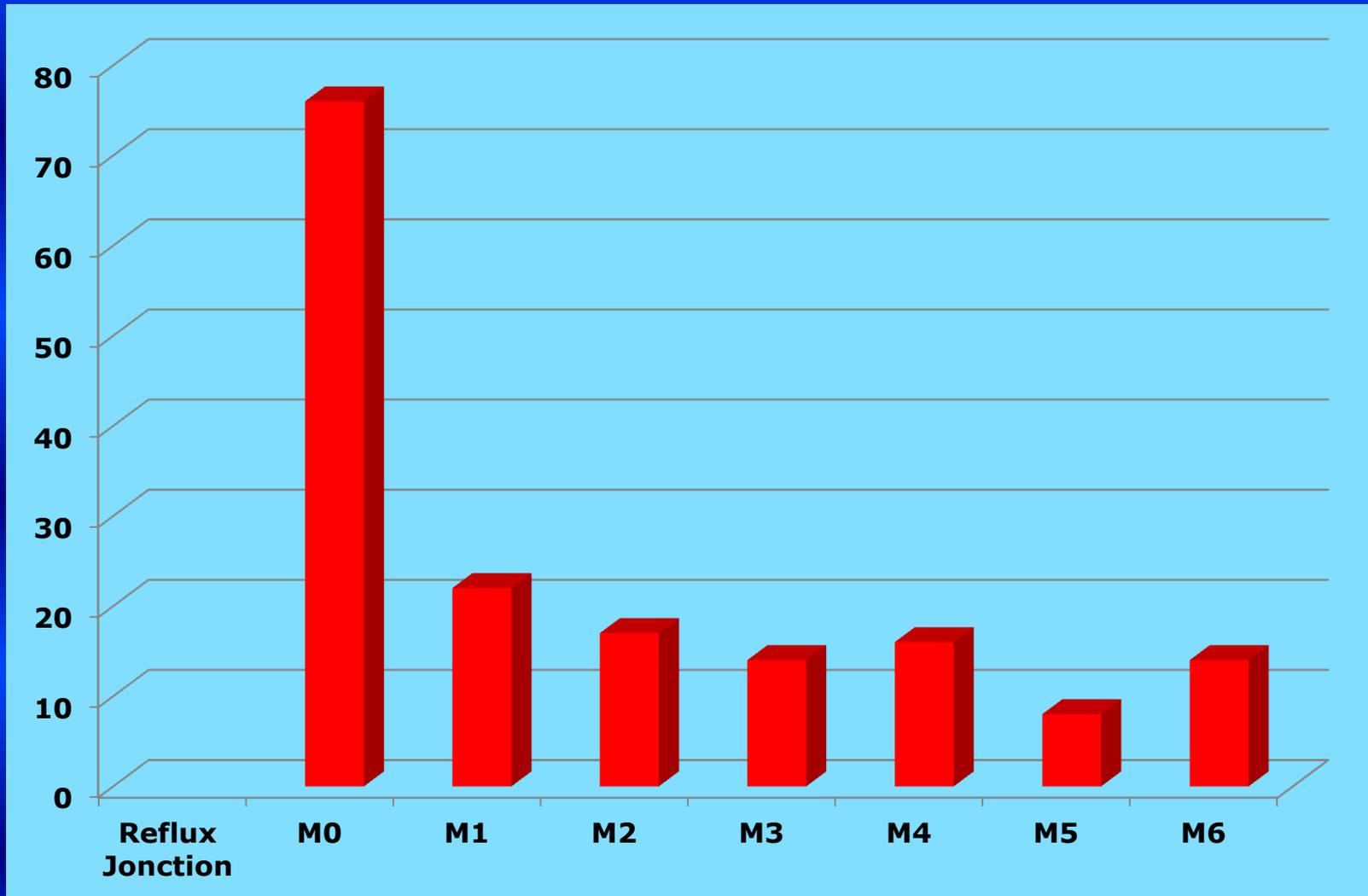


# Résultats : Pôle supérieur (mm) Marquage $M_0 \rightarrow M_6$

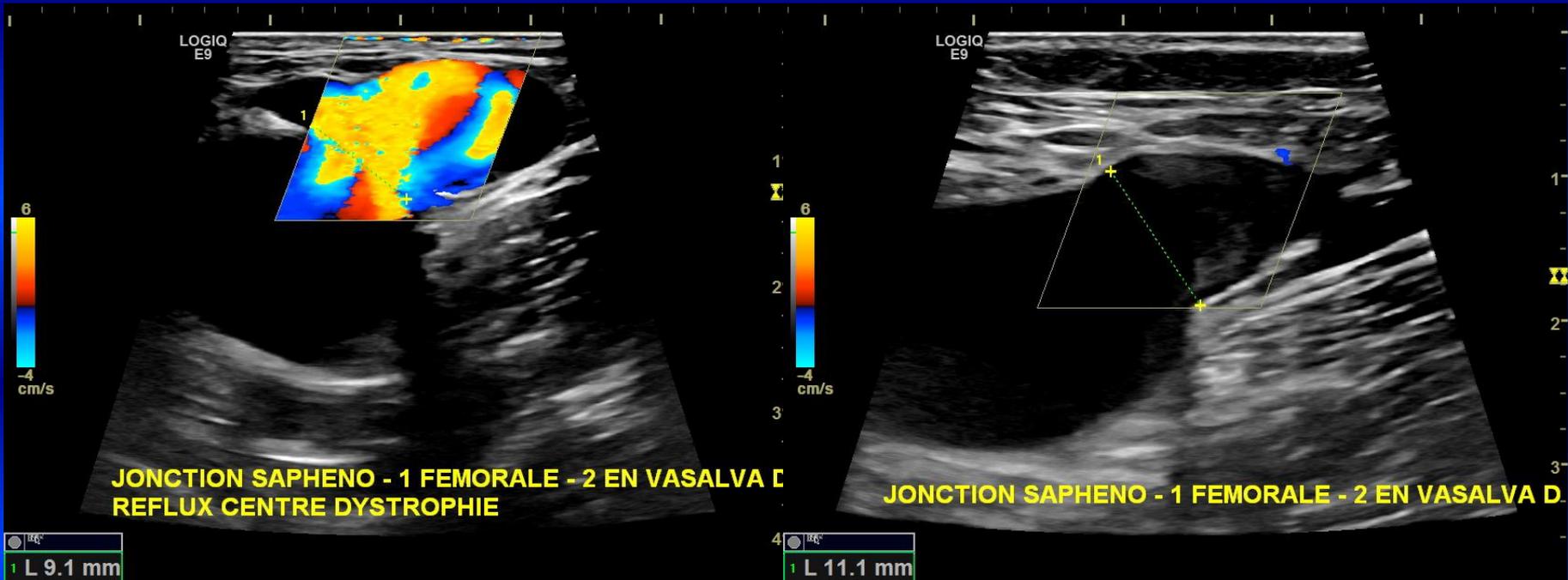


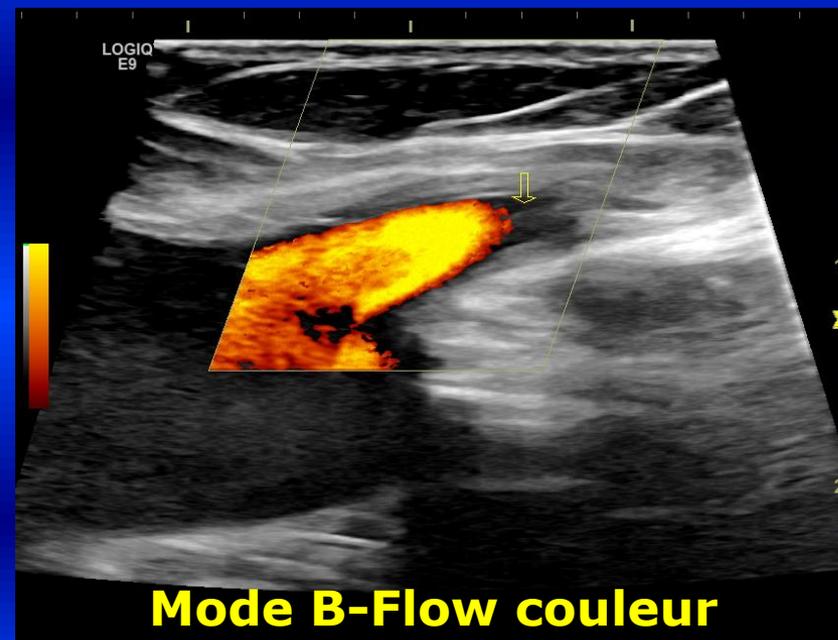
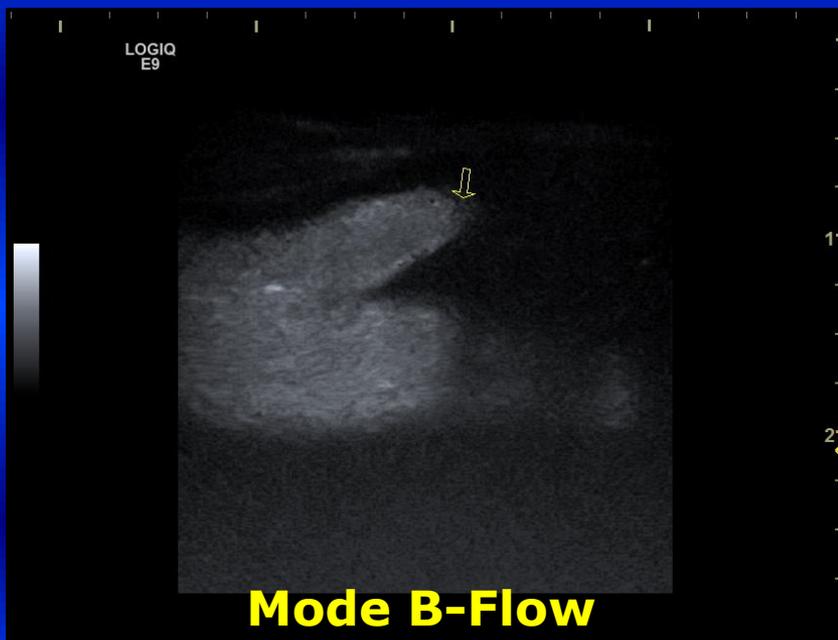
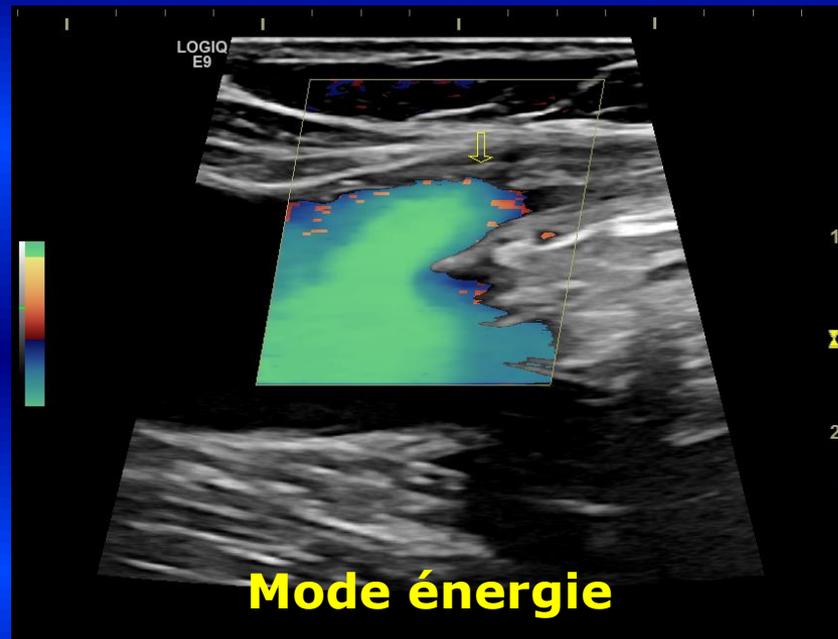
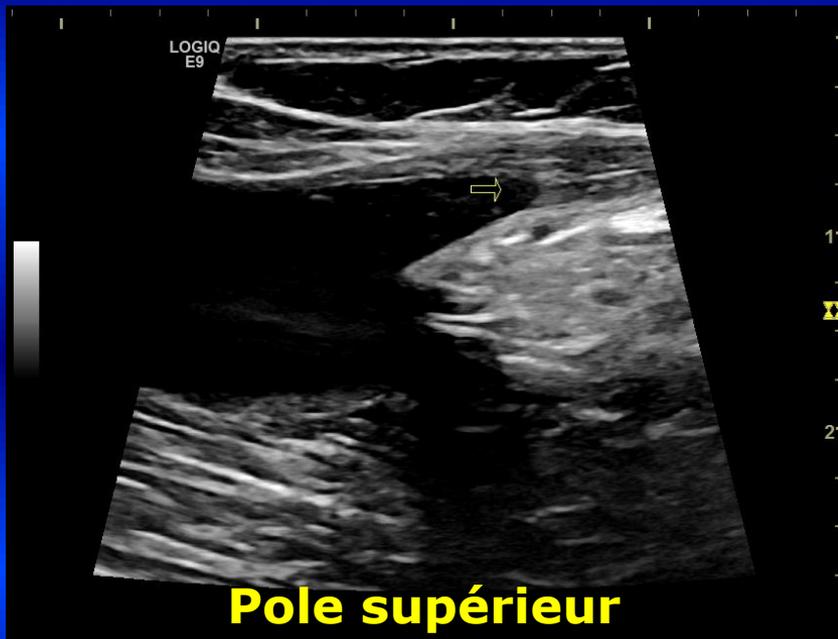
**Pôle Inférieur  $M_1 \rightarrow M_6$  : 63 +/- 106 mm**

# Résultats: % de Reflux-jonction



# Mesure de la Jonction En imagerie 2D +++ Au ras de la veine fémorale



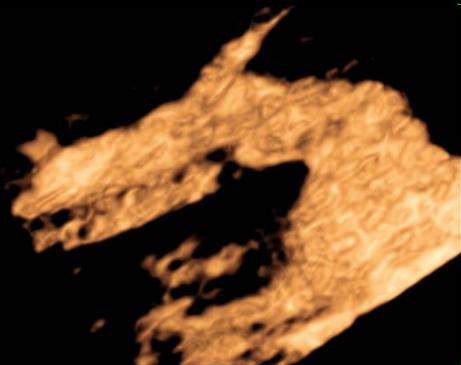




Dr ANASTASIE - LOGIQ 9  
07/12/06 15:57:37 ADM

MI 0.5 TIs 0.2 4D10L  
LEV

B  
Frq 10.0 MHz  
Gn 43  
S/A 0/4  
Carte I/O/O  
  
DR 60  
  
AO 100 %  
Q Hi2S  
A 19  
VR 0.0 Hz



LEV POLE SUPERIEUR GVS G M1

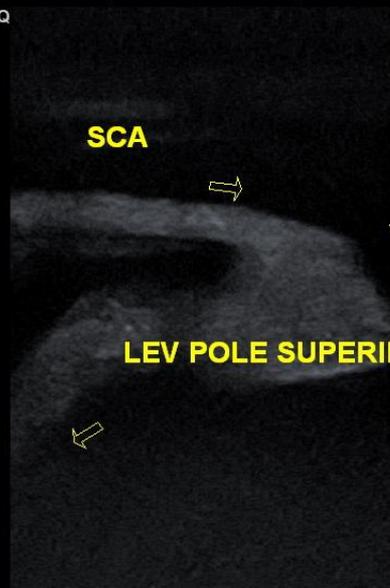
**Pole supérieur Mode 4D**

22/01/14

LOGIQ  
E9

SCA

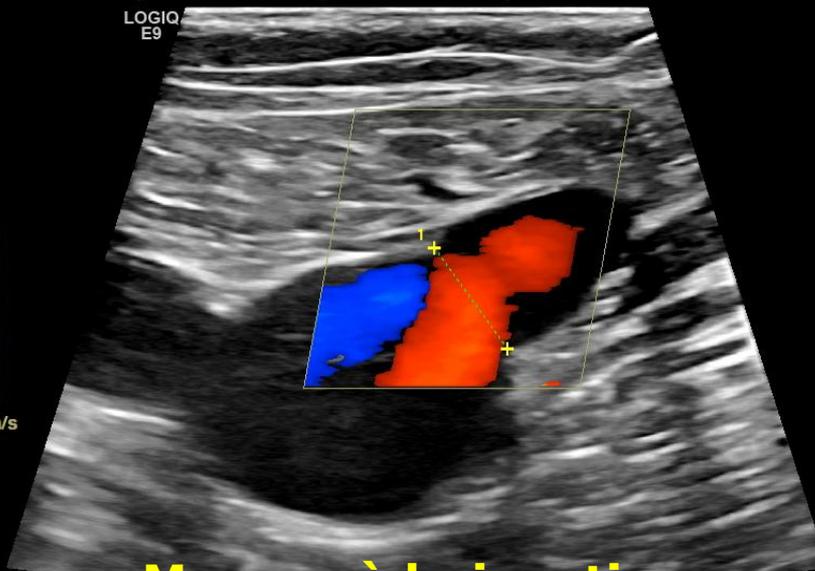
LEV POLE SUPERIEUR



**Pole supérieur Mode B Flow**

LOGIQ  
E9

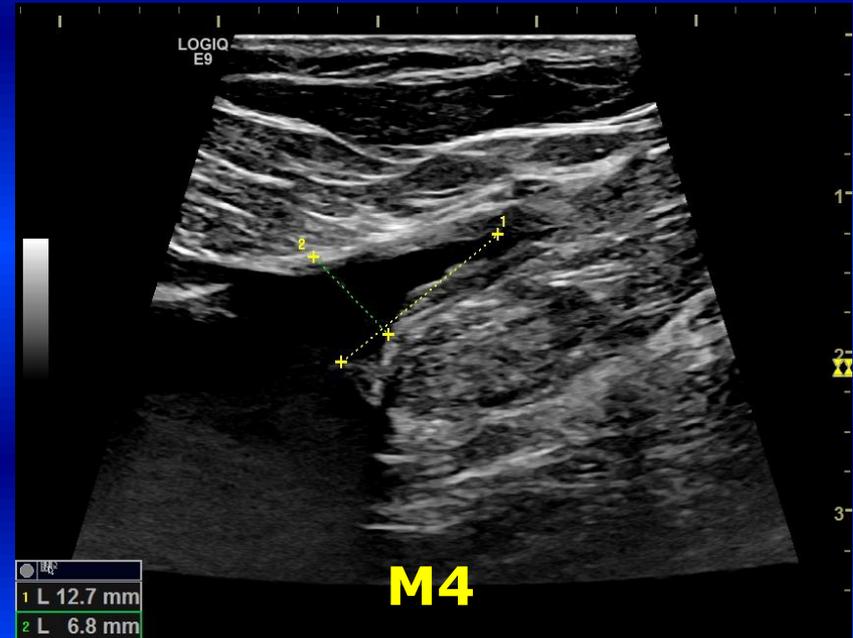
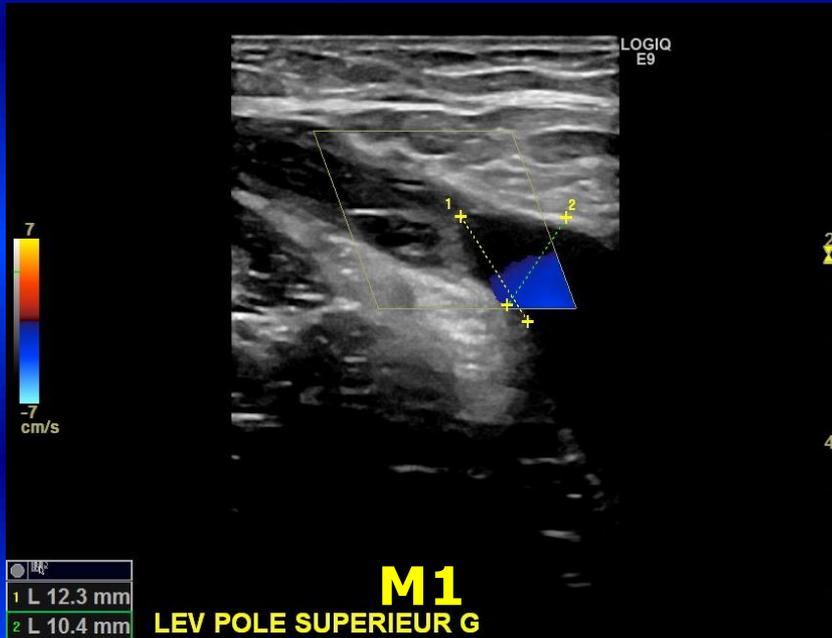
6  
-4  
cm/s

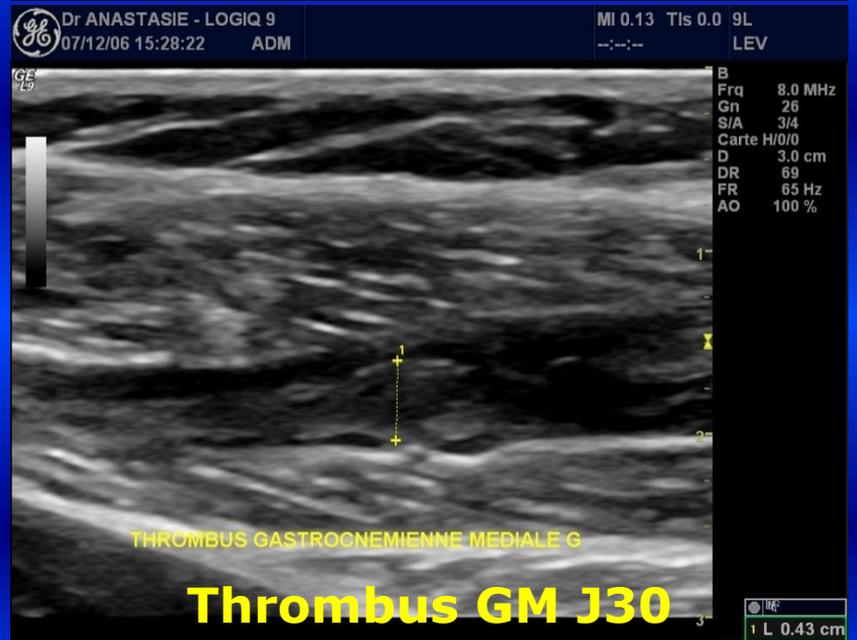
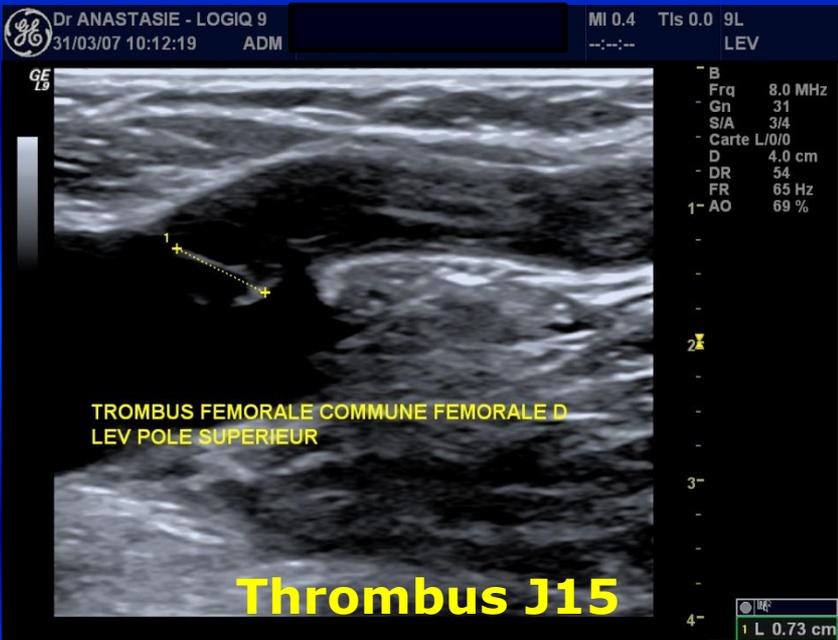
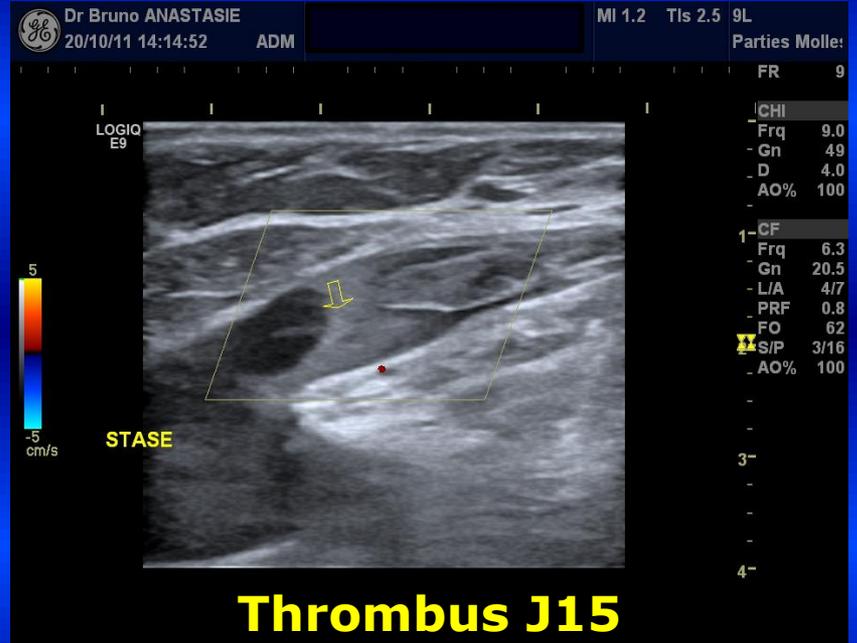
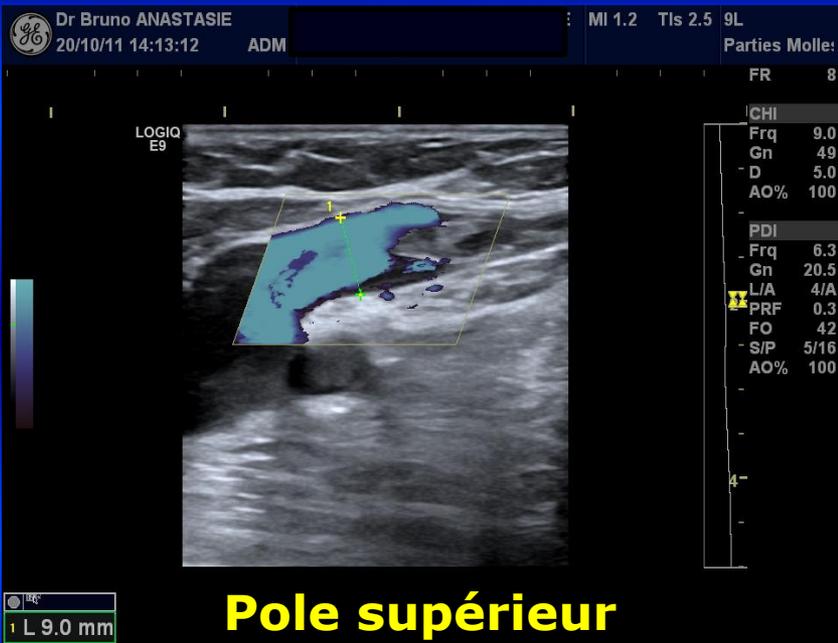


**Mesure à la jonction**

1 L 6.9 mm

# Suivi échographique Pole supérieur

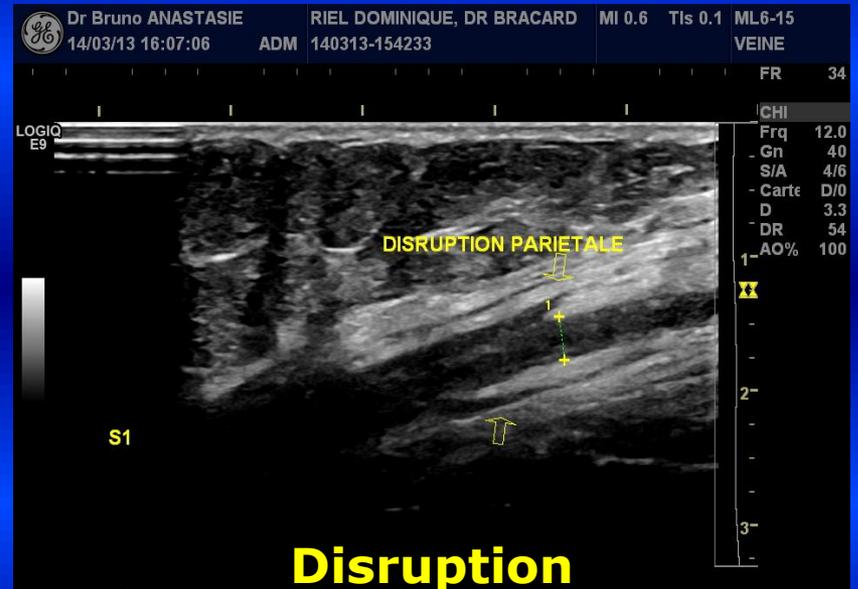
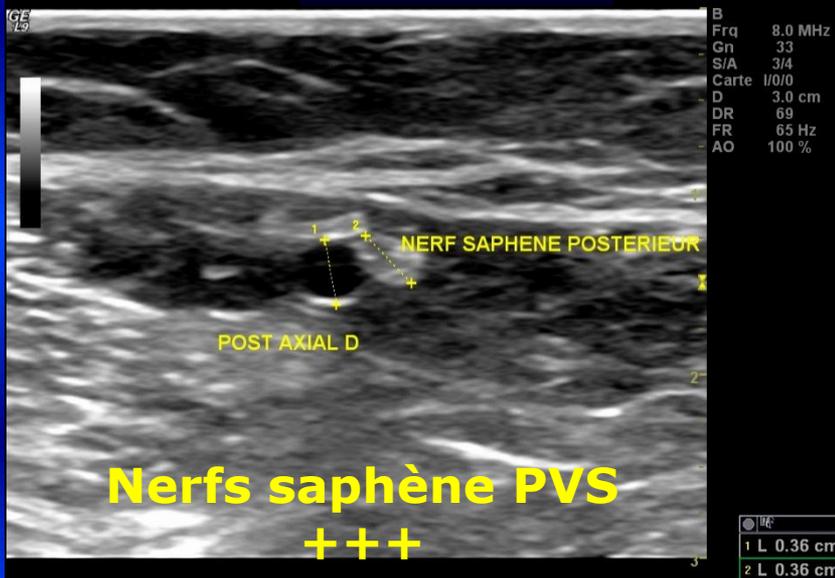




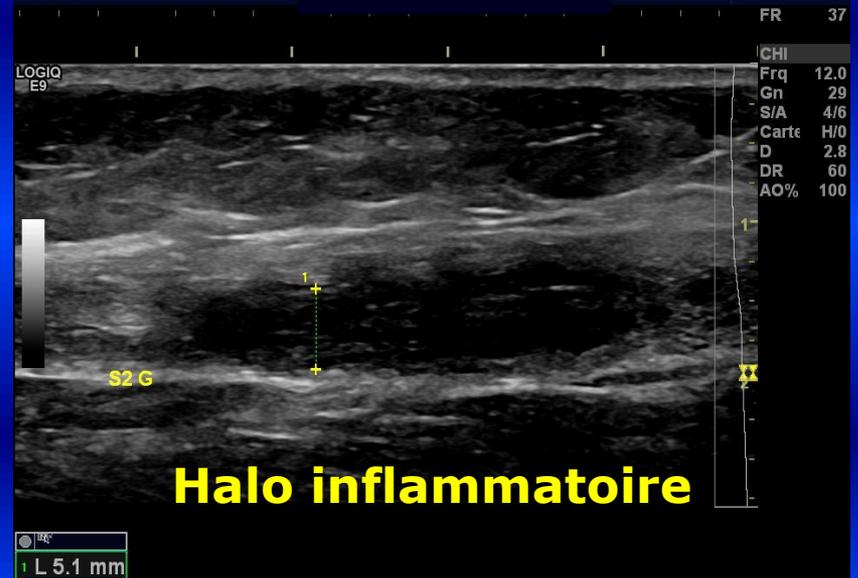
# Hyperalgie : 4 Facteurs



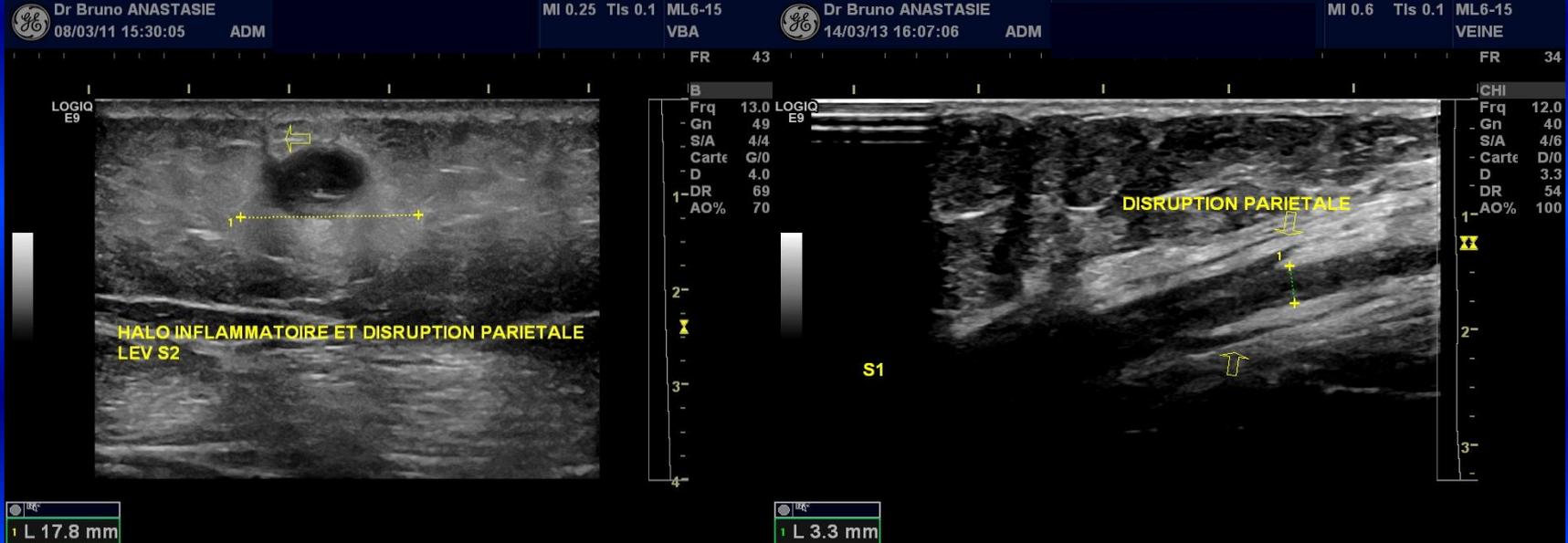
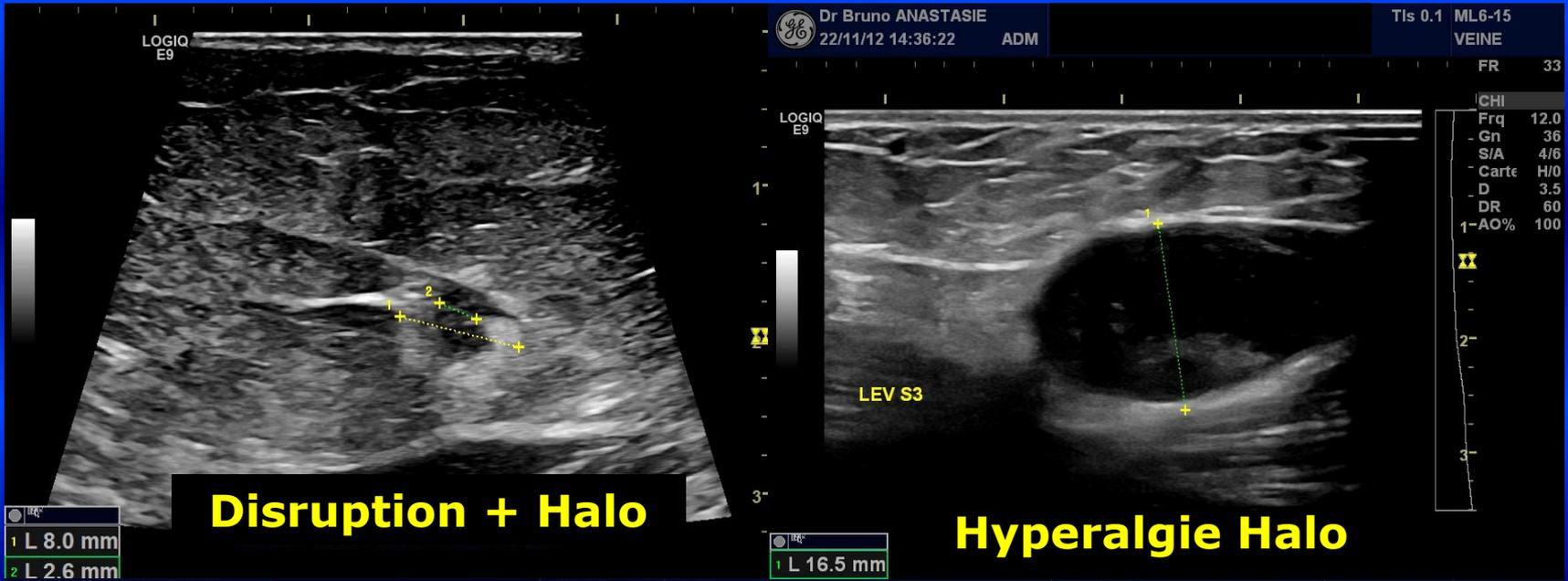
1 L 7.2 mm S3 G  
Dr ANASTASIE - LOGIQ 9 0.13 Tls 0.0 9L  
09/11/06 14:37:56 ADM LEV



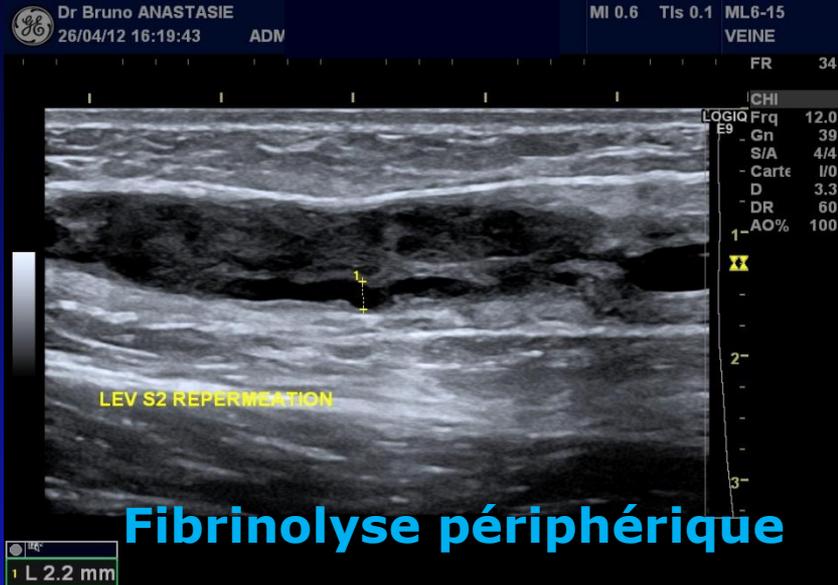
1 L 3.3 mm  
Dr Bruno ANASTASIE II 0.7 Tls 0.3 ML6-15  
27/11/12 13:58:06 ADM VEINE FR 37



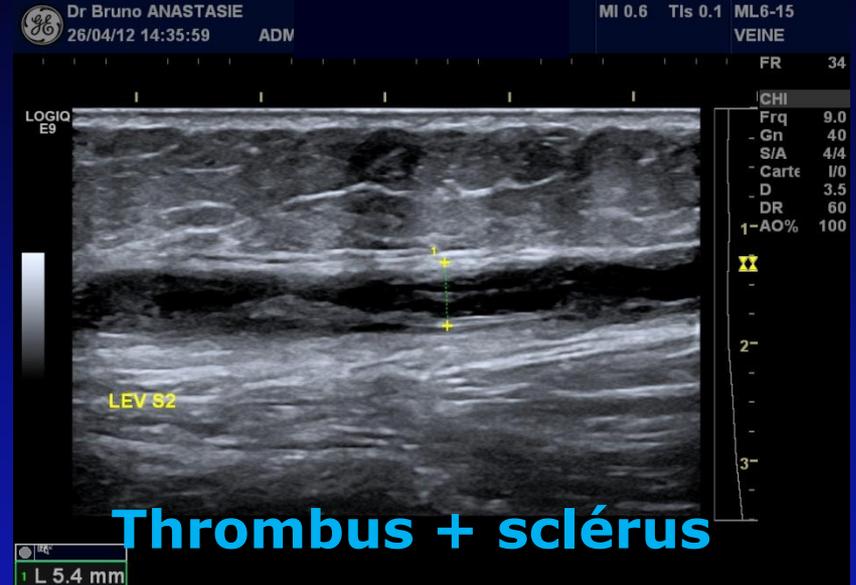
# Disruption pariétale, Halo hyperéchogène



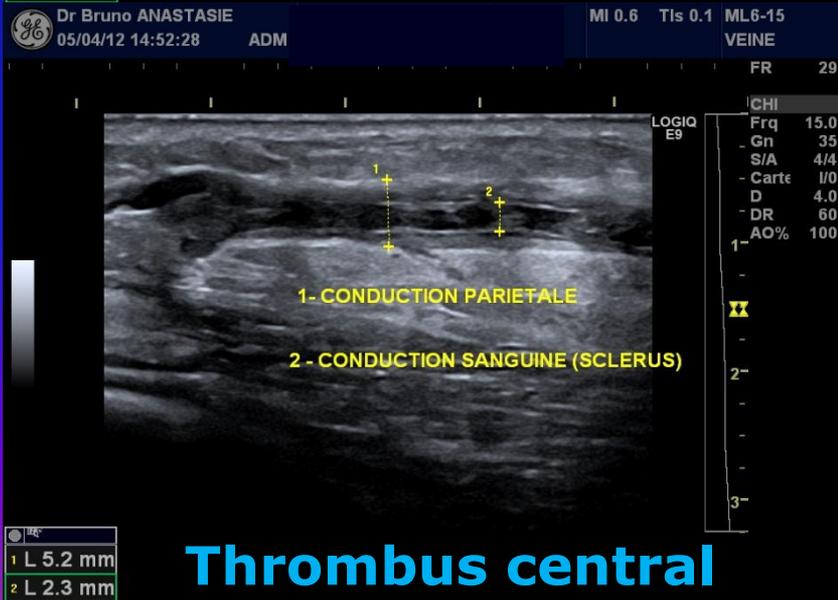
# Reperméation : échographie prédictive ?



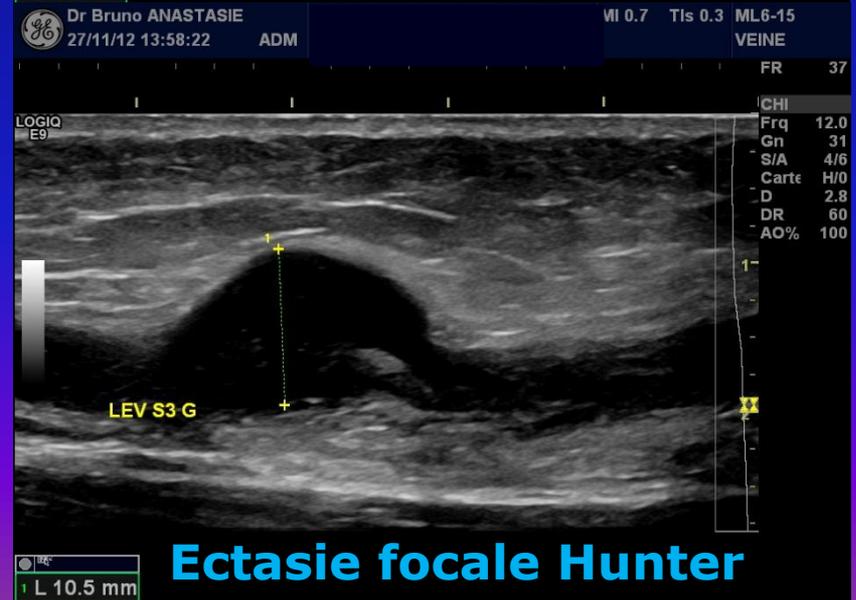
Fibrinolyse périphérique



Thrombus + scléris

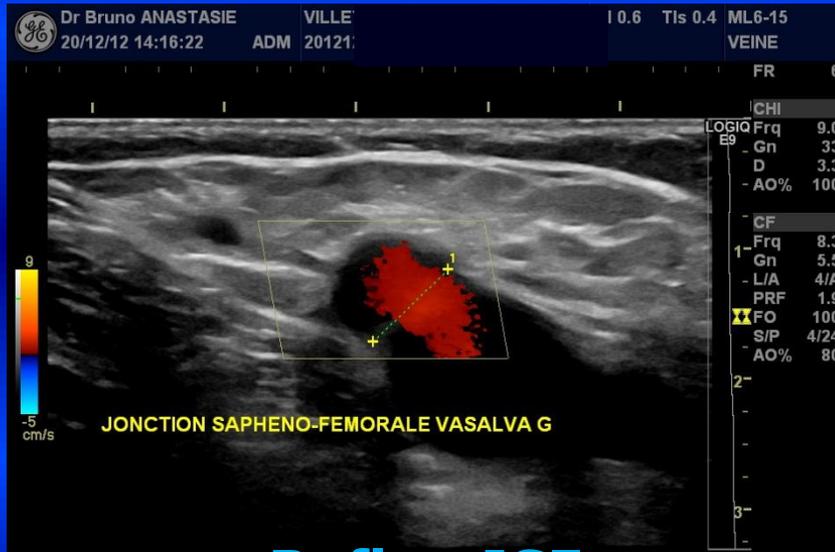


Thrombus central



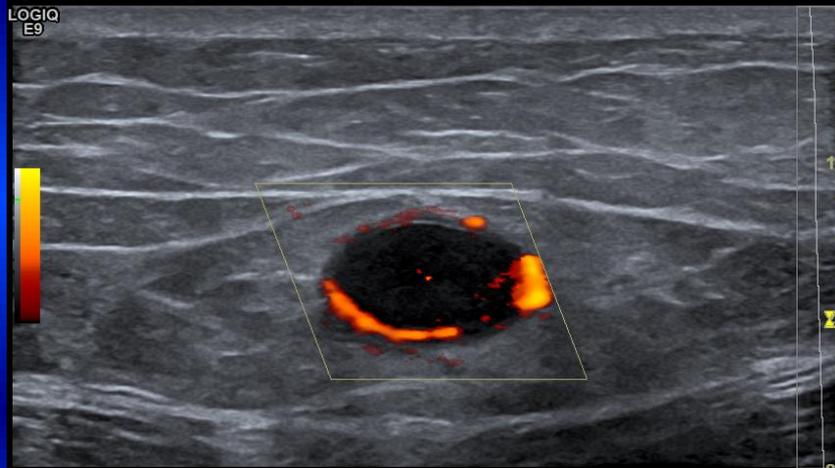
Ectasie focale Hunter

# Reperméation : échographie prédictive ?



**Reflux JSF**

LOGIQ E9  
L 7.9 mm

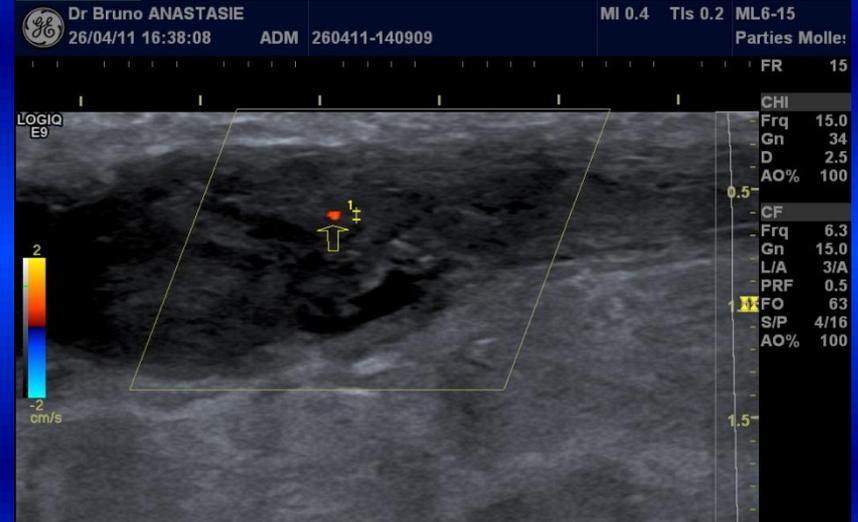


**FAV périphérique**



**Disruption + halo inflammatoire**

LOGIQ E9  
L 17.8 mm

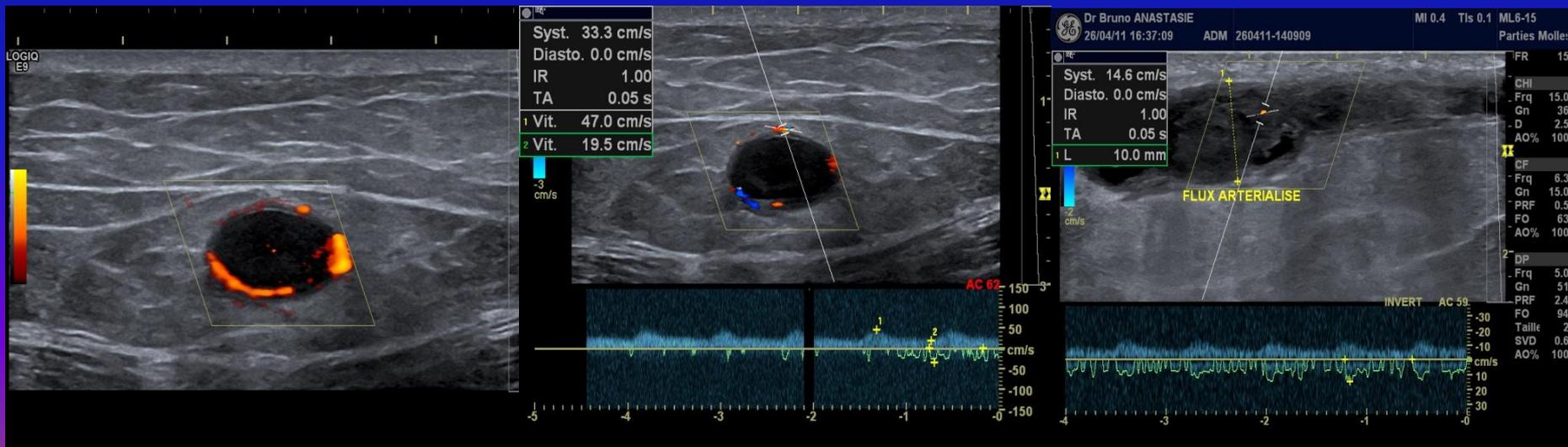


**FAV centrale**

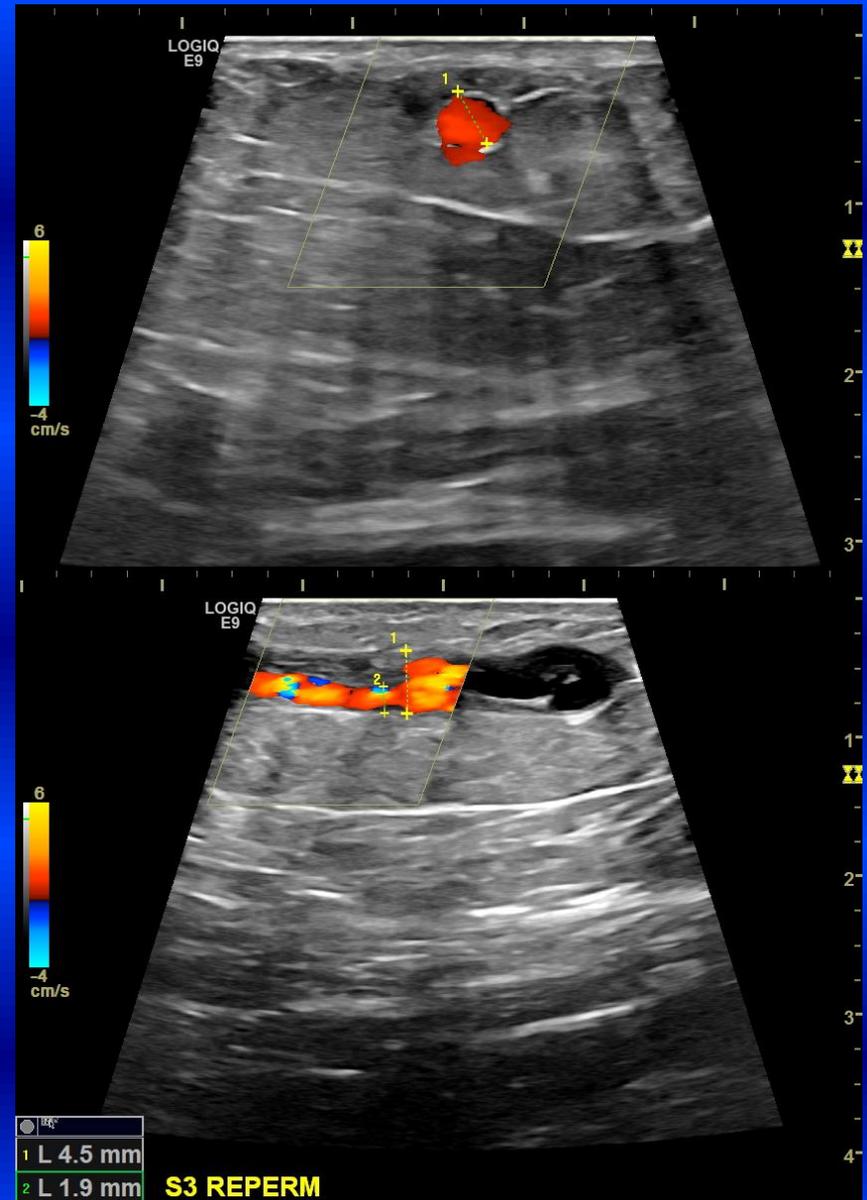
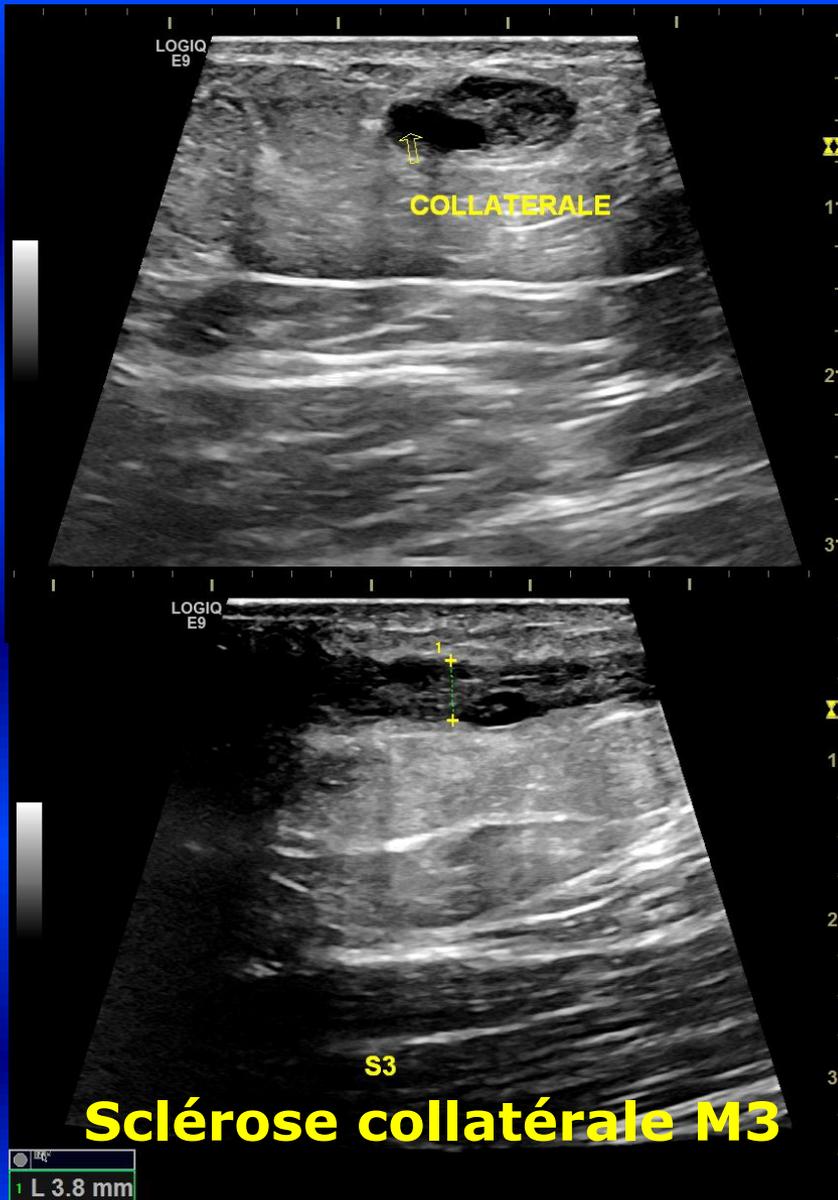
LOGIQ E9  
L 0.4 mm

# Effets indésirables : FAV

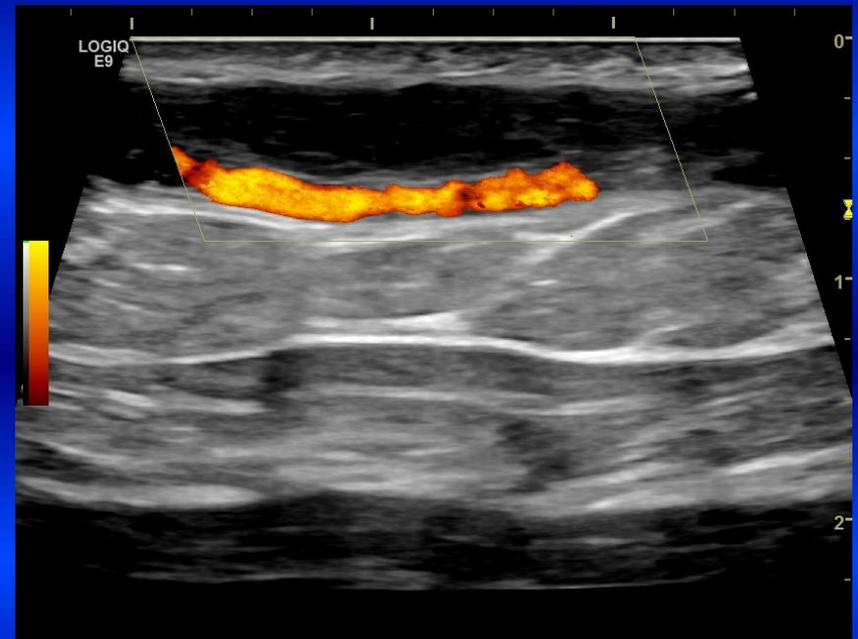
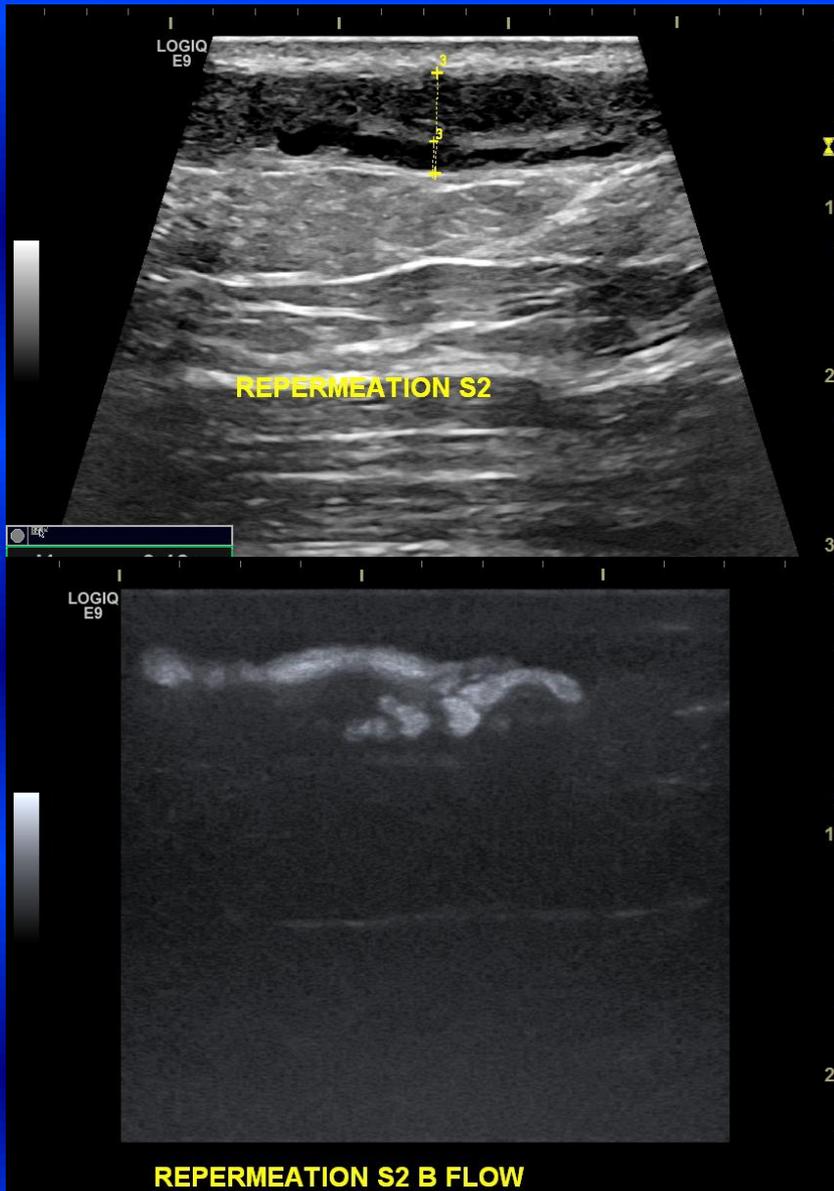
Timperman 2004	Creux poplité	PVS
Labropoulos 2006	102 (46 RF/ 56 LEV)	5 % - Ø 2,2 mm - Réc. ?
Theivacumar 2007	3 GVS/2 PVS 3 involuées	Rupture pariétale
Eidson 2008	1 Anévrisme GVS - M15	Ligature chirurgicale
Vaz 2009	Branche artère poplitée	PVS
Yildirim 2008	Br art fémorale sup	GVS (ligatures)
Ziporin 2008	Iliaque externe	GVS (ligature + stent)
Rudarakanchana 2012	<b>GSV</b> <b>1 LEV / 2 RF</b>	<b>GSV ligature</b>



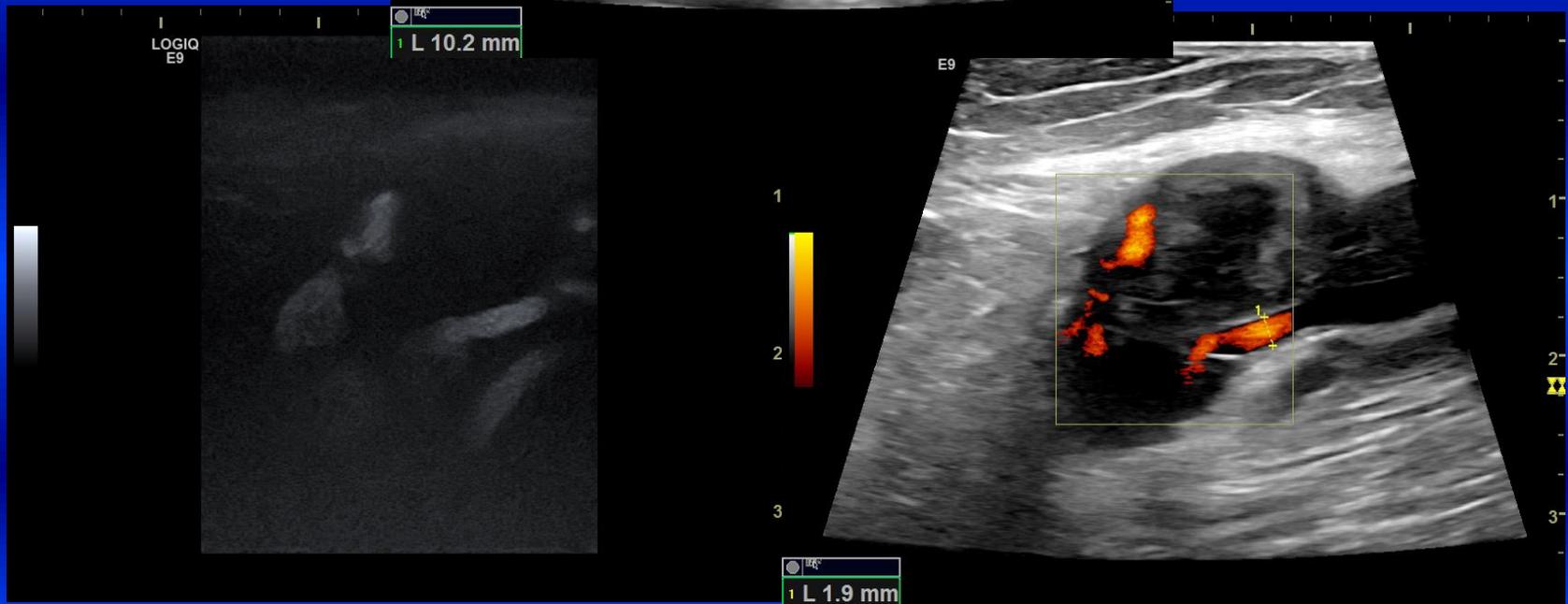
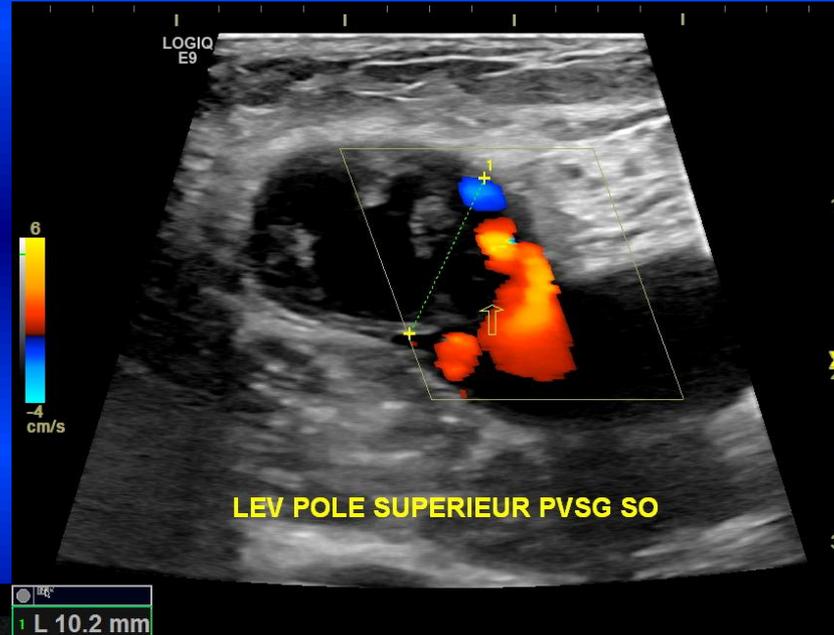
# Reperméation → Echo-sclérose



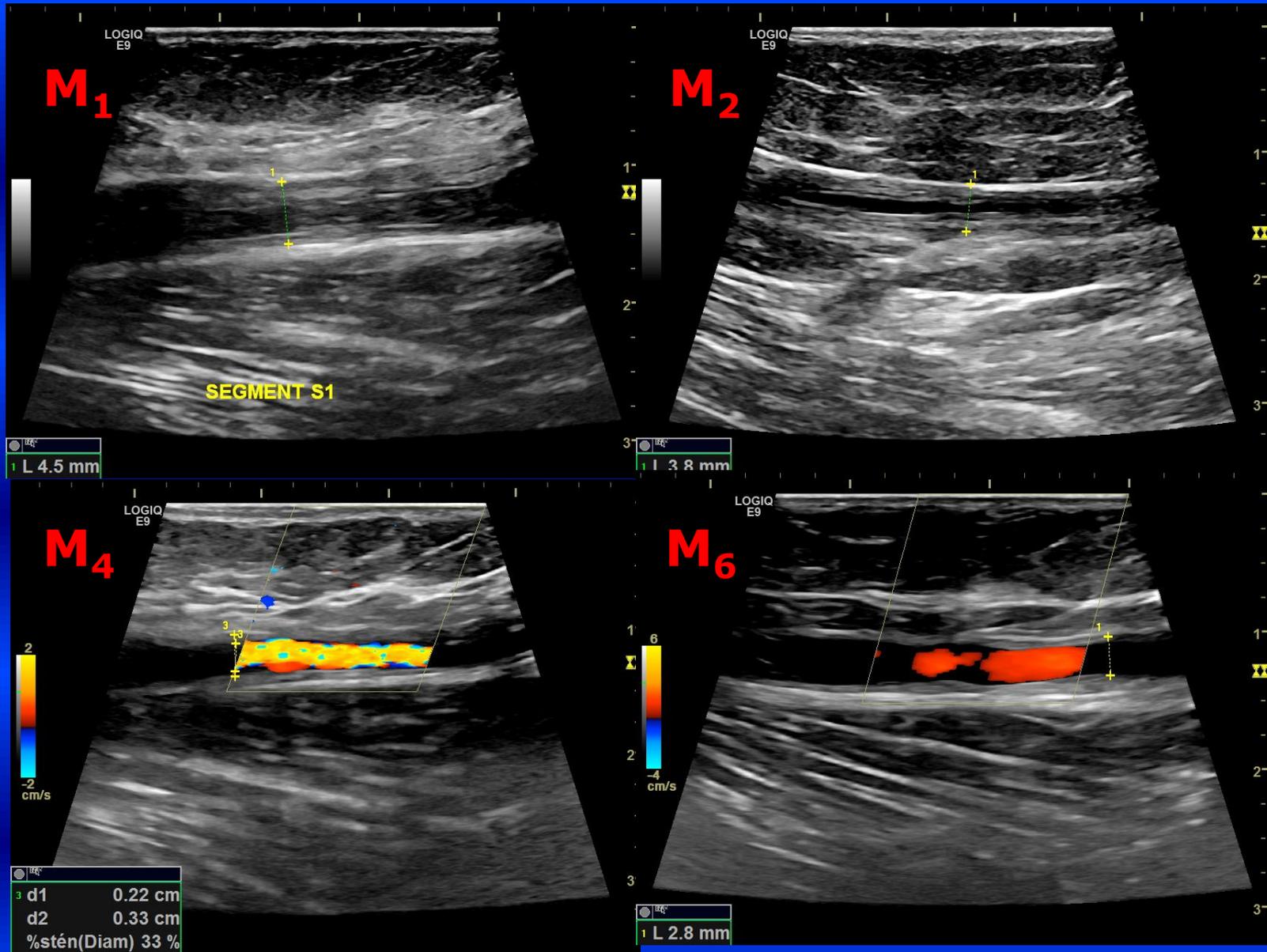
# Repermeation → B-Flow

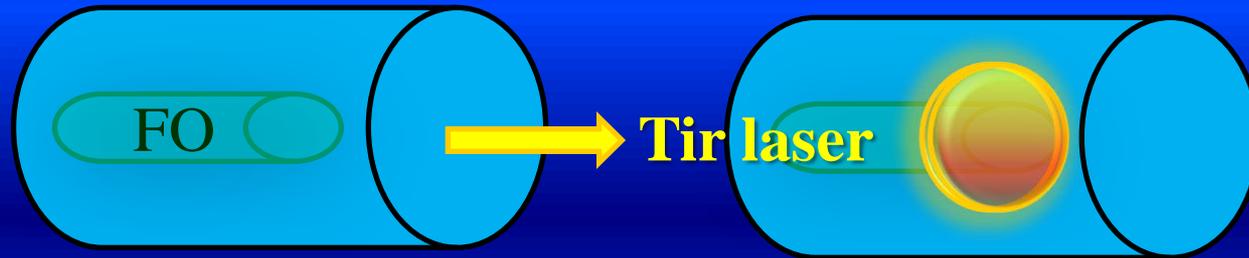


# Reperméation → B-Flow

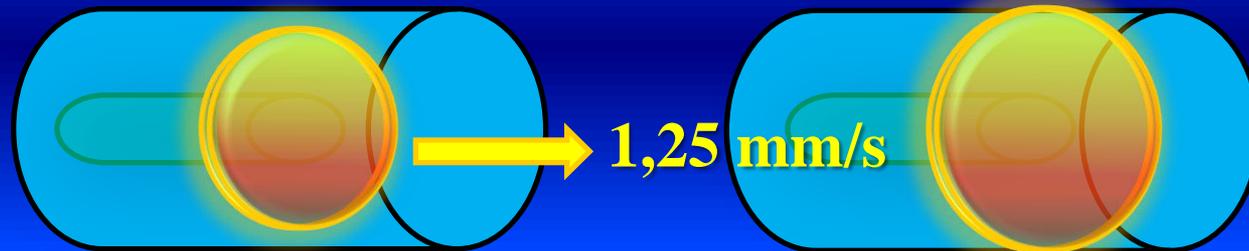


# Reperméation $M_1$ - $M_6$ (Segment $S_1$ )





**Etape optique : volume primaire**



**Etape Thermique: volume secondaire**

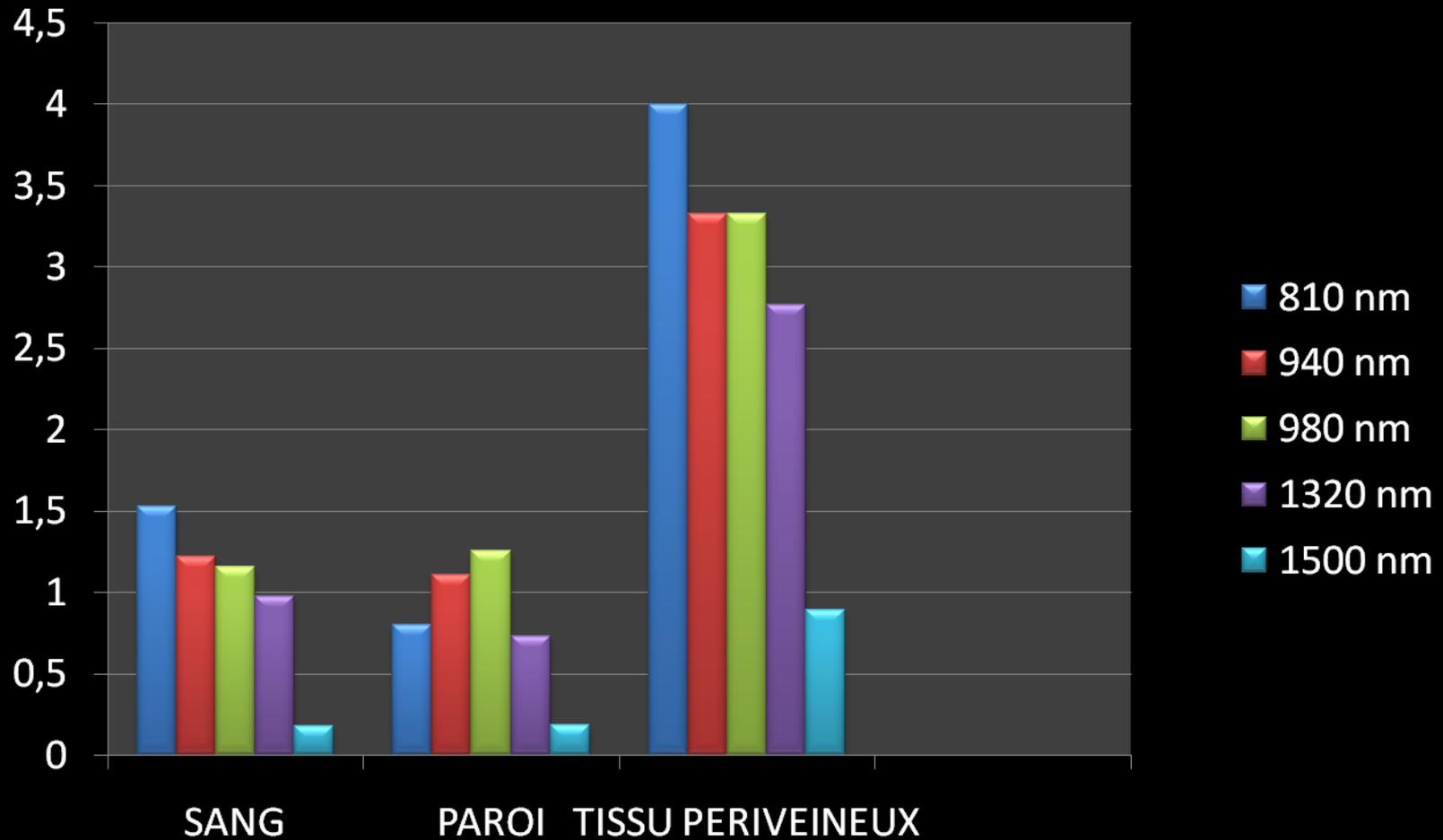
*Une irradiation à 2,7 fois le temps de relaxation thermique ( $TrT$ ) permet d'atteindre la paroi*

# LEV Modèle théorique

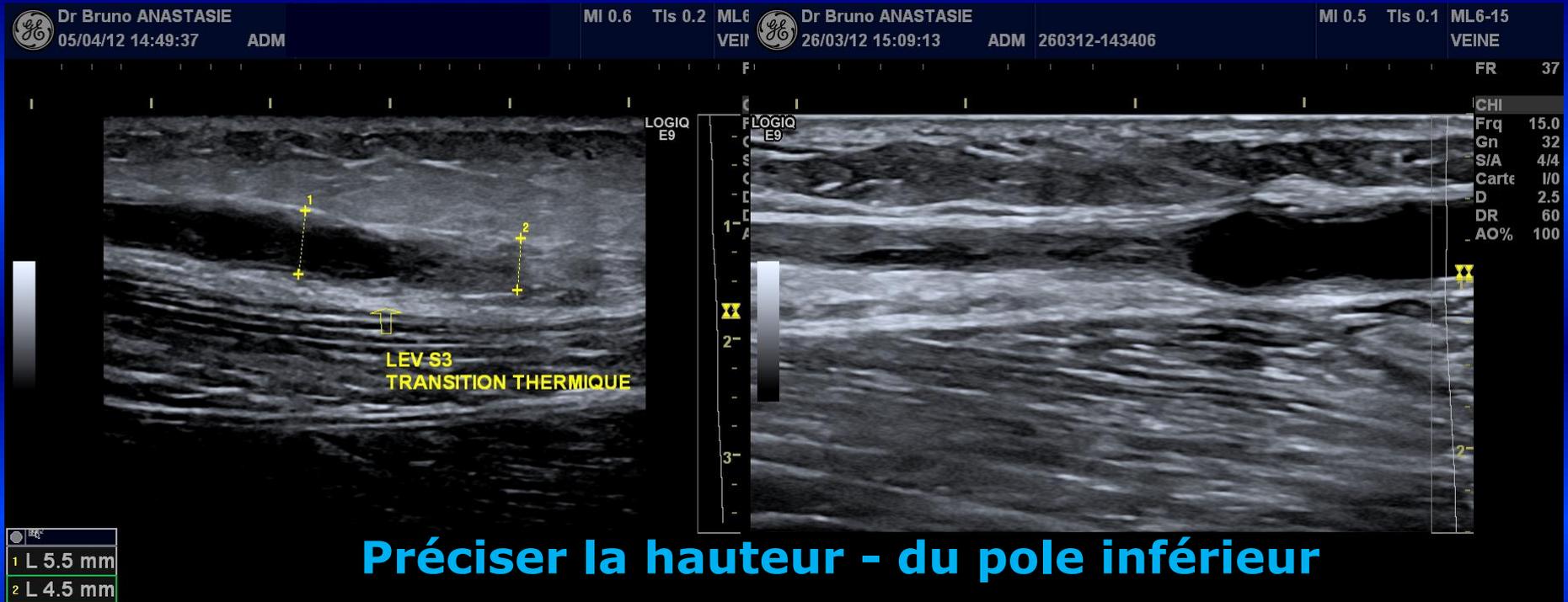
## Conversion de la lumière en chaleur

- Coefficient d'absorption  $\mu_a$  et diffusion  $\mu_s$  ( $\text{cm}^{-1}$ )
- **$\delta$  (cm) = 1 /  $\mu$  eff = 1 / [  $\sqrt{3} \mu_a (\mu_a + \mu'_s)$  ]**  
 $\{\mu'_s = \mu_s (1-g)\}$
- Conversion de la lumière en chaleur sur 1,4 à 2 mm
- Définition d'un « volume primaire »
-  Transfert de chaleur  
Conductivité, Convection → GVS Jambe +++

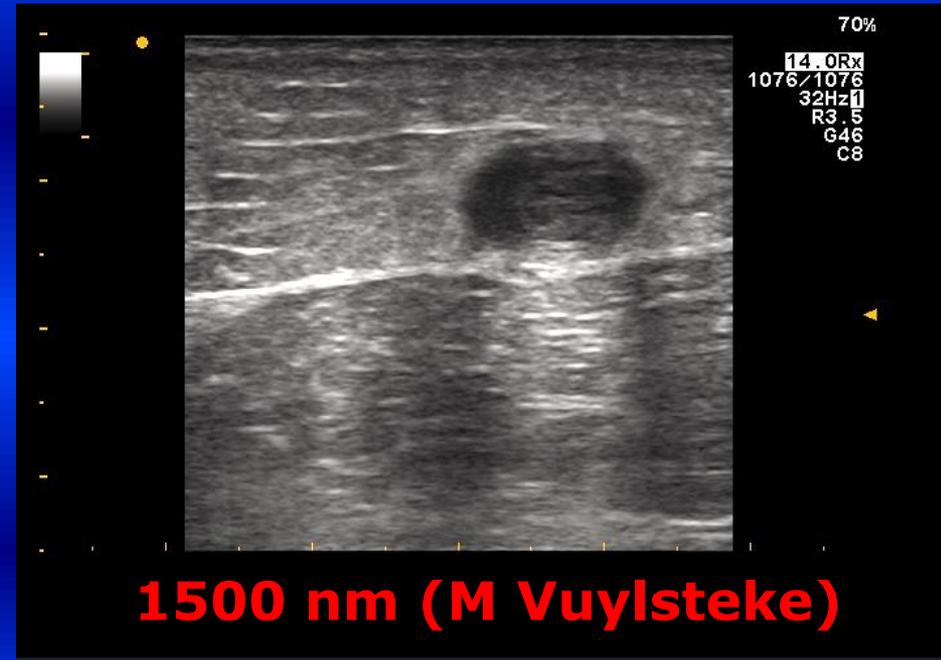
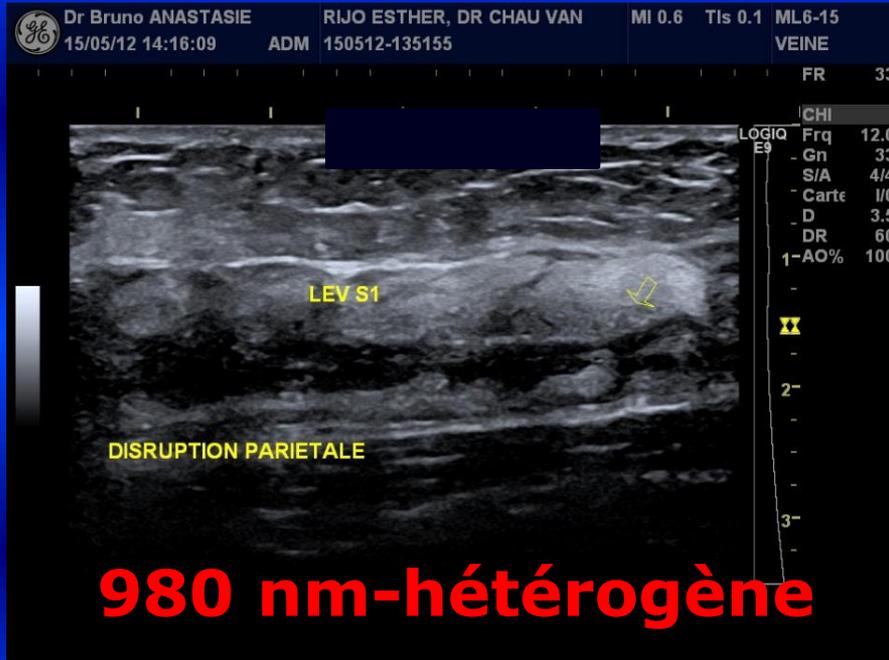
$$\delta = 1 / \mu_{\text{eff}} = 1 / \sqrt{3} \mu_a (\mu_a + \mu'_s)$$



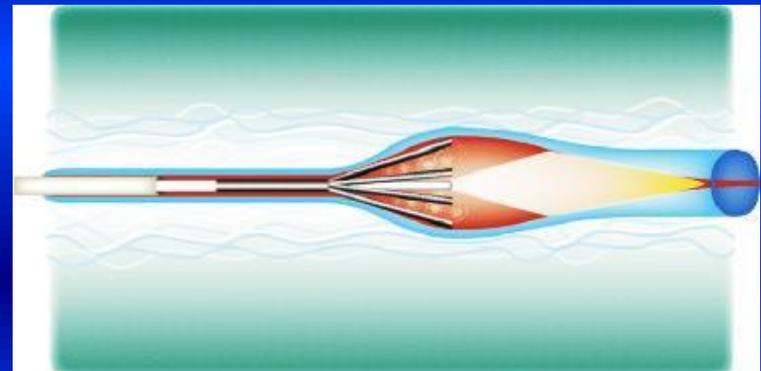
# Zone de transition thermique genou ++



# Longueur d'onde, fibre caractéristiques échographiques?



**Fibre radiaire  
(Tulip fiber)**



# Histologie - Paramètres Laser

- **Longueur d'onde  $\lambda$**
- **Fluence = Energie / Surface ( $\text{J}/\text{cm}^2$ )** →  $\emptyset$  Fibre
- **Temps d'émission (s)** → Puissance crête (W) → Irradiance
- **LEED ( $\text{J}/\text{cm}$ )**
- **Temps de pause (s) < TrT** → **Augmentation de température**
- **Modalités de retrait** : continu, discontinu
- **Vitesse de retrait de fibre ( $\text{mm}/\text{s}$ )**
- **Direction du faisceau laser** : luminale, pariétale
- **Distribution spatiale de la lumière** : fibre nue ou radiaire
- **Contenu veineux** : sang « diffuseur thermique » (polyglobulie, inflammation, fibrynolyse) ,  $\lambda$  (810 nm ++)  
≠ RF (vider la veine)
- **Contenant veineux** : épaisseur pariétale, structure histologique (richesse en collagène), diamètre

# Histochimie

*Endovascular laser-tissue interactions and biological responses in relation to endovenous laser therapy*

*Heger M & Coll, Lasers Med Sci. 2013 Nov 15*

## Phase précoce obliteration et remodelage (0-7j)

### Réponse photothermique proportionnelle au volume thermique secondaire :

- 1) Formation d'un coagulum « thermique (sphérocytose, fragmentation érythrocytaire) → agrégation+ activation plaquettaire (hémostase primaire) → activation coagulation (fibrinoformation - hémostase secondaire)
- 2) Coagulation thermique secondaire
- 3) Dénaturation protéines (60 °C) → matrice extra cellulaire
- 4) Activation endothéliale, mort cellulaire
- 5) Hypoxie-anoxie
- 6) Carbonisation (> 200 °C)
- 7) Accumulation phagocytes (PnN, Macrophages, Monocytes) → facteurs chemotactiques → Angiogénèse // néo-angiogénèse à partir de la lumière et du tissu péri-adventiciel (Synthèse des facteurs chémotactiques)

# Histochimie

*Endovascular laser-tissue interactions and biological responses in relation to endovenous laser therapy*

*Heger M & Coll, Lasers Med Sci. 2013 Nov 15*

## Phase intermédiaire (8-21J)

### Phase de réponse biochimique

- Invasion cellulaire (cellules immunité et fibroblastes)
- Angiogénèse et néovascularisation
- Migration de macrophages et d'histiocytes vers l'intérieur du vaisseau
- Colonisation par les fibroblastes dans les segments de paroi nécrotiques
- Organisation du thrombus (dégradation éosinophile, infiltration endothéliale et de phagocytes)
- Formation d'une interface thrombo-intimal (Aspect trabéculaire ?)
- Colonisation des résidus carbonés par les macrophages et les PnN

# Histochimie

*Endovascular laser-tissue interactions and biological responses in relation to endovenous laser therapy*

*Heger M & Coll, Lasers Med Sci. 2013 Nov 15*

Phase tardive (21J → 4 mois)

## Phase de cicatrisation

- Colonisation des fibroblastes achevée ou fibroplasie (Thrombus et Paroi)
- Paroi envahie de Pn éosinophiles, lymphocytes et neutrophiles
- Thrombus exposé aux résidus de matrice extra cellulaire (collagène, GAG)
- Fibroplasie achevée à 4 mois transition entre inflammation et formation d'un tissu de granulation avec synthèse intensive de collagène par les fibroblastes et les myofibroblastes activés dérivés des cellules musculaires lisses provenant des segment de paroi non affectés par les dommages thermiques et de l'adventice.
- Coalescence entre le thrombus et le mur vasculaire
- Occlusion complète (4 mois) avec contraction du tissu cicatriciel
- Effet de recanalisation des anti-thrombotiques post-procédure (4,8 %)

# Histochemie

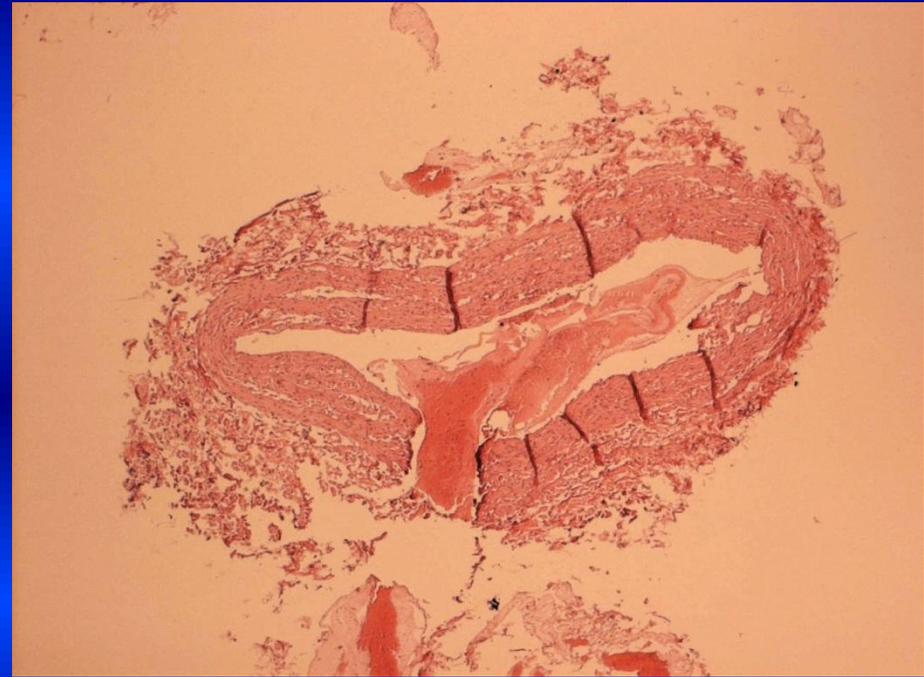
Marc Vuylsteke & Coll

*Endovenous laser treatment: a morphological study in an animal model*

*Phlebology 2009;24:166-175*



**1500 nm J0**



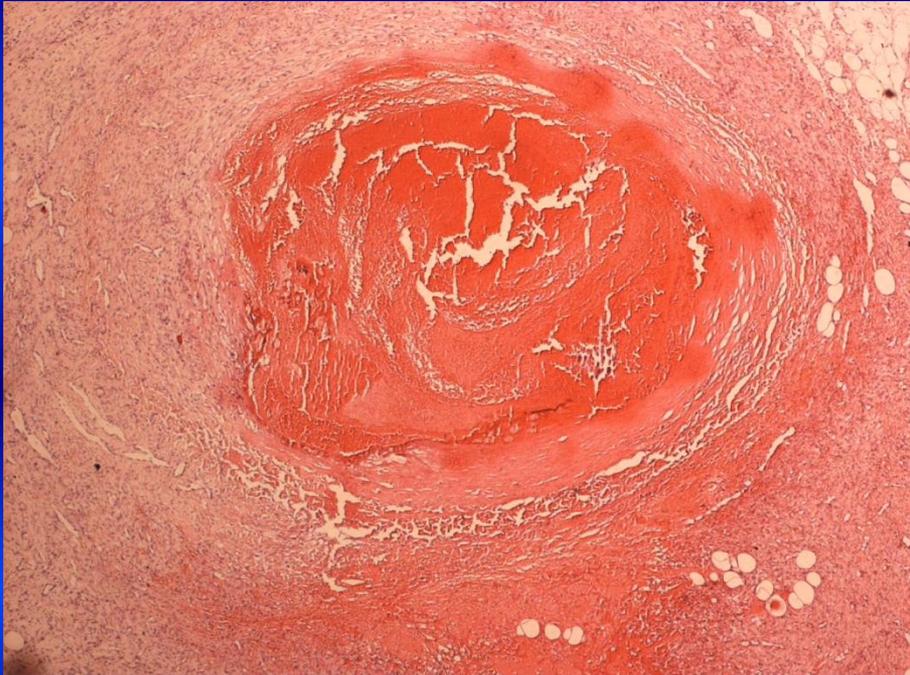
**980 nm J0**

# Histochemie

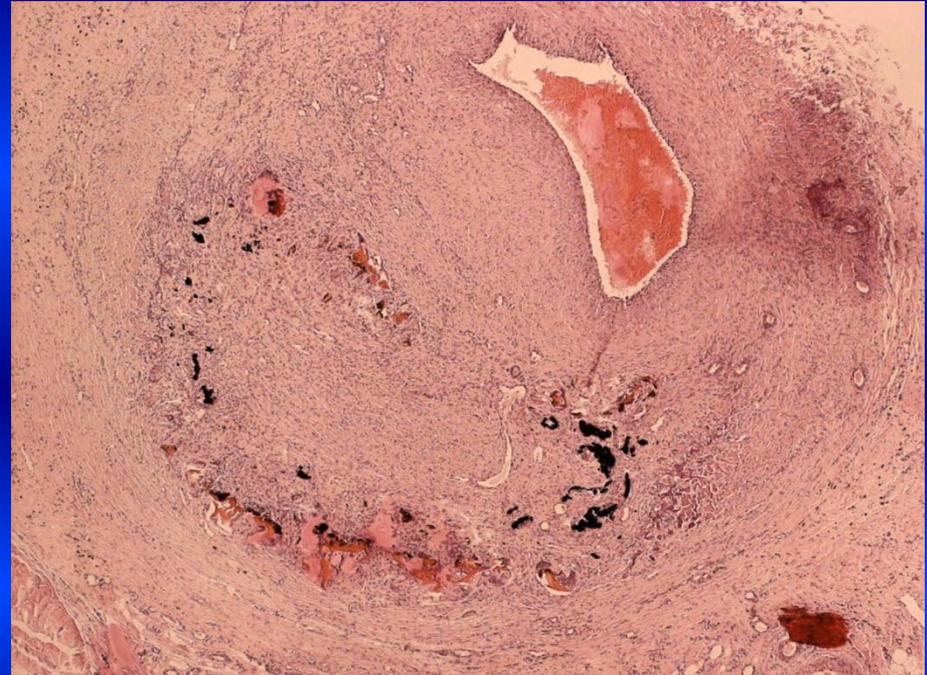
Marc Vuylsteke & Coll

*Endovenous laser treatment: a morphological study in an animal model*

*Phlebology 2009;24:166-175*

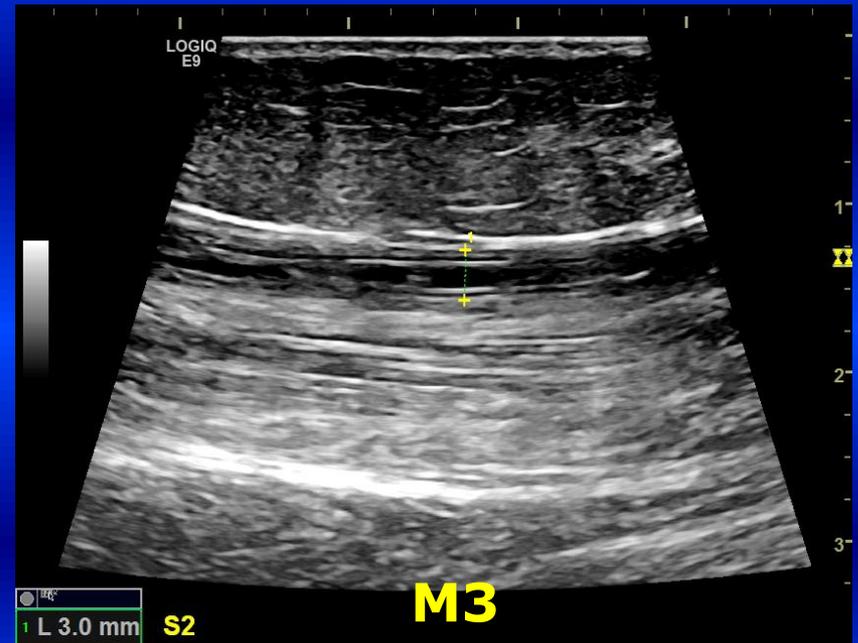
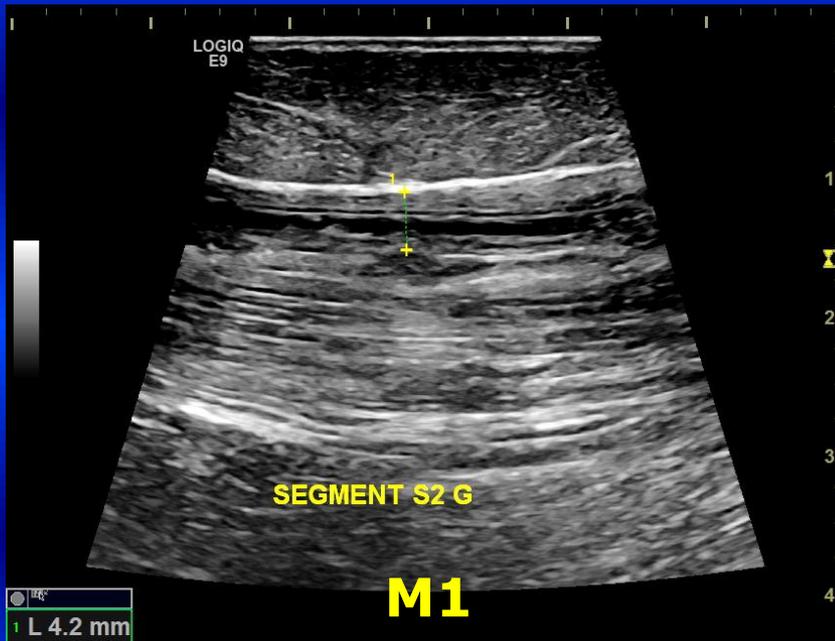


**1500 nm S3**

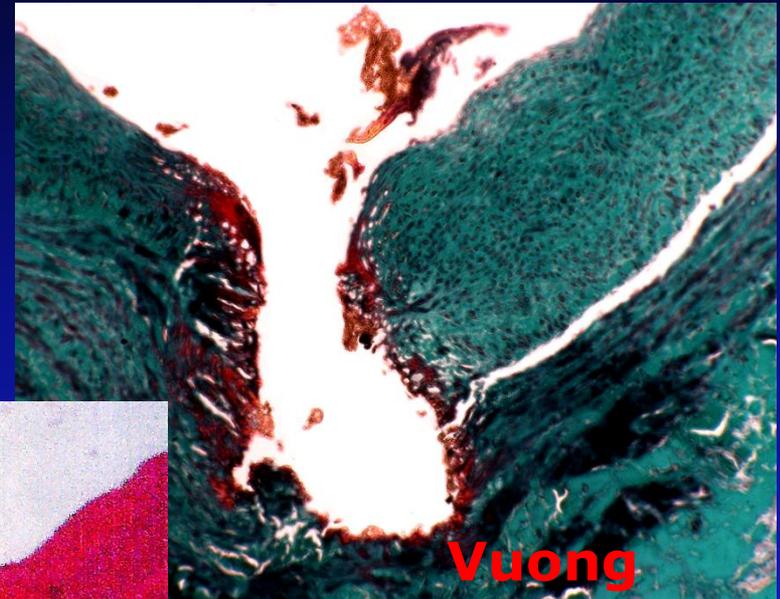
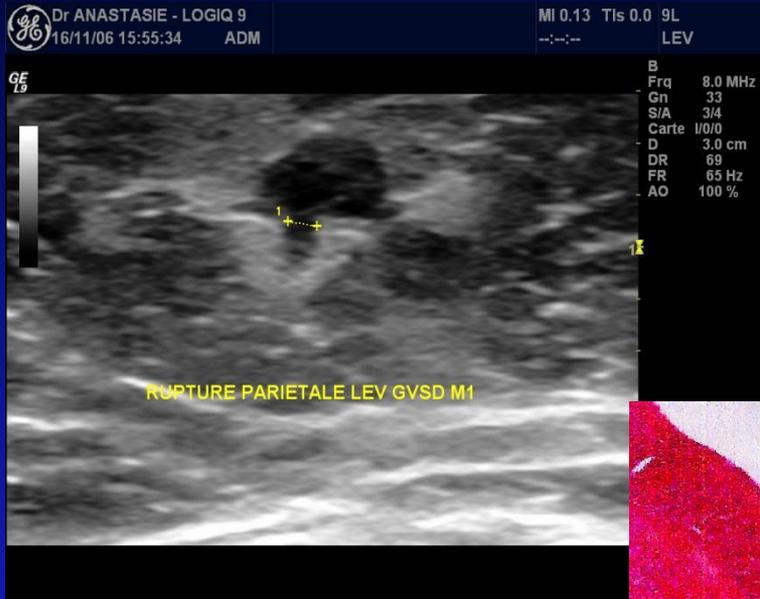


**980 nm S3**

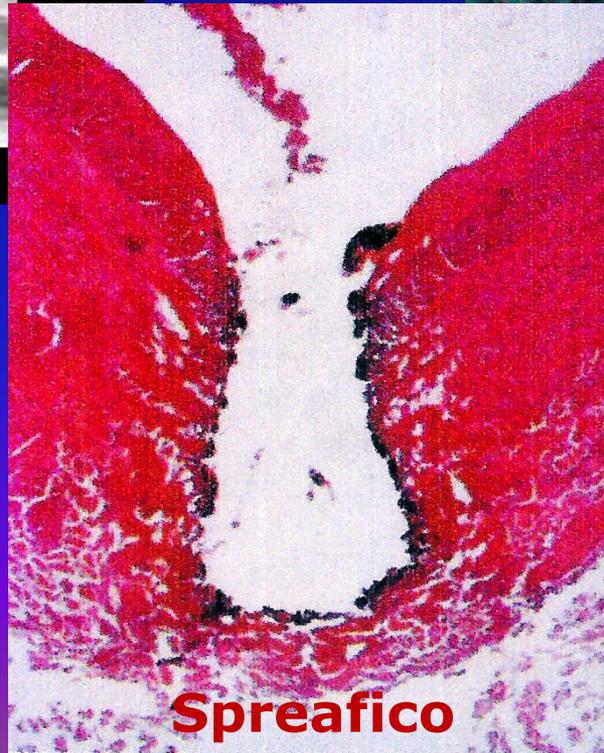
# « Thrombus intraluminal »



# Vuong PN, Anastasie B, Blanchemaison P, Desoutter P LEV : Modification histologique in vitro des varices GELEV Congrès 19 Octobre 2002 ; Abstract (p 22-23 )

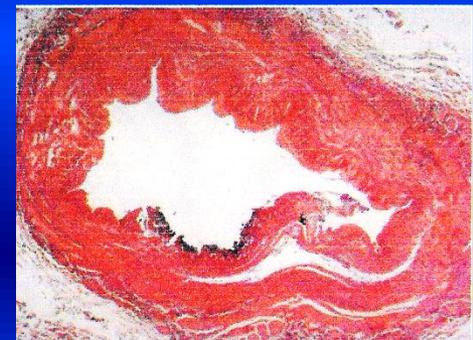
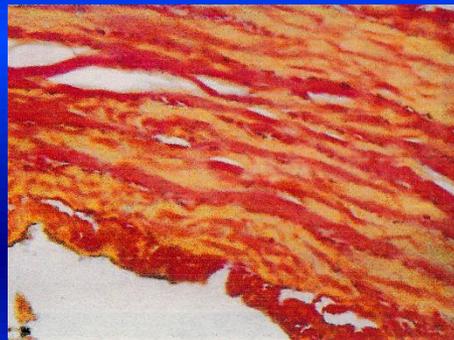
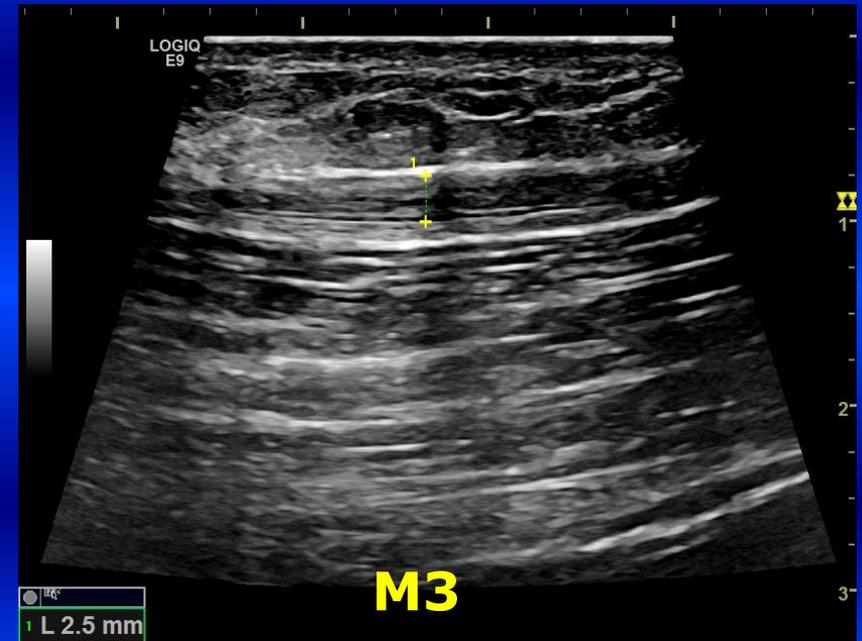
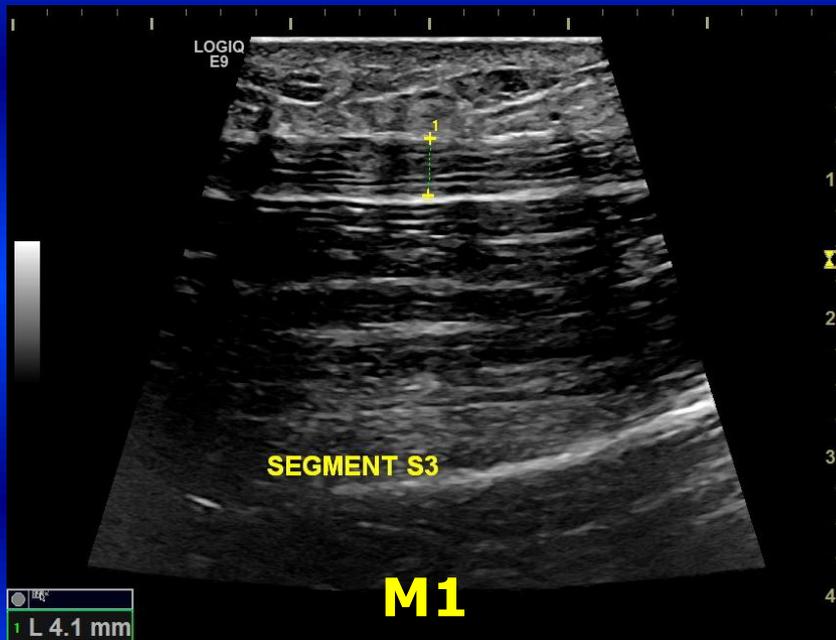


Perforations



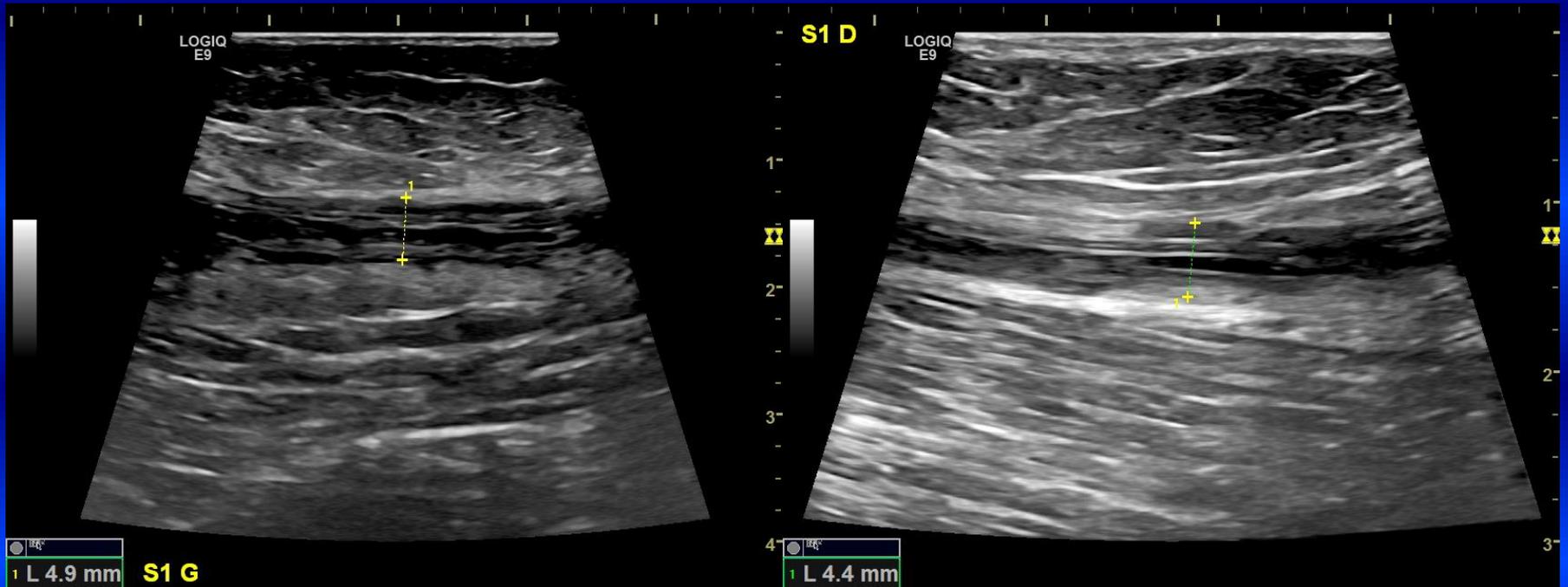
# « Aspect trabéculaire »

Fibroplasie, Dissection intimale et médiale,



# Résultats – Segment S1-M<sub>1</sub>

$$R \text{ (cm}^{-1}\text{)} = \text{LEED (J/cm)} / \varnothing \text{ cm}$$



980 nm

LEED = 60 J/cm

$\varnothing = 0,52 \text{ cm}$

$R = 115,3 \text{ cm}^{-1}$

1500 nm

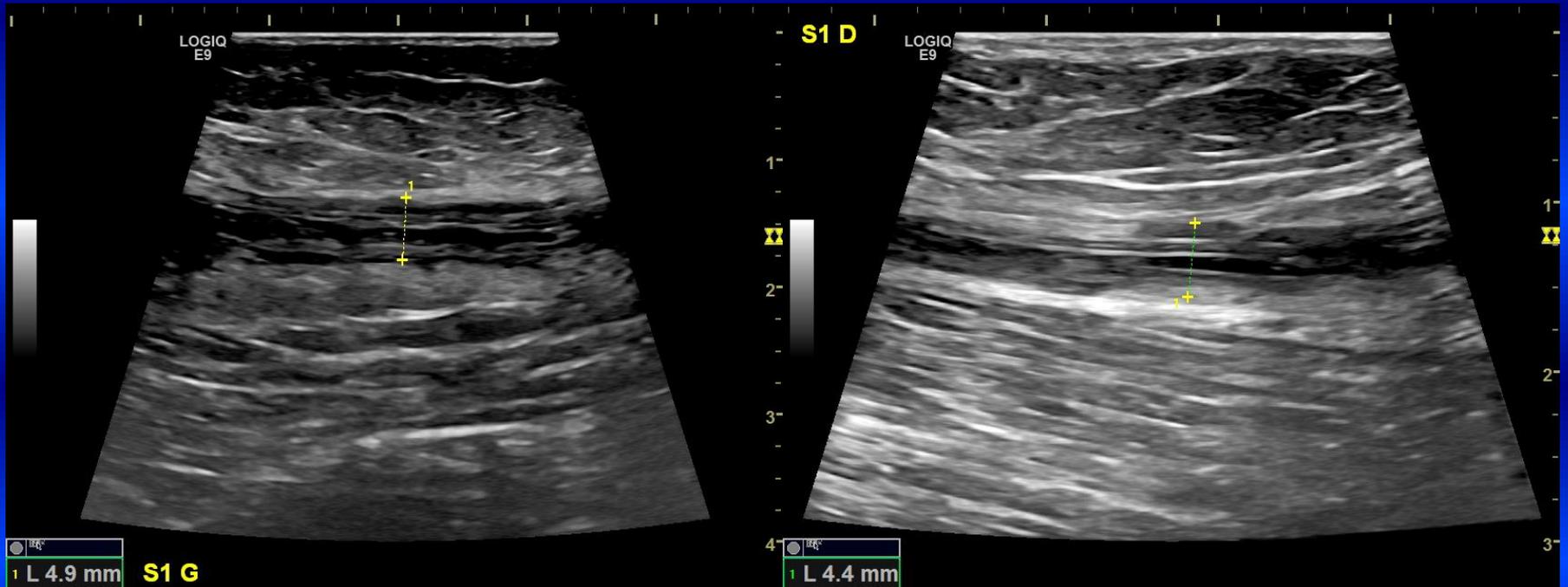
LEED = 48 J/cm

$\varnothing = 0,4 \text{ cm}$

$R = 120 \text{ cm}^{-1}$

# Résultats – Segment S1-M<sub>1</sub>

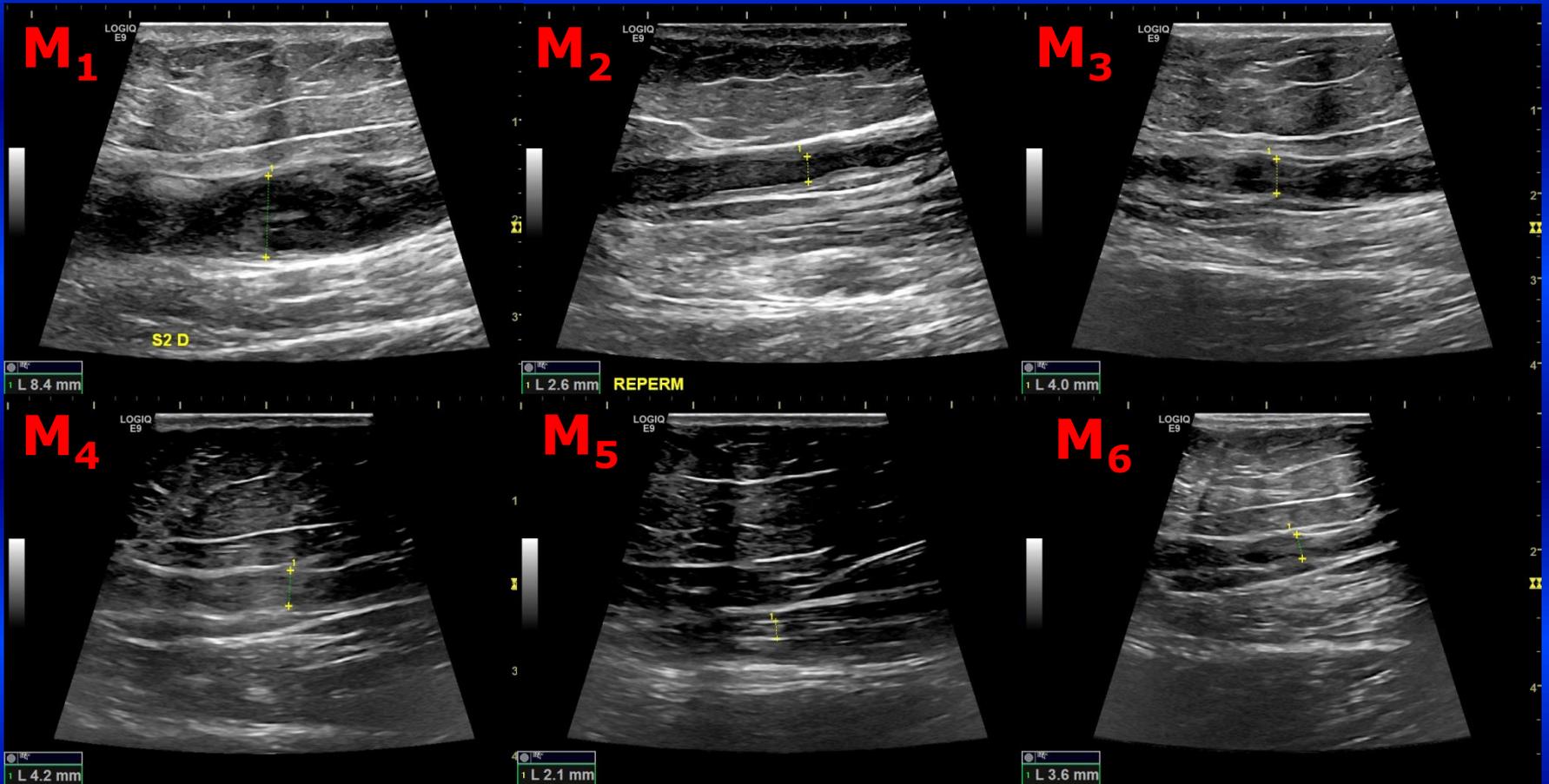
$$R \text{ (cm}^{-1}\text{)} = \text{LEED (J/cm)} / \varnothing \text{ cm}$$

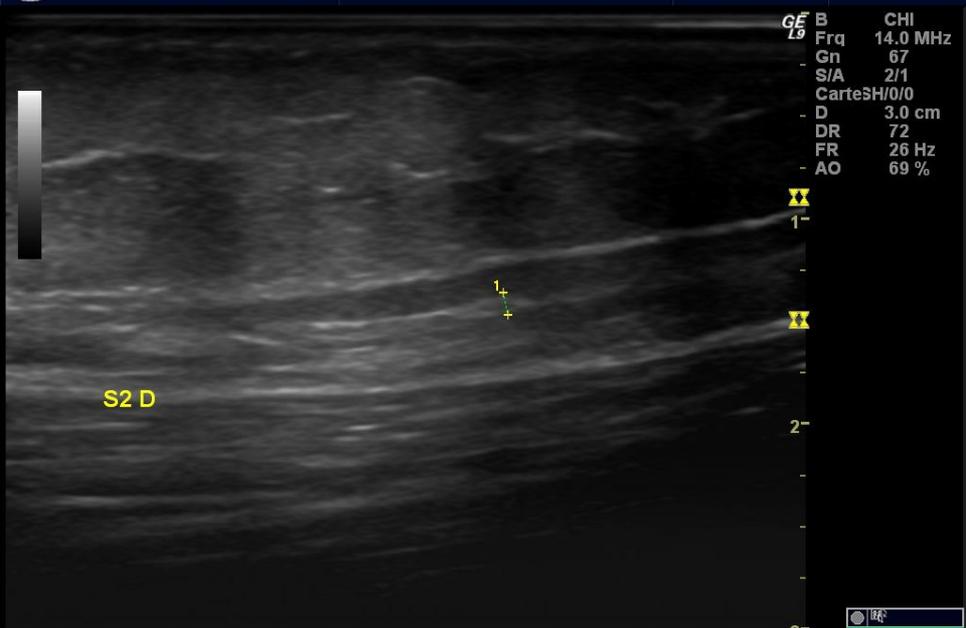
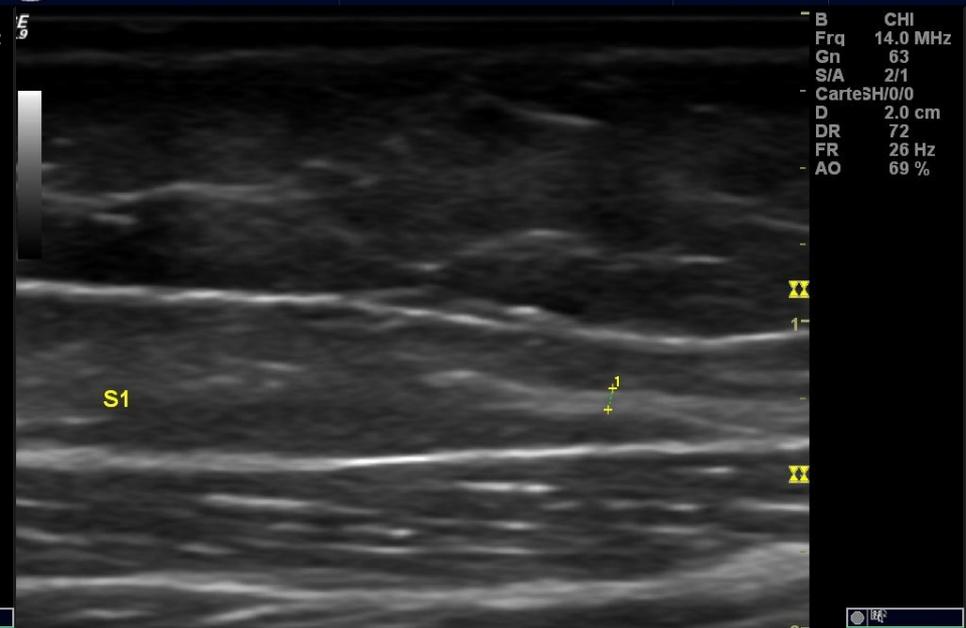
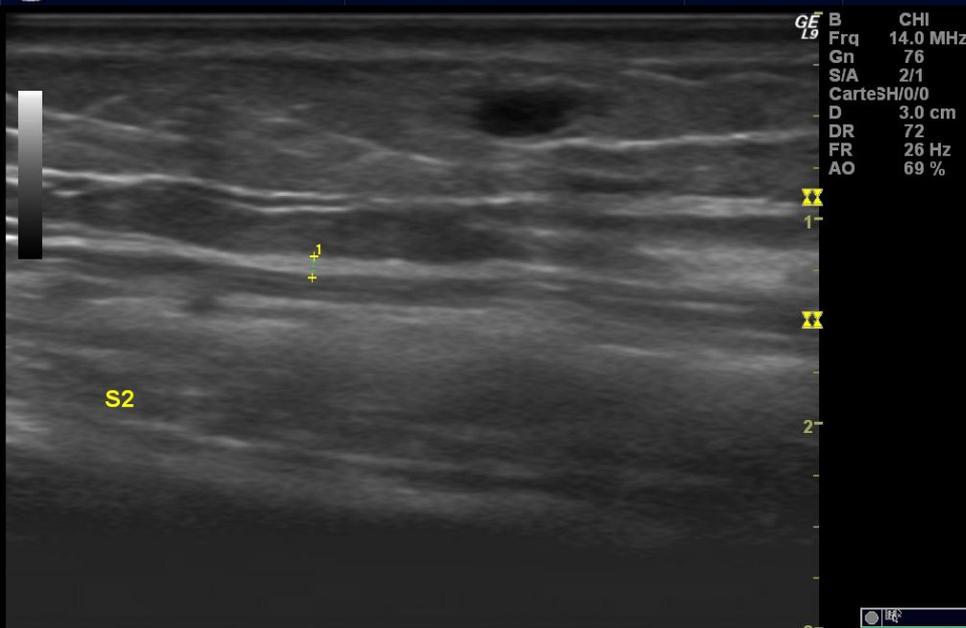


980 nm  
LEED = 60 J/cm  
 $\varnothing = 0,52 \text{ cm}$   
 $R = 115,3 \text{ cm}^{-1}$

1500 nm  
LEED = 48 J/cm  
 $\varnothing = 0,4 \text{ cm}$   
 $R = 120 \text{ cm}^{-1}$

# Sclérose - Segment S1-M<sub>1</sub>→6



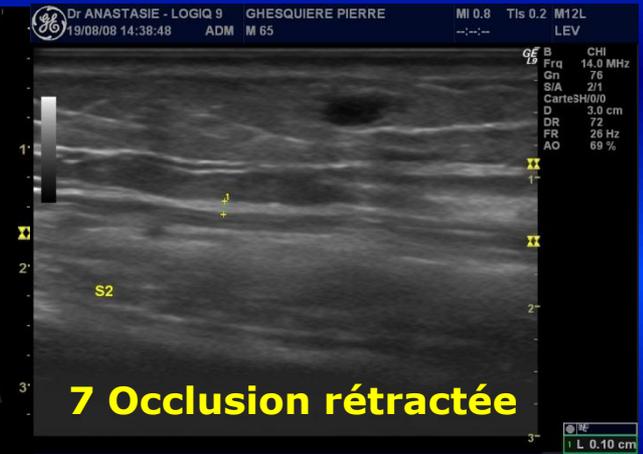
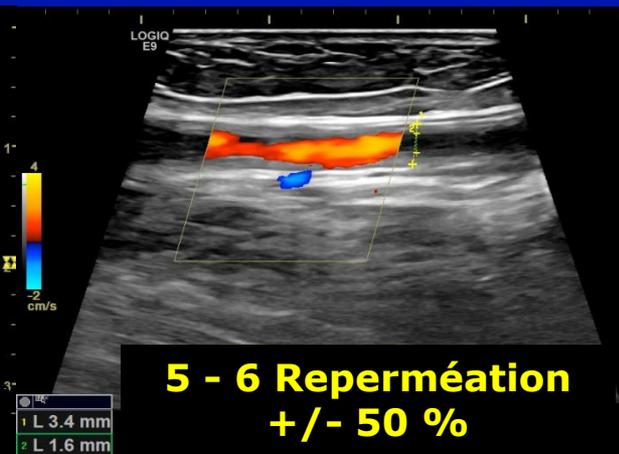
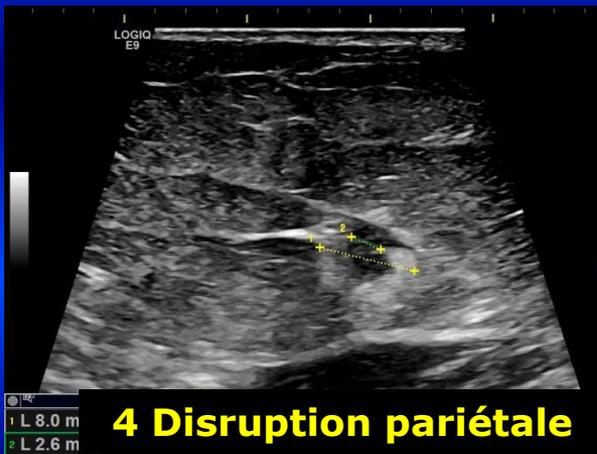
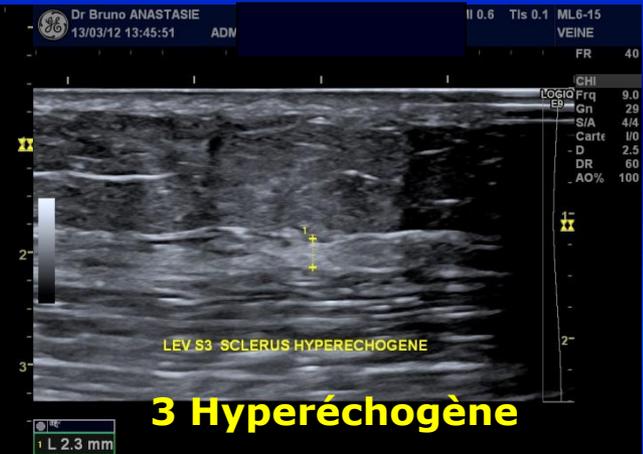
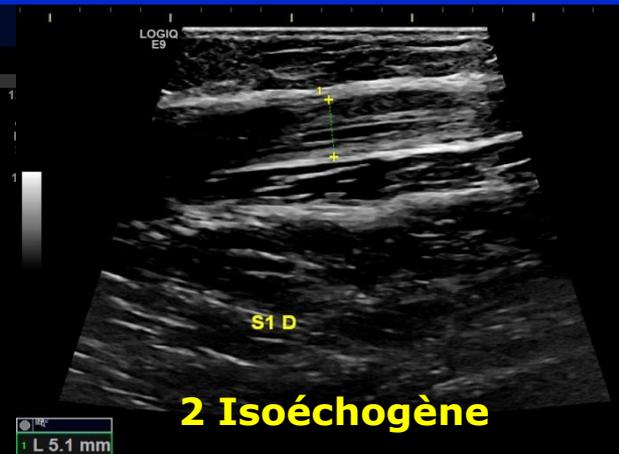
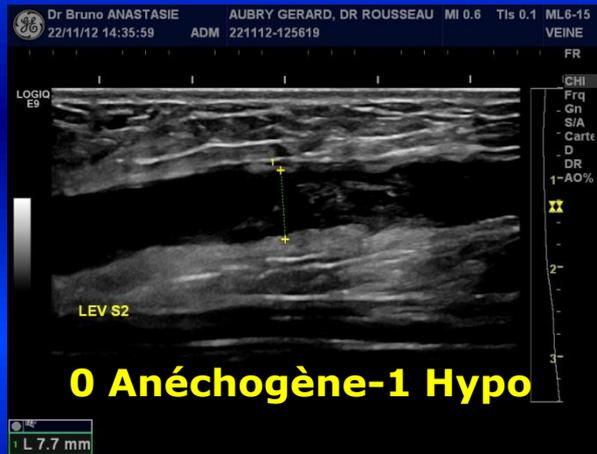


# Echographie classification ?

- **LEV<sub>0</sub>** : aucune endosclérose
- **LEV<sub>1A</sub>** : reperméation supérieure à l'obstruction (> 50 % du diamètre)  
**1B** : reperméation inférieure à l'obstruction (< 50 % du diamètre)
- **LEV<sub>2A</sub>** : occlusion complète, dilatée, hétérogène, hyperéchogène  
**2B** : occlusion complète, rétractée, homogène, hyperéchogène (sclérus)  
**2C** : occlusion complète, rétractée, homogène, hypoéchogène (sclérus)
- **LEV<sub>3</sub>** : veine non visible ou rétractée dans l'aponévrose (fin liseré hyperéchogène), irréversible
- **JSF, JSP** : I (occlusion au ras VF, VP) II (Jonction continente)  
III (Jonction reflux) (**Spreafico 2005 ≠ IRM**)

# Caractéristiques du sclérus

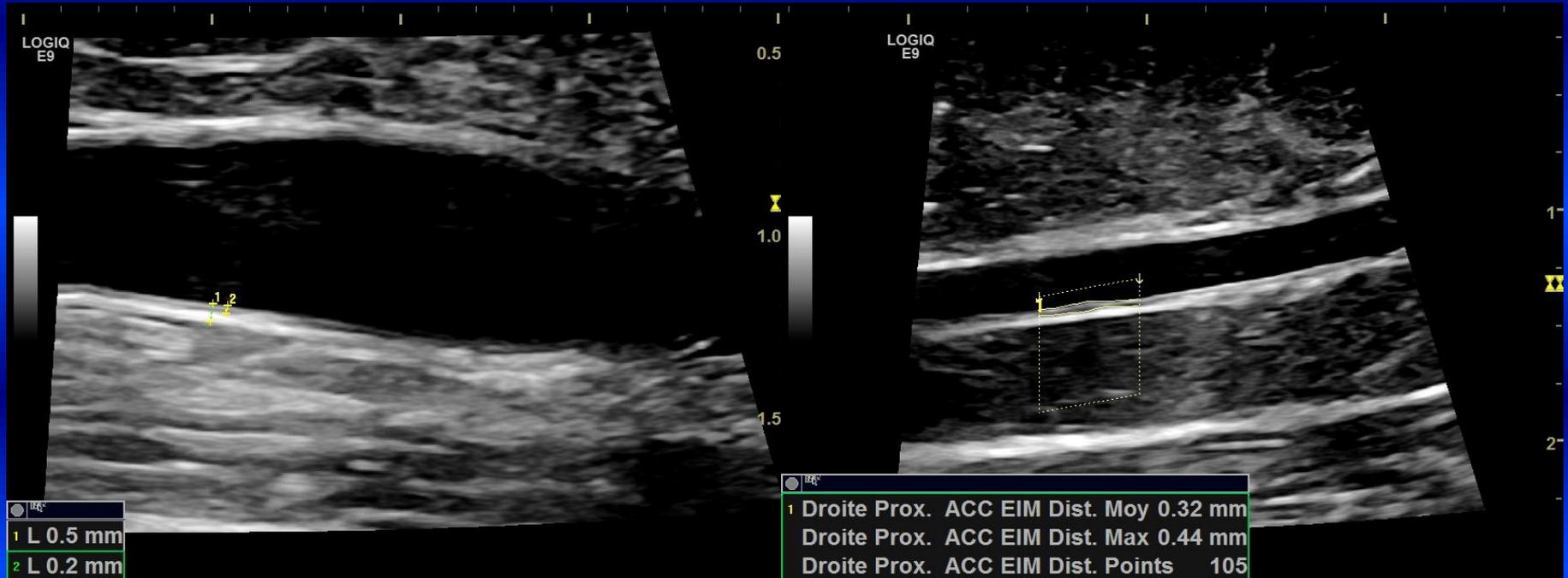
## Classification 1→7/Homo-Hétérogène



# Echographie classification ?

- Sclérus : 1-Anéchogène      5-Reperméation < 50 %  
2-Hypoéchogène      6-Reperméation > 50 %  
3-Isoéchogène      7-Occlusion rétractée  
4-Hyperéchogène
- Homogène/Hétérogène
- Halo inflammatoire (hyperalgie, dyesthésies)  $M_1$ - $M_2$
- Pôle supérieur, Pôle inférieur
- Reflux (reperméation): I:<5 cm/s, II:5-15 cm/s,  
III:>15 cm/s, Débit (ml/mn)

# Autres paramètres ?



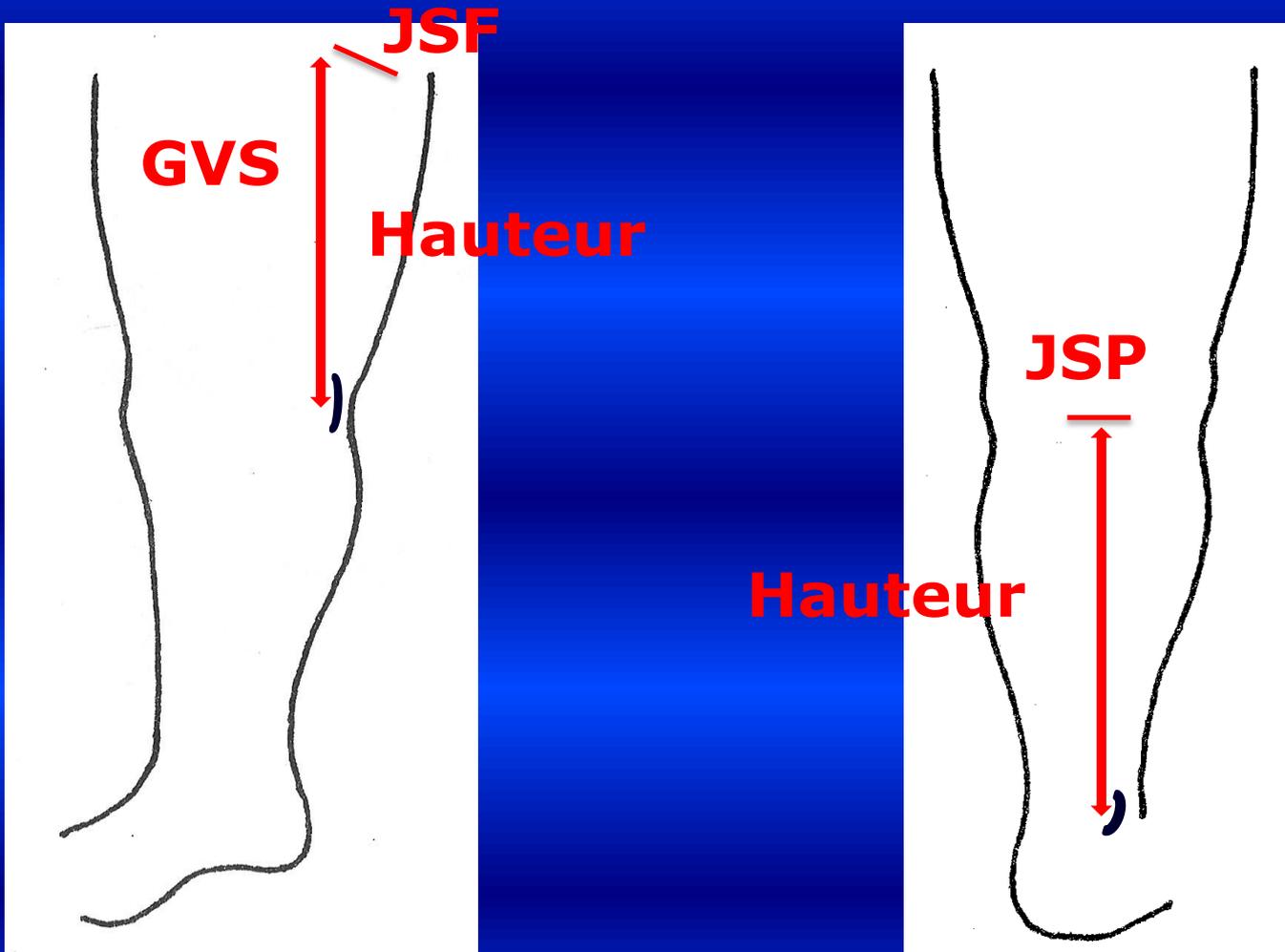
# LEED Linear Endovascular Energy Delivered (8)

<b>Timpermann 2005</b>	<b>980 nm</b>	<b>111 veines 5 mois</b>	<b>80 J/cm</b>
<b>Proebstle 2004, 2006</b>	<b>940 nm</b>	<b>114 GVS (15W) 149 GVS (20 W) 1 an</b>	<b>82,7 % occlusion 97 % occlusion 20 J/Cm</b>
<b>Mordon 2006</b>	<b>980 nm 810 nm 1320 nm</b>	<b>Continu (1-3 mm/s) Discontinu (3-7 mm) Ø 3-5 mm</b>	<b>65-100 J/cm 15-50 J/cm Idem ≠ λ (nm)</b>
<b>Kaspar 2007</b>	<b>980 nm 5,8,12,15 W</b>	<b>279 veines strippées</b>	<b>Perforations Disruption pariétale 15W</b>
<b>Desmyttère 2007</b>	<b>980 nm 511 GVS - 1 an</b>	<b>Ø 3 mm Ø 15 mm</b>	<b>50 J/cm 120 J/cm</b>
<b>Theivacumar 2008</b>	<b>980 nm</b>	<b>644 GVS 3 mois</b>	<b>599 occlus - 48 J/cm 45 échecs - 37 J/cm</b>
<b>Elmore 2008</b>	<b>810 nm</b>	<b>516 GVS 3-65 mois</b>	<b>99,7 % occlus &gt; 50 J/cm</b>
<b>Vuylsteke 2008</b>	<b>980 nm</b>	<b>129 GVS 6 mois</b>	<b>occlus &gt; 52 J/cm échecs &lt; 43,7 J/cm</b>

# Volumetric Energy Delivered (VED)

- Mesure de la hauteur H (cm) entre la jonction saphène et la convexité du condyle médial (GVS) et la malléole latérale (PVS)
- Mesure de diamètre / 5 cm plus diamètre max de la jonction et éventuellement une ectasie
- Intégration calculateur (Xls)
- Détermination d'un  $\emptyset$  Moyen =  $\emptyset_m$
- Extrapolation d'une S Moyenne ( $\text{cm}^2$ ) =  $\pi \times (\emptyset_m)^2 / 4$
- S Moy  $\times$  H = Volume moyen  $V_m$
- $\text{VED} = V_m / E$  (Joules) =  $\text{J}/\text{cm}^3$

# Volumetric Energy Delivered (VED)



# Volumetric Energy Delivered (VED)

## J/cm<sup>3</sup>

	Diamètre (cm)
S0 - JSF ou S0-JSP	0,7
S0 - Max	0,9
5 cm	0,4
10 cm	0,5
15 cm	0,5
20 cm	0,6
25 cm	0,5
30 cm	0,5
35 cm	0,8
40 cm	0,5
45 cm	
55 cm	
60 cm	
Diamètre moyen (cm)	0,59
Hauteur totale (cm)	45
$S \text{ Moy} = (D \text{ Moy})^2 \times \pi / 4$	0,273359449
$V \text{ (cm}^3\text{)} = S \text{ (cm}^2\text{)} \times H \text{ (cm)}$	12,30117521
Energie totale (Joules)	2500
<b>EVD = E/V ( J/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>203,2326146</b>

# CONCLUSION

- Image trabéculaire: fibroplasie → occlusion
- Pôle supérieur reste stable dans le temps
- Reperméation : d'emblée au premier mois (VED insuffisant) ou progressive (Fibrinolyse)
- Sclérose sous échographie améliore le taux d'occlusion secondaire
- Taux de reflux jonction stable: 15% M<sub>6</sub>
- Intérêt du VED → Paramètre prédictif
- Intérêt suivi échoscopique des patients