

# Radiologie interventionnelle: matériels et techniques

Pr Romaric LOFFROY

Département de Radiologie Diagnostique et Thérapeutique

CHU – Hôpital François-Mitterrand – Dijon

# Intérêt de la RI

- Non-invasivité
- Radio-guidage

> progrès majeurs

# Plan

- RI vasculaire:
  - > abord vasculaire
- RI non vasculaire
  - > abord percutané

RI vasculaire



# Types de procédures

- Embolisation, chimioembolisation
- Angioplastie, stenting
- TIPS
- Fibrinolyse, thrombo-aspiration
- Filtre cave
- Récupération de corps étrangers, PICC, CIP

> Techniques de guidage: angiographie numérisée

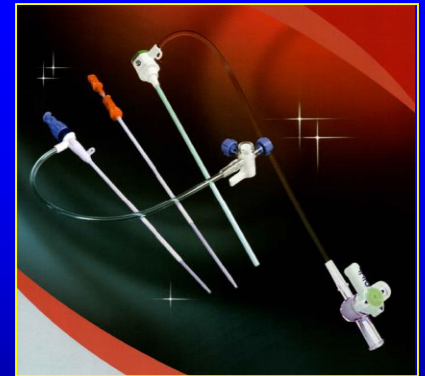
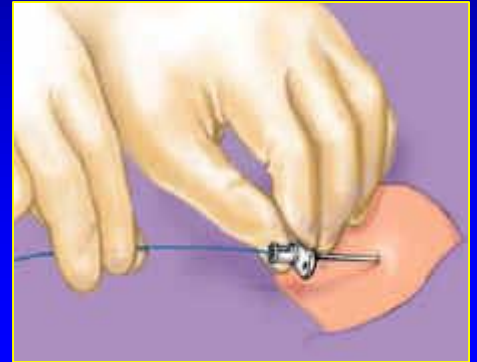




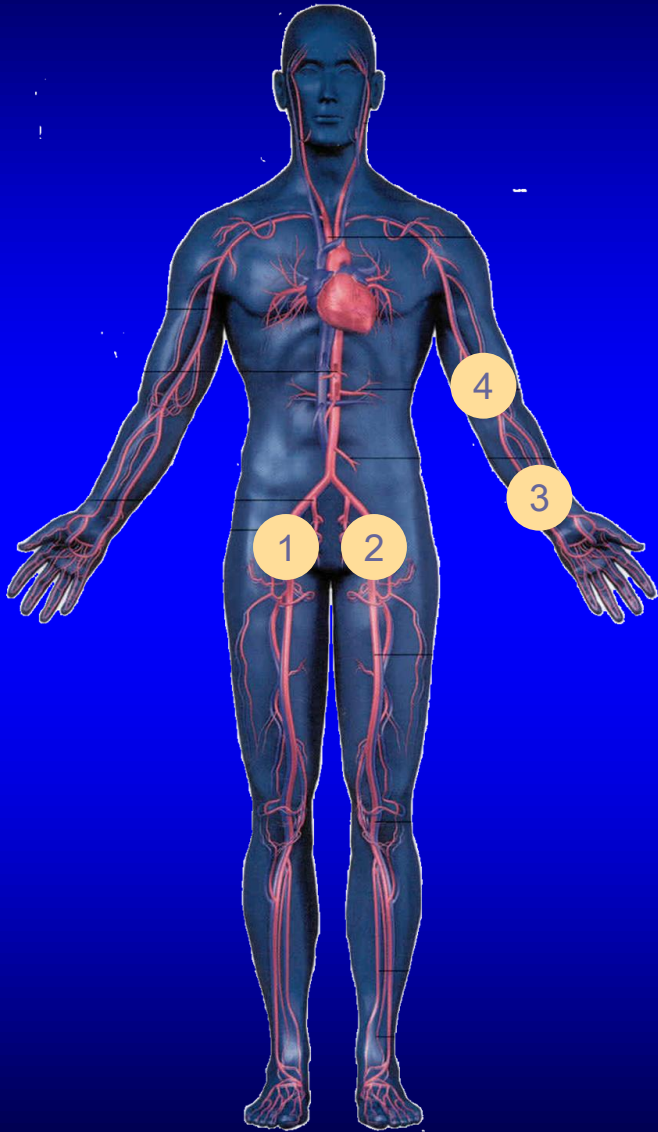


# Accès à la lésion: ponction du vaisseau

- Technique de Seldinger:
  - Les kits d'introduction permettent:
    - ponction avec une aiguille
    - introduction d'un guide court
    - placement de la gaine de l'introducteur
    - retrait du guide court
    - introduction d'un guide standard
  - Introducteurs à valve hémostatique
  - Introducteurs sans valve + valve amovible



# Voies d'abord



1) Artère fémorale droite dans 80% des cas

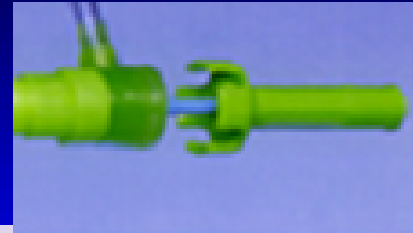
2) Artère fémorale gauche

2) Artère radiale

3) Artère humérale

# L'introducteur

Parfait effilage de la gaine sur le dilateur  
et du dilateur sur le guide

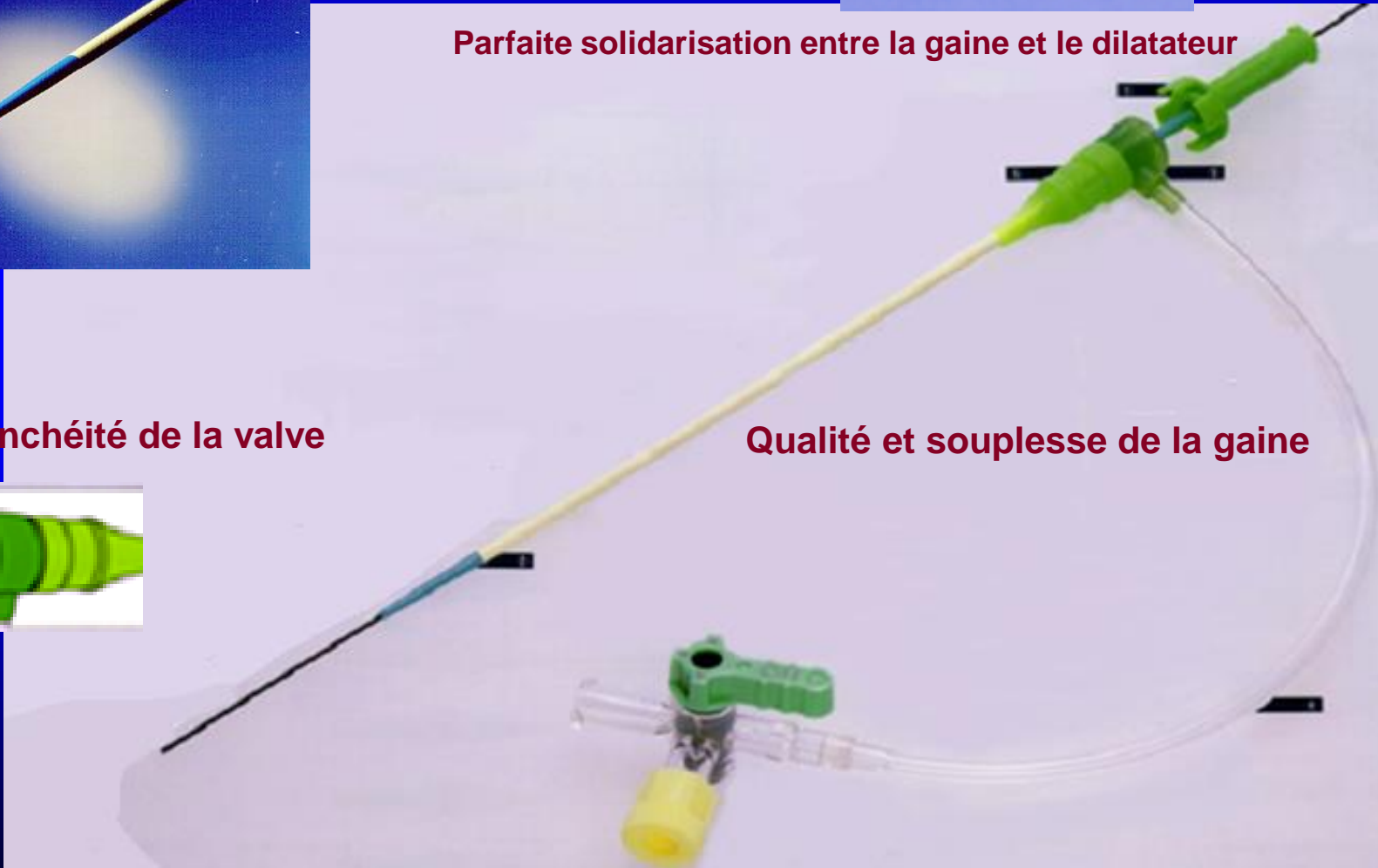


Parfaite solidarisation entre la gaine et le dilateur

Parfaite étanchéité de la valve



Qualité et souplesse de la gaine



# Matériel - Terminologie

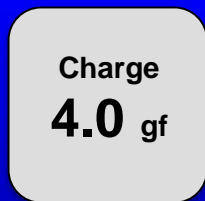
- Guides sont mesurés en inch (1 inch = 2.54 cm):
  - Tailles standards:
    - 0.035 inch (0,889 mm)
    - 0.018 inch (0,457 mm)
    - 0.014 inch (0,355 mm)
- Introducteurs à valve, catéthers, système de ballons ou pose de stents sont mesurés en French (1 French = 0.33 mm):
  - On mesure la lumière interne pour les introducteurs
  - On mesure le diamètre externe pour les autres produits
- La lumière indique le diamètre interne du dispositif ou du vaisseau
- Standard, stiff, hydrophile, droit, angulé, en J

# Guides ++

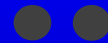
ASAHI Gladius 0.018



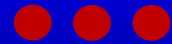
Gaine polymérique + Revêtement hydrophile (10cm)



Support



Torque



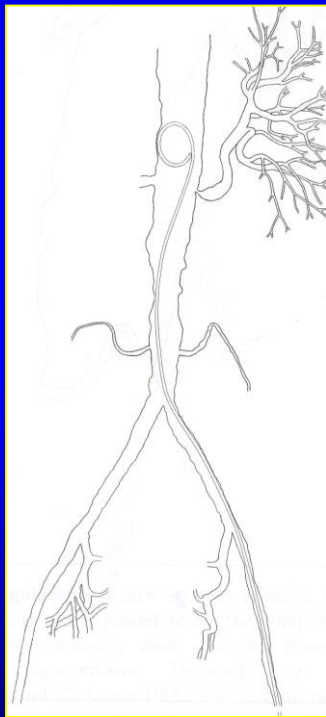
Force de  
pénétration





# Accès à la lésion: visualisation de la lésion

Cathéters diagnostics

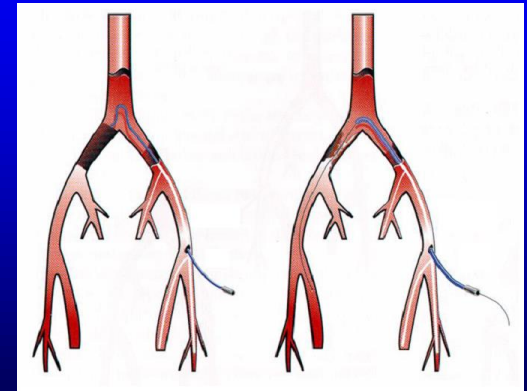
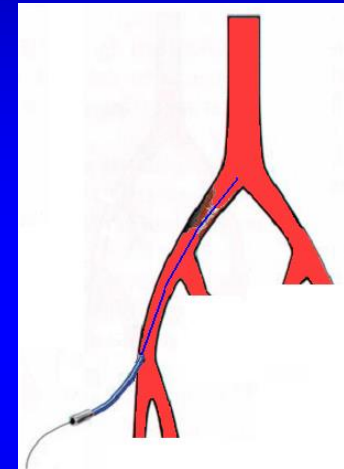


Cathéters sélectifs



# Accès à la lésion passage de la lésion

- Technique:
  - Abord antégrade
    - + injection dans le sens du flux
  - Abord rétrograde
    - + injection à contre-courant du flux
  - Abord ipsilatéral
    - + du côté de la lésion
  - Abord controlatéral
    - + du côté opposé à la lésion



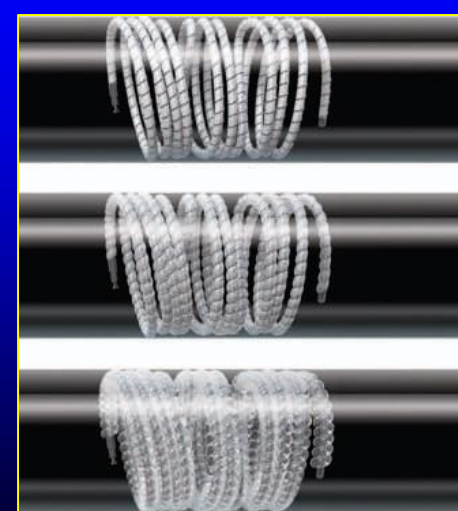
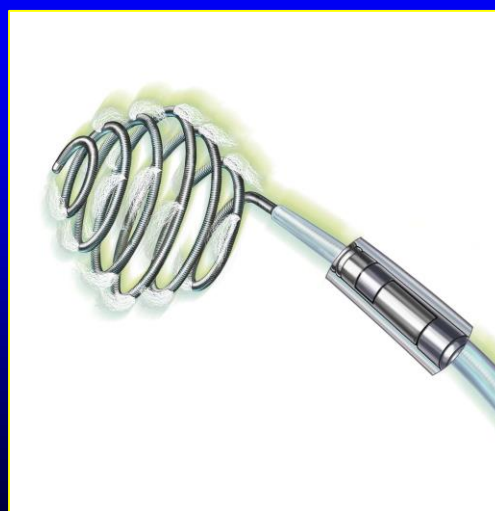
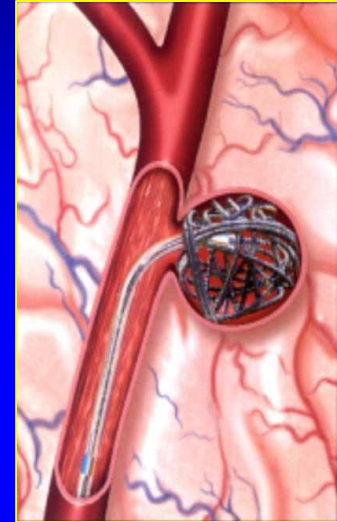
# Embolisation

- Embolisation d'hémostase:
  - hémorragie digestive, utérine, hémoptysie, tumorale, trauma
- Occlusion d'anomalies vasculaires congénitales ou acquises:
  - FA, FAV, MAV
- Dévascularisation de néoplasies:
  - préventive, palliative, pré-opératoire
- Traitement de fuites périprothétiques:
  - endoprothèses aortiques

# Matériaux d'embolisation

Positionnés dans le vaisseau	Largués dans le flux	
Solides	Particules	Liquides
Coils et microcoils	Résorbables	Colles
Plugs	Non résorbables	Gels
Ballons	Non sphériques	Microsphères
		Sclérosants

Poussable / détachable  
0.035' / 0.018'  
+/- Fibres +/- 3D +/- Hydrogel





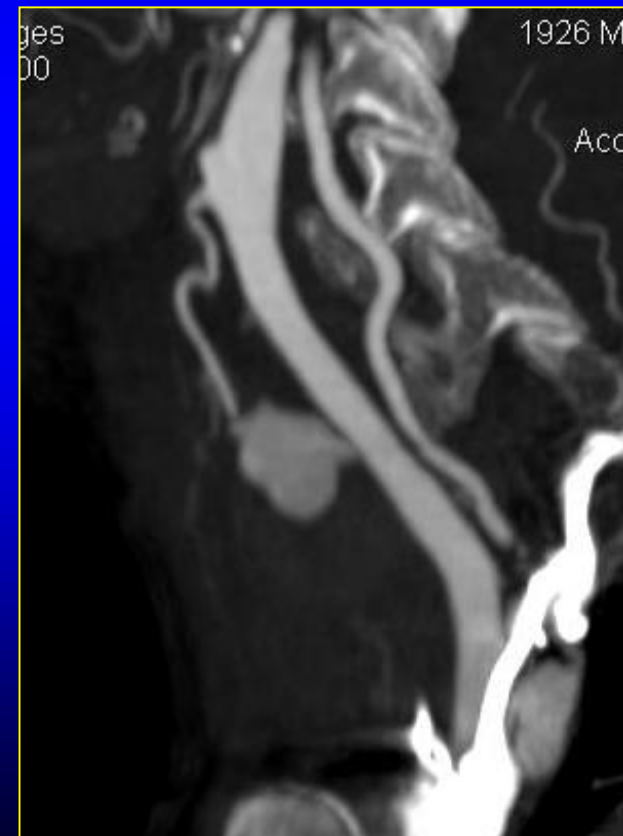
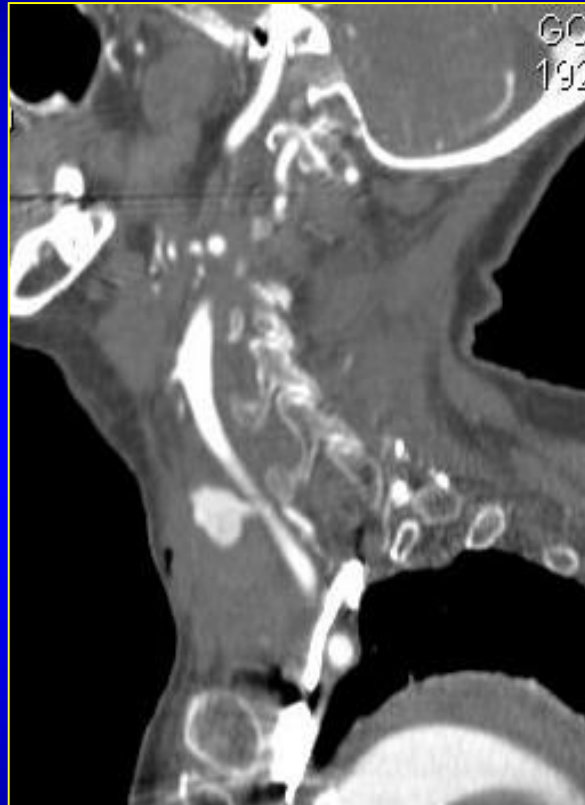
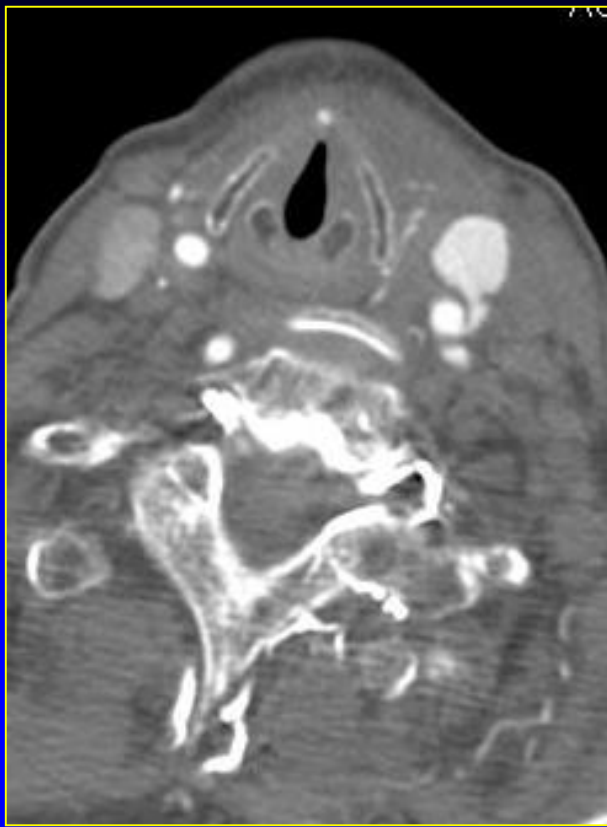
Femme, 51 ans

FA intra-rénal post-traumatique



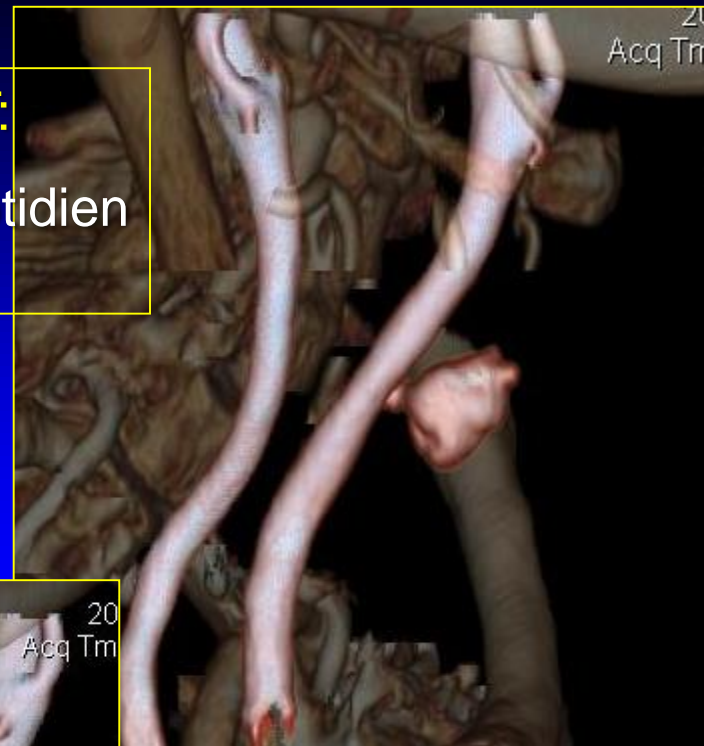
Femme, 73 ans

Hématome cervical après pose de voie  
veineuse centrale

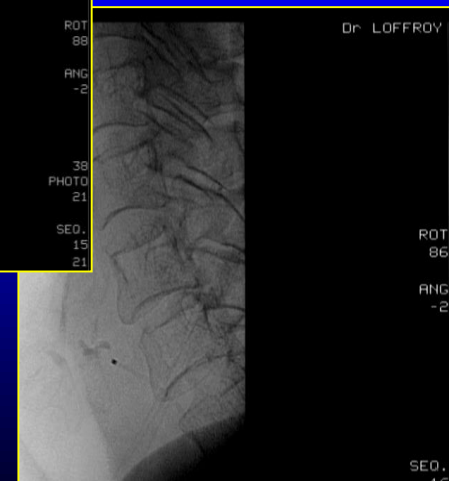
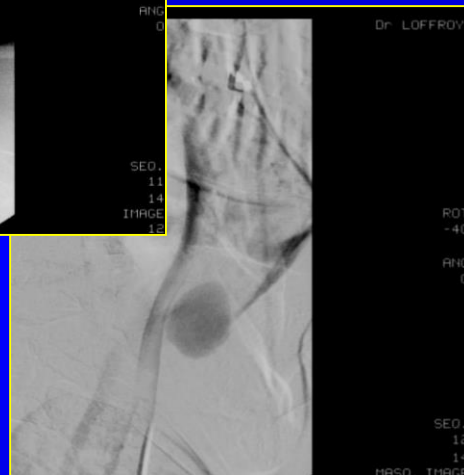
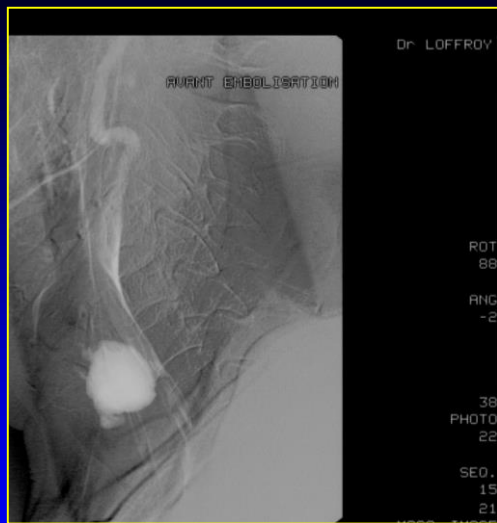




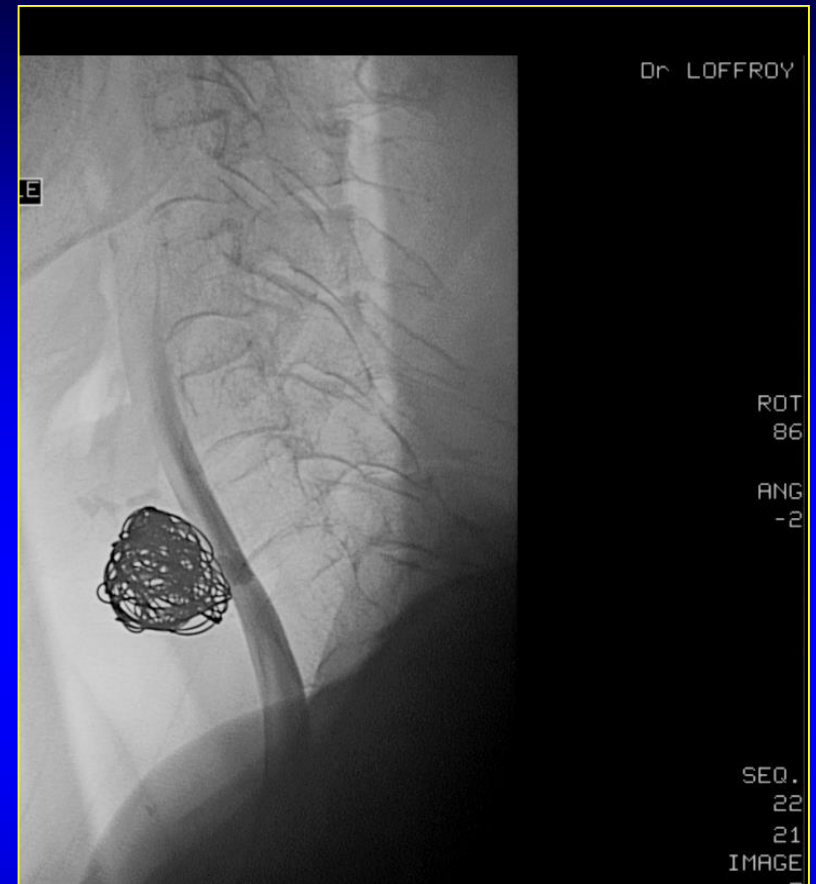
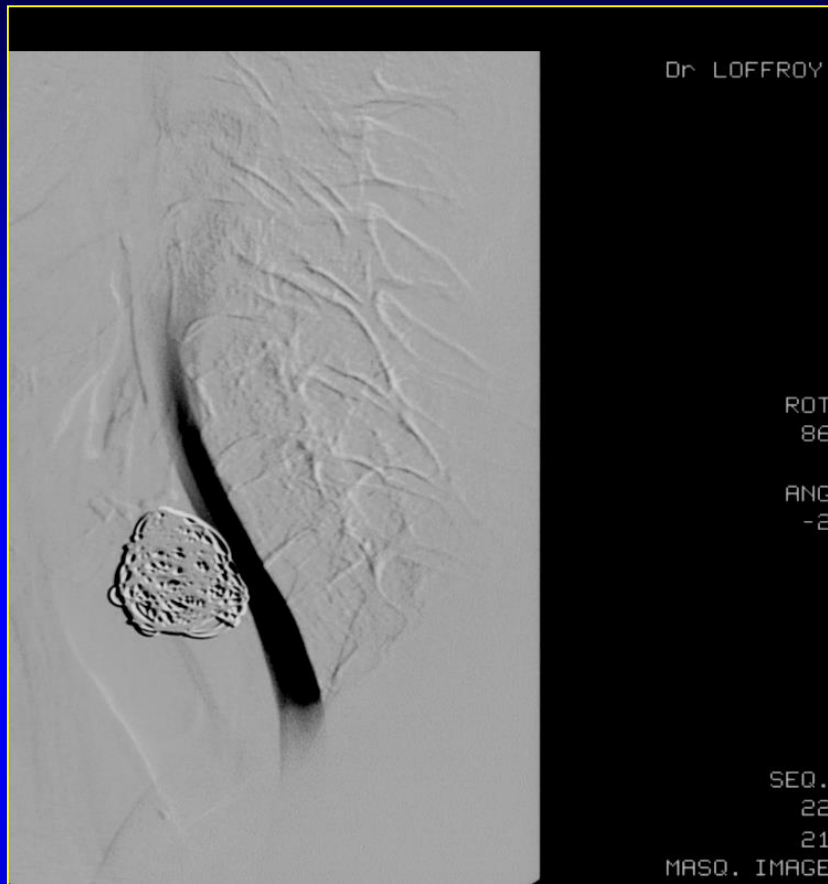
**TDM avec VRT:**  
faux anévrisme carotidien  
avec pertuis







**Artériographie:**  
confirmation du faux  
anévrisme carotidien

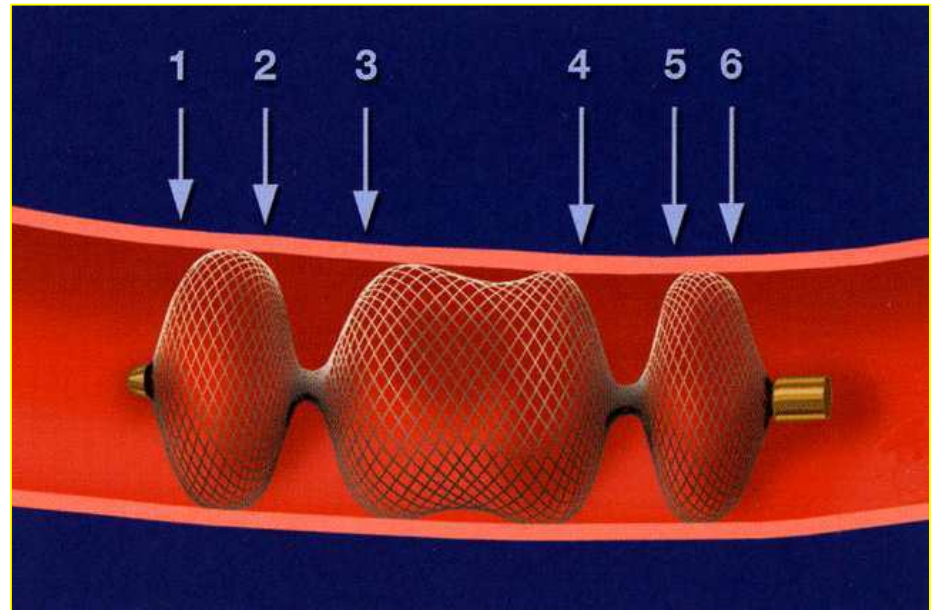


Contrôle après embolisation supra-sélective  
du pseudo-sac par coils

# AMPLATZER® Vascular Plug

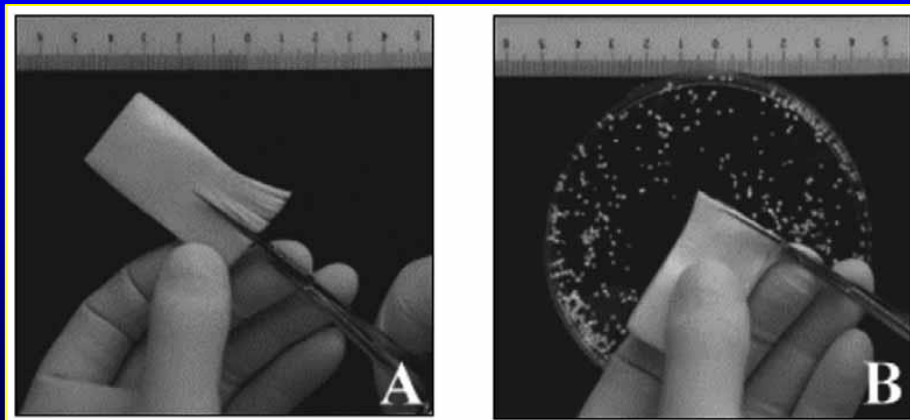
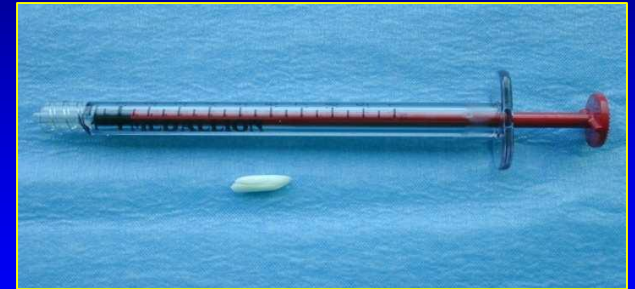


Gros porteur  
Oversizing



# Curaspon

- Gélatine de porc
- Résorbable en 3 semaines
- Occlusion mécanique
- Activation de la coagulation, réaction à un corps étranger, dégradation, reperméation
- Coût: 4,6 €



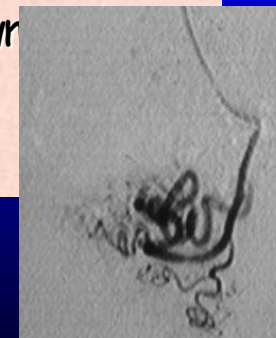
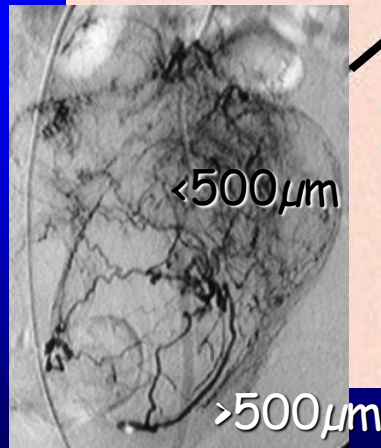
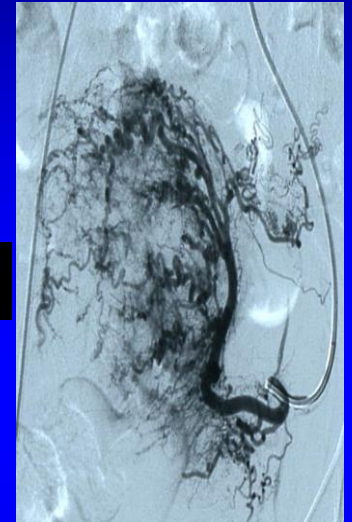
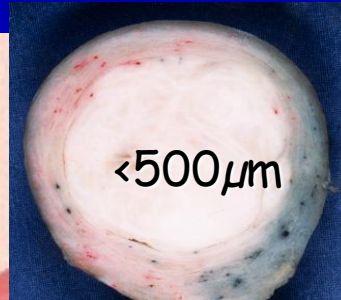
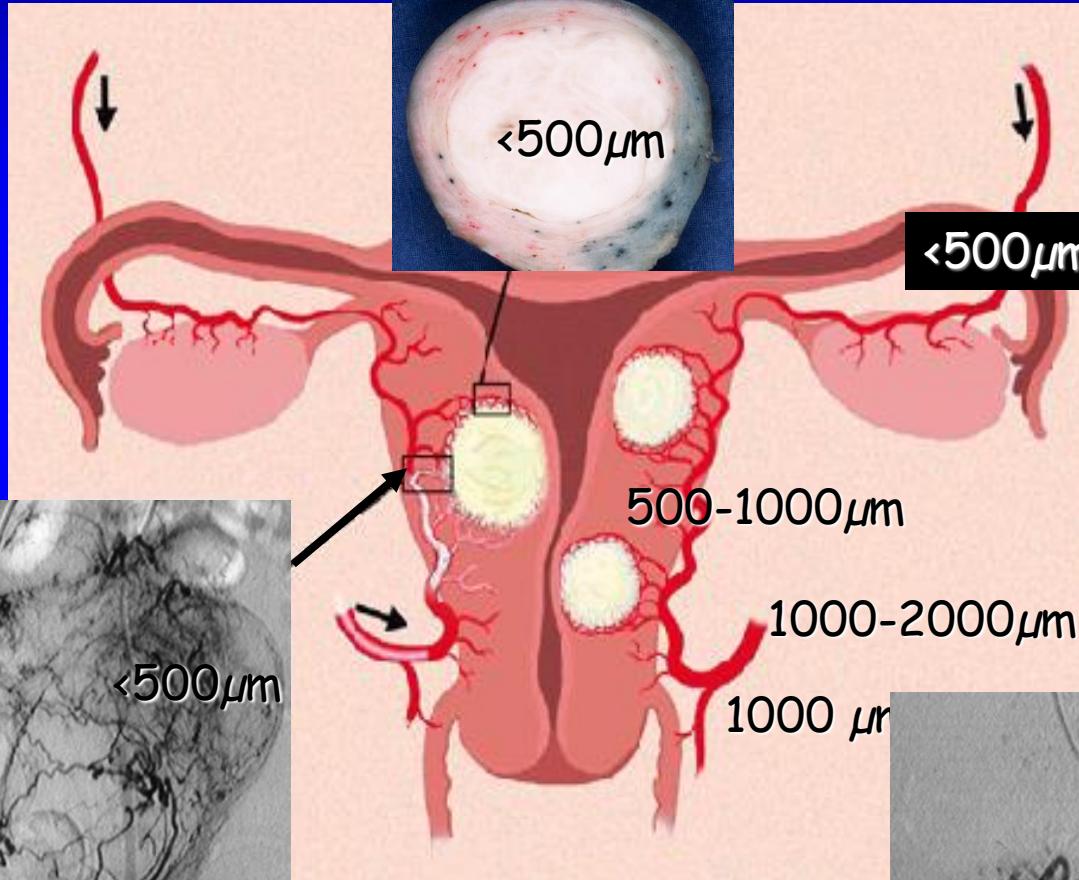
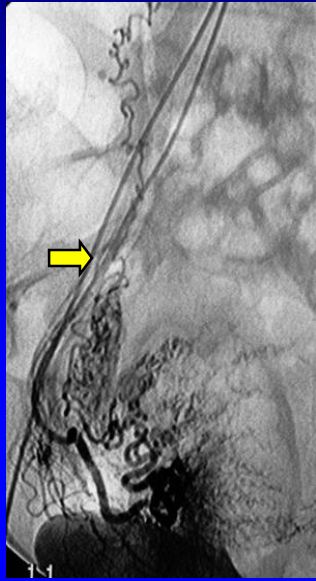
# Particules non résorbables

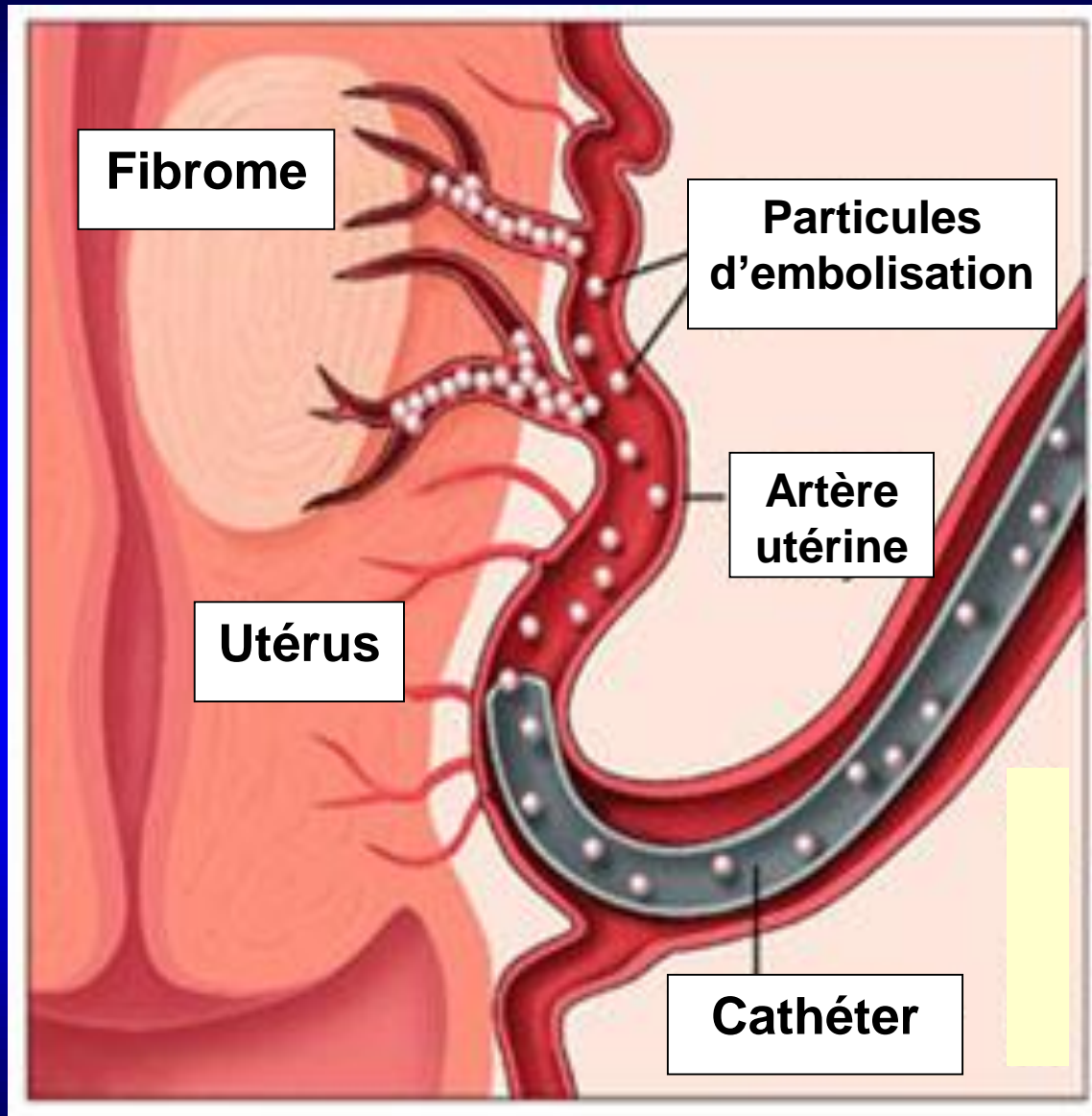
- Non sphériques (PVA):
  - Ivalon
- Microsphères (calibrées):
  - Tris-acryl gélatine: Embospheres
  - PVA: Contour SE, Beadblock
- Particules chargées actives:
  - Hepaspheres
  - DC Beads





# Vascularisation des fibromes



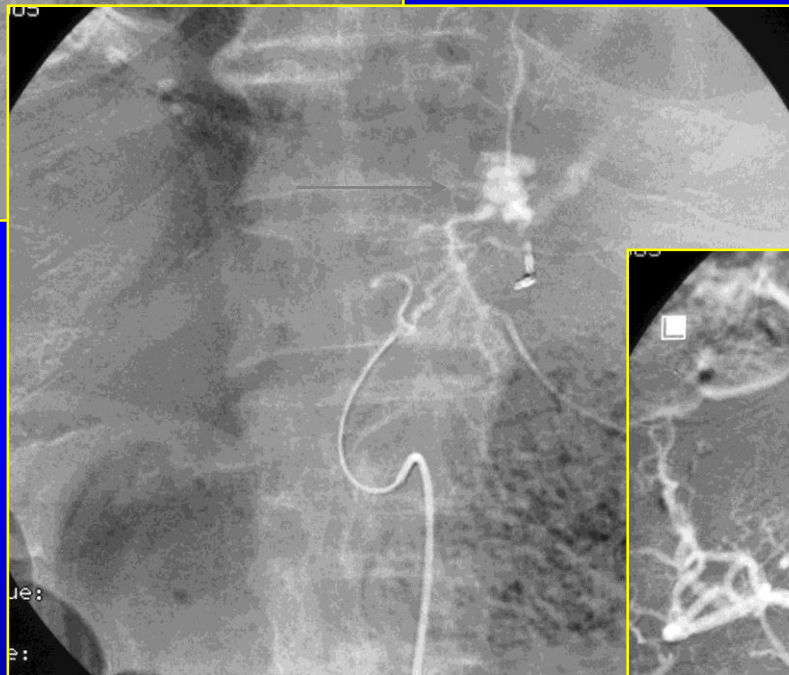


# Colles acryliques

- Hystoacryl (N-butyl 2-cyanoacrylate)
- Glubran 2 (NBCA + métacryloxysulfolane)
  - polymérisation quasi-instantanée
  - injection en flux libre colle + lipiodol
  - occlusion complète et définitive
  - nécrose intinale, oedème périvasculaire, réaction à corps étranger
  - réaction inflammatoire inférieure avec Glubran
  - danger: migration +++
  - coût (Glubran) : 100 €



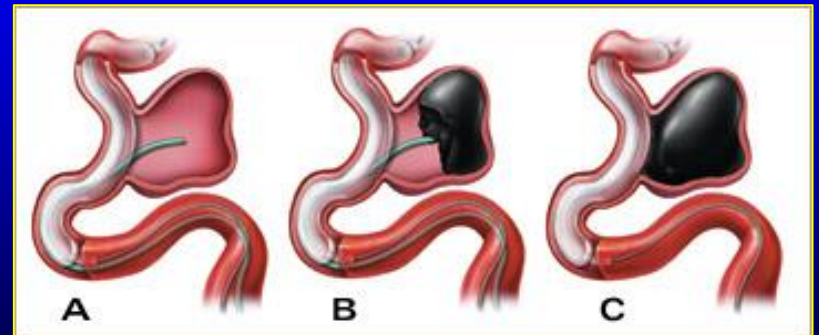




# Gels polymères

- **Onyx :**

- polymère d'éthylène-vinyl + diméthyl sulfoxyde (DMSO)
- poudre de Tantale
- micro-cathéters spécifiques
- embolisation d'anévrismes à large collet, MAV
- ballonnet de protection ++
- précipitation solide
- pas de modification chimique
- processus physique
- pas de propriété adhésive
- coût : **1000 €**



# Produits sclérosants

- Thrombovar 3% (tétracycl sulfate de sodium)
- Aetoxysclerol 3% (polidocanol)
- Ethibloc (OH + propylène glycol + olsum papaveris)
- Alcool absolu 95-98%

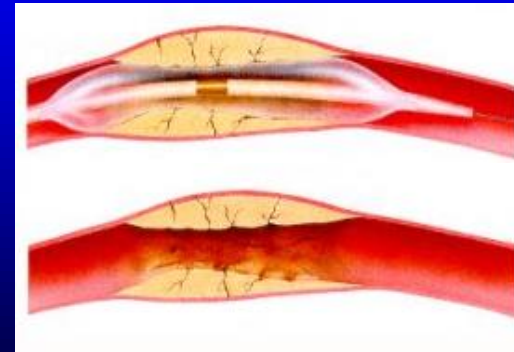
➔ MAV périphériques

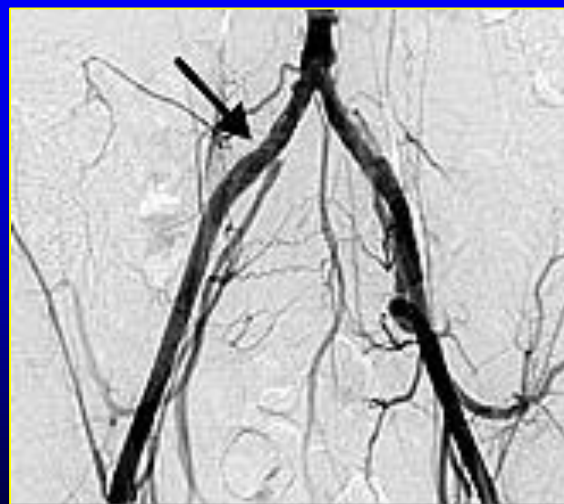
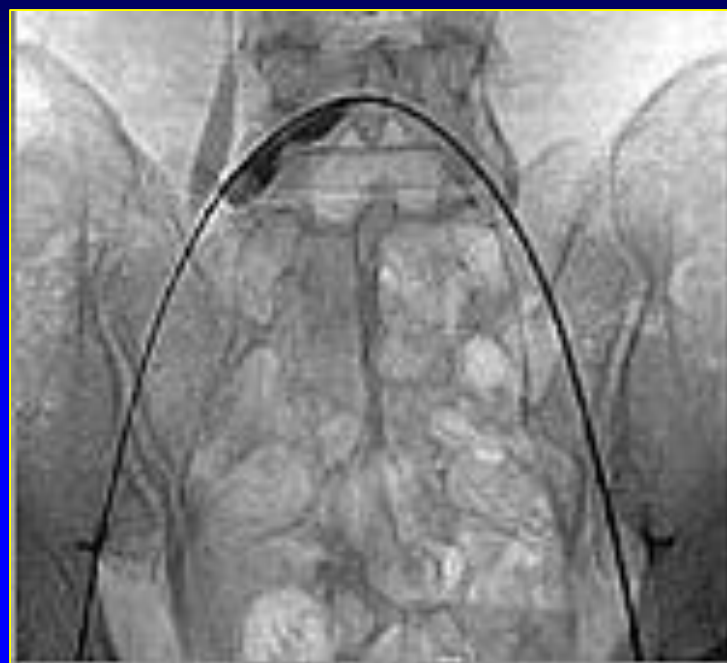
# Angioplastie-stenting

- Artères:
  - sténoses athéromateuses
  - A, FA
  - plaie, traumatisme
  - angiodysplasie
- Veines:
  - abords d'hémodialyse
  - syndrome cave supérieur
  - TIPS

# Dilatation par ballonnet

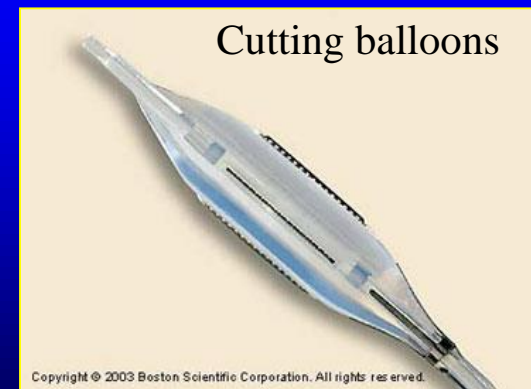
- PTA: Percutaneous Transluminal Angioplasty
- But:
  - Dilater une artère sténosée pour restaurer un flux sanguin normal
- Dans la plupart des cas une dilatation simple n'est pas suffisante et doit être complétée par un stenting







# PTA Balloon Catheters

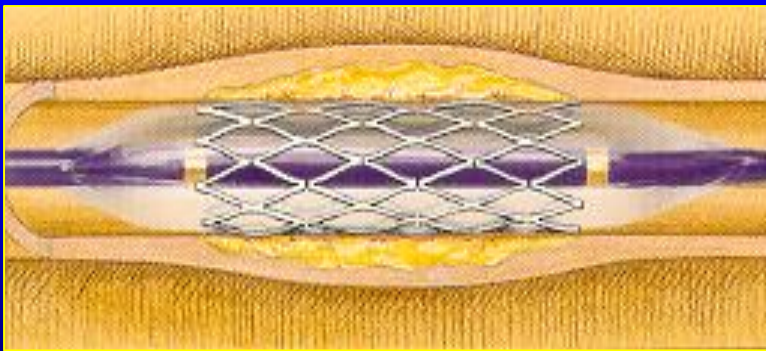
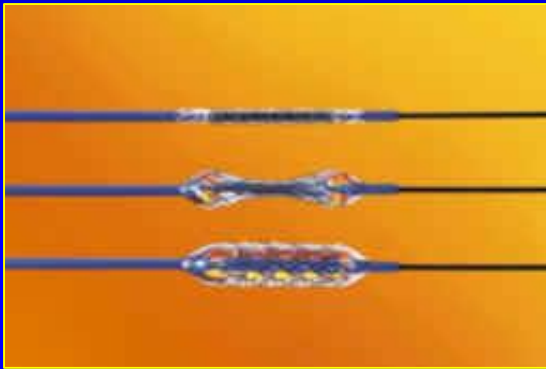


# Stents

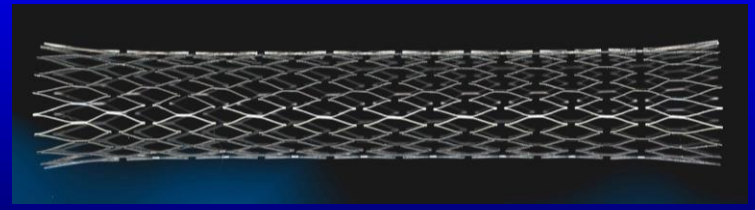
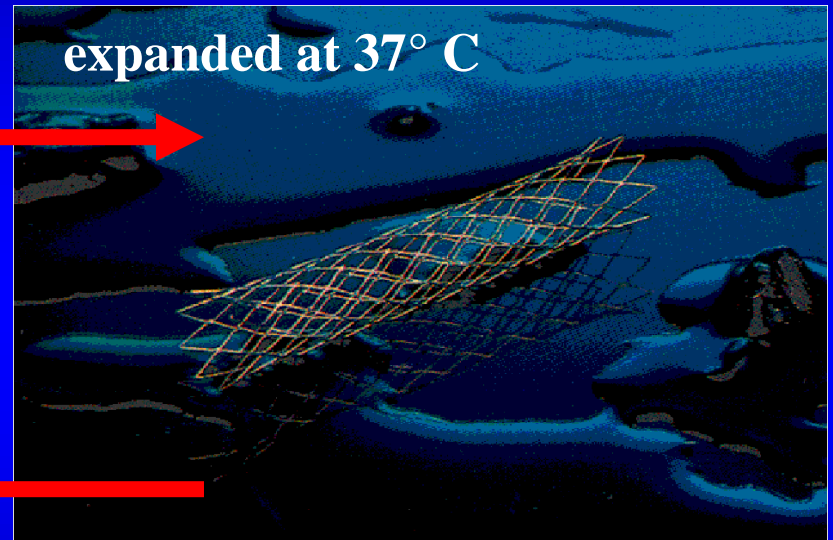
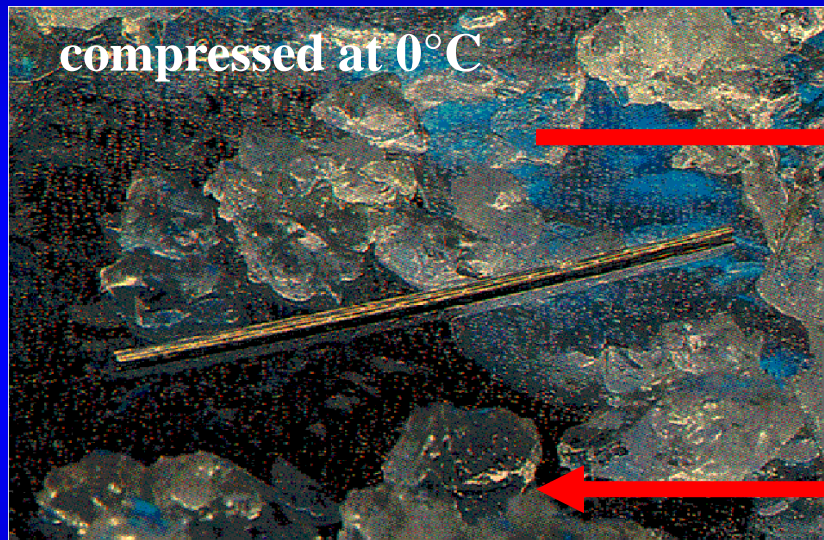
- 2 systèmes principaux:
  - Balloon-expandable stents (BE)
  - Self-expandable stents (SE)
- 3 types de stents:
  - Stents “simple”
  - Stents couverts / stentgraft
  - Drug-eluting stents (nouveaux développements)
- Avec ou sans marqueurs radio-opaques



# BE Stents



# SE Stents



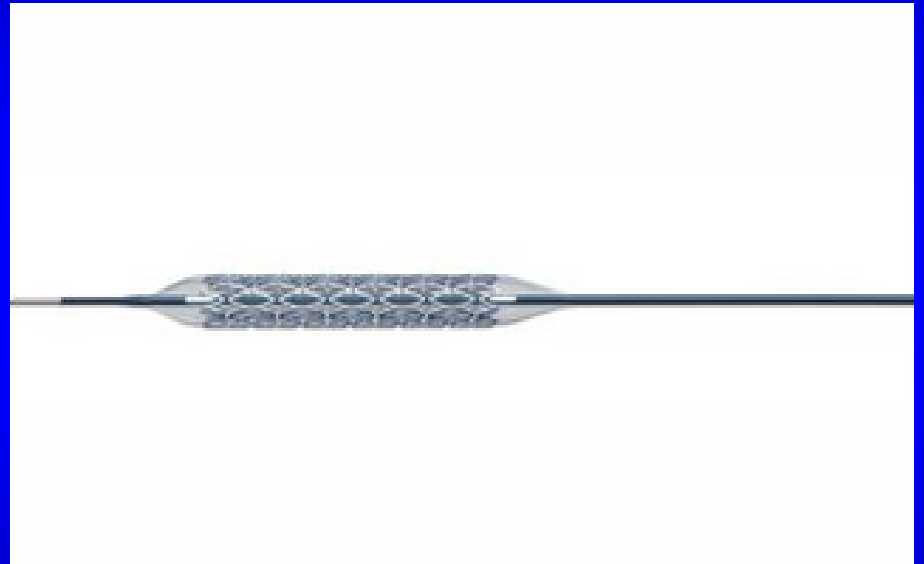
# Construction

- Stent recouvert d'une membrane de PTFE: Couvert / Stent Graft



# Stent et ballon actif

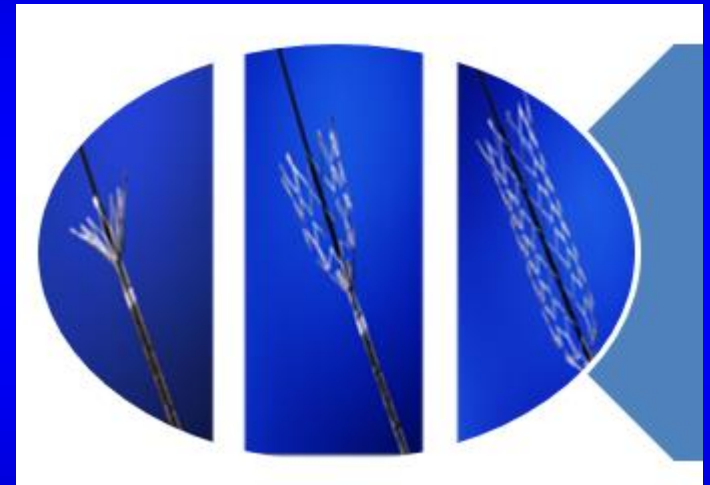
- Anti-mitotique



- Evite la resténose intra-stent

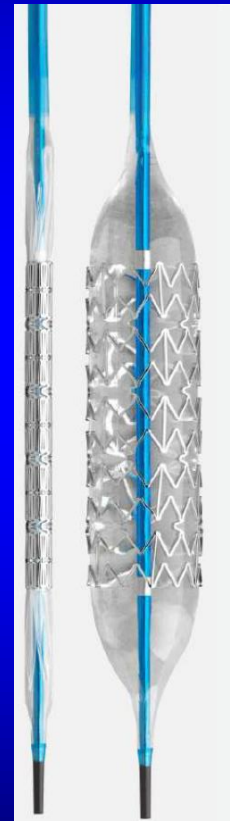
# Système de largage

- Auto-expansible
  - Le retrait de la gaine permet l'ouverture du stent



# Système de largage

- Monté sur ballon  
8x4= 8mm de diamètre  
et 4cm de long  
Diamètre puis longueur





# Largage sur ballon

- Stent acier: visibilité
- Résistant aux fractures
- Force radiale élevée

# Language sur ballon: mono-rail ou co-axial

## Monorail

- Le guide passe dans le cathéter sur sa partie distale et ressort par une lumière proximale au ballon
- Echange facile de cathéter sans enlever le guide
- Un seul opérateur pour manipuler le guide
- Guides moins longs
- Facilité de prise en main du guide
- Procédures plus courtes
- Utilisé habituellement pour les procédures iliaques, rénales ou coronaires par les cardiologues

## Coaxial

- Le guide passe à travers le cathéter dans toute sa longueur
- L'échange de guide est facile, le système coaxial s'utilise pour les procédures où il est nécessaire de faire des changements de guide
- Nécessité de guides plus longs et d'un deuxième opérateur
- Meilleur support pour naviguer et pour soutenir le cathéter
- Utilisé pour les procédures iliaques et jambières
- Utilisé par les radiologues et les Chirurgiens

# Monorail



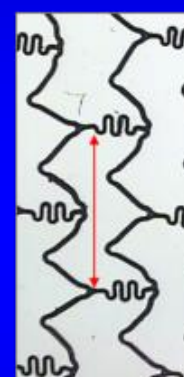
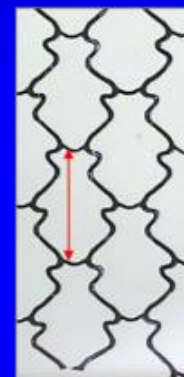
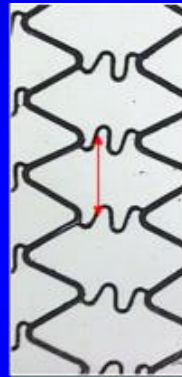
# Co-axial



Guide long d'échange++

# Design

- Cellules fermées:
  - Cellules connectées par des ponts métalliques



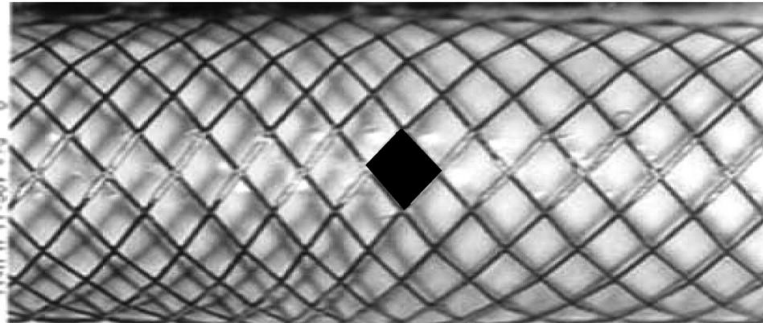
- Cellules ouvertes:
  - Moins de connexion, moins de métal, plus flexible

Closed cell

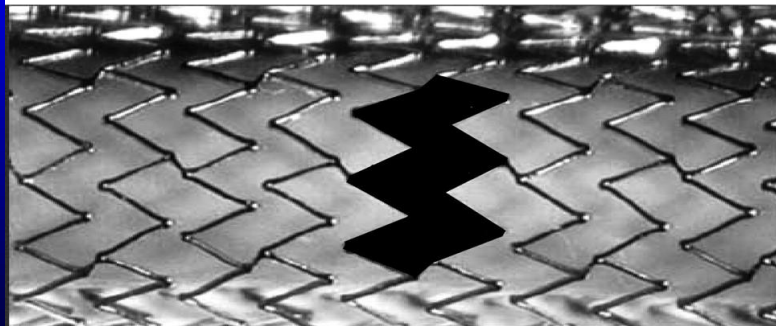
Open cells

# Design : cellules ouvertes ou fermées

Example of a "closed cell design stent": free cell area is marked black



Example of an "open cell design stent": free cell area is marked black





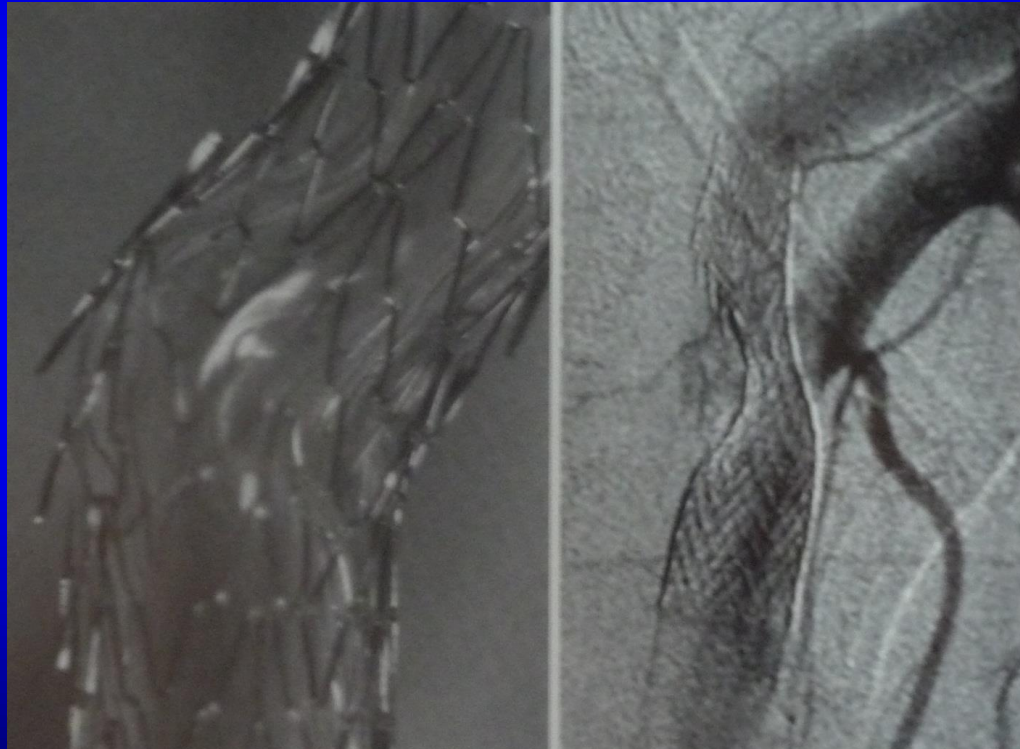
# Design : cellules ouvertes ou fermées

- Cellules ouvertes:
  - Plus flexible
  - Meilleure conformabilité à la paroi artérielle
  - Moins de métal dans les petits vaisseaux
- Cellules fermées:
  - Plus grande force radiale
  - Meilleure couverture

*Tanaka N, Martin JB, Tokunaga K, et al. Conformity of carotid stents with vascular anatomy: evaluation in carotid models. AJNR Am J Neuroradiol. 2004; 25(4):604-607.*

*Silva M. Debate: open cell stents are superior! Presented at: ICCA V 5th International Course on Carotid Angioplasty and Other Cerebrovascular Interventions; October 28, 2005; Frankfurt, Germany*

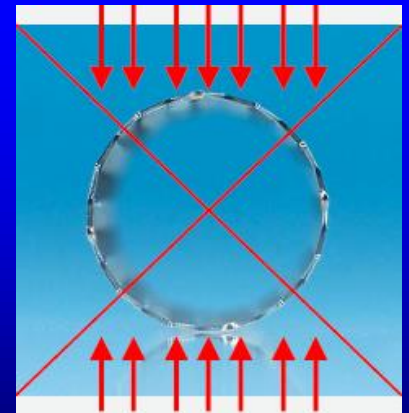
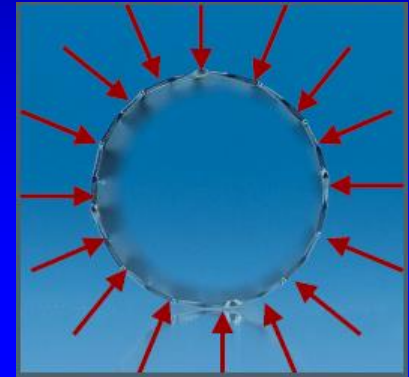
# Cellules ouvertes: inconvenients



Risque de lésions intimes

# Autres caractéristiques: **force radiale ++**

- Force extérieure chronique:
  - La force que le stent exerce sur la paroi
- Force radiale résistive:
  - La force qui s'exerce contre le stent pour le comprimer

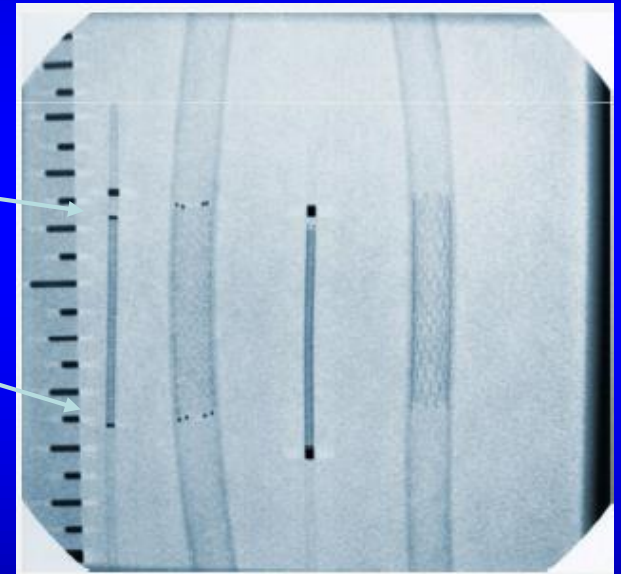


# Autres caractéristiques: **visibilité**

- Marqueurs radio-opaques proximaux et distaux

- Sur la gaine (toujours)

- Sur le stent (A: avec; B:sans)



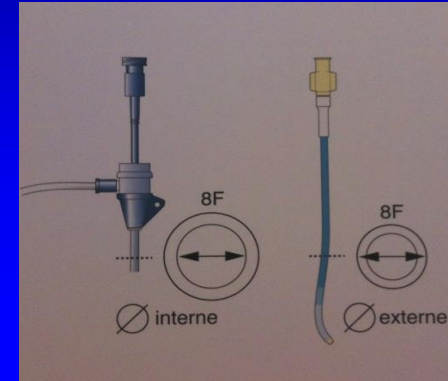
A

B

# Autres caractéristiques: compatibilité

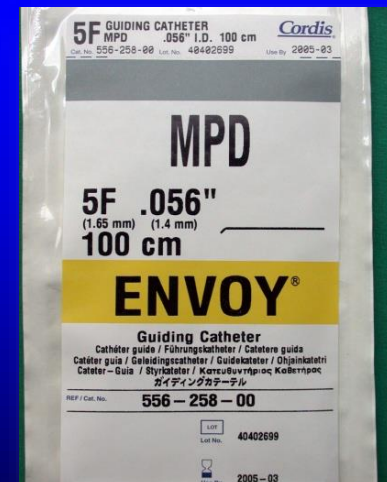
Introduceur compatible:

Stabilité, moins de matériel



Cathéter-guide compatible:

Meilleure navigabilité, purge sur valve



# Autres caractéristiques: compatibilité

- Longueur du système de langage





# Autres caractéristiques: compatibilité

- Si monté sur ballon: pression nominale et de rupture
- P nominale: pression nécessaire en ATM pour gonfler le ballon à la taille donnée
- P de rupture: pression à laquelle 0,1% des ballons se rompent lors des tests

atm - kPa Pressure	7.0mm Balloon O.D.
5.0 - 507	6.90
6.0 - 608	NOMINAL 7.00
7.0 - 709	7.09
8.0 - 811	7.18
9.0 - 912	7.26
10.0 - 1013	7.33
11.0 - 1115	7.39
12.0 - 1216	7.44
13.0 - 1317	7.50
14.0 - 1419	RATED* 7.55
*Rated Burst Pressure. DO NOT EXCEED.	

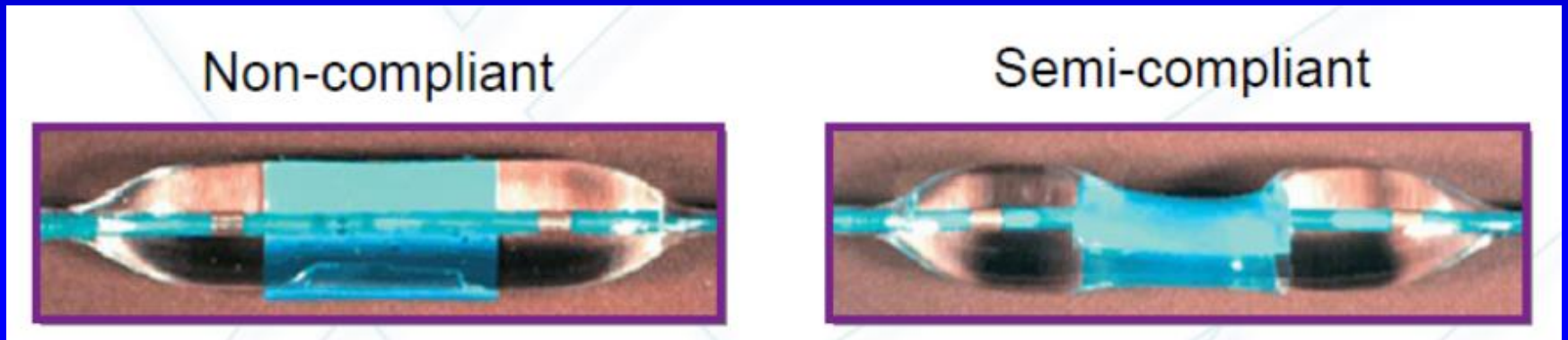
# Ballons d'angioplastie

- Force de dilatation: force radiale exercée par le ballon sur la lésion ou sur le stent
- La force de dilatation est fonction :
  - de la pression d'inflation
  - du matériau du ballon (compliance)

# Ballon d'angioplastie

- Compliance =
- Capacité du ballon d'augmenter de taille ou de s'étirer lors de l'augmentation de pression déterminée par l'augmentation de diamètre en fonction de l'augmentation de pression
- Compliance(%) = 
$$\frac{\text{(diamètre à haute pression - diamètre à basse pression)}}{\text{diamètre à basse pression}}$$

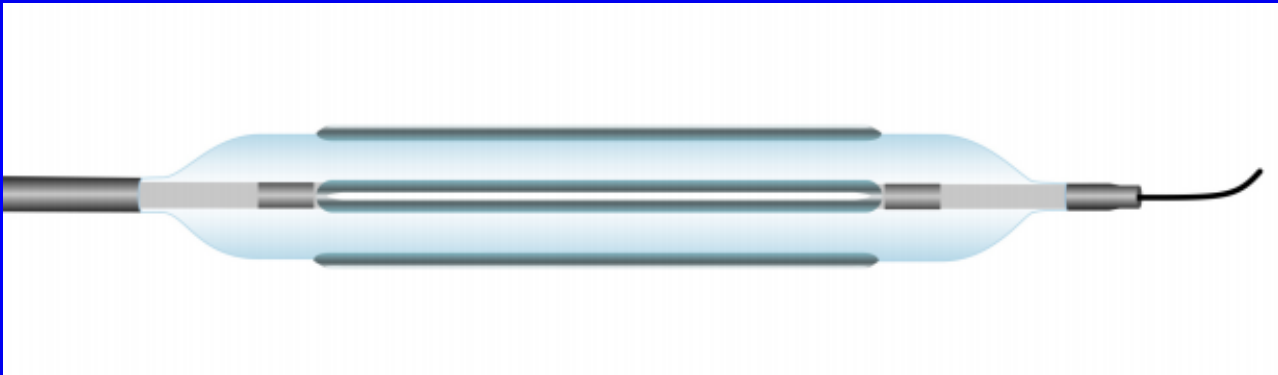
# Ballon d'angioplastie : compliance



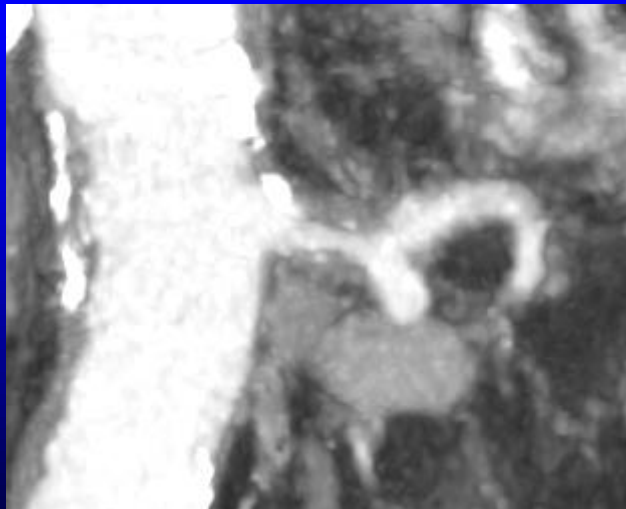
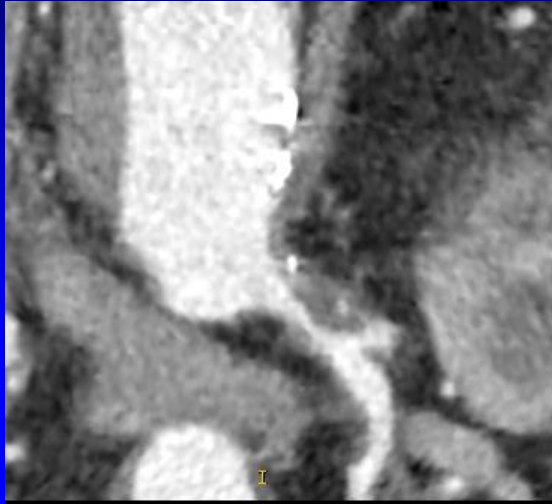
Peu de modification même à haute pression

Effet « dog-bone » pouvant léser le vaisseau

# Ballon coupant: cutting balloon

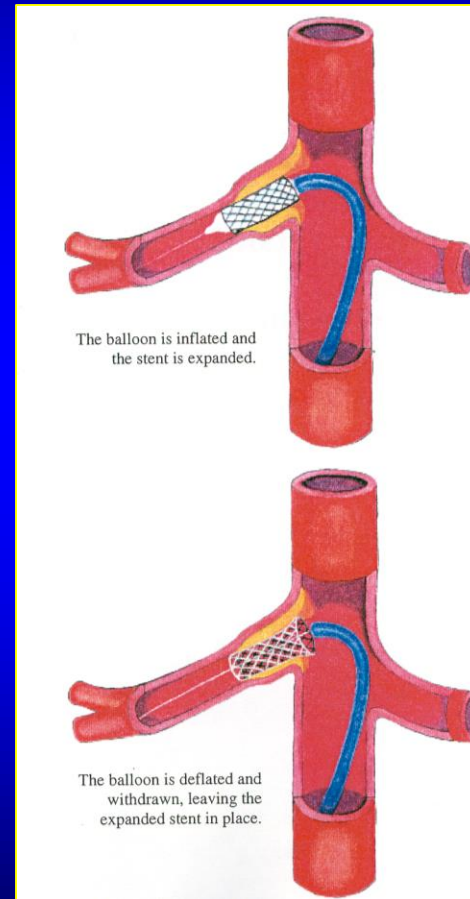
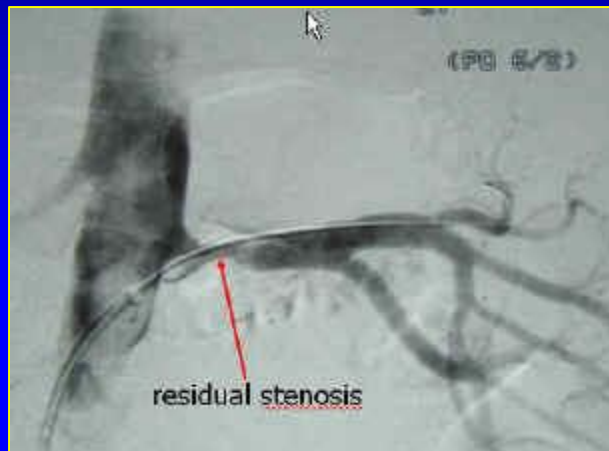


Traitement des lésions fibreuses ou calciques résistantes





# Stenting rénal

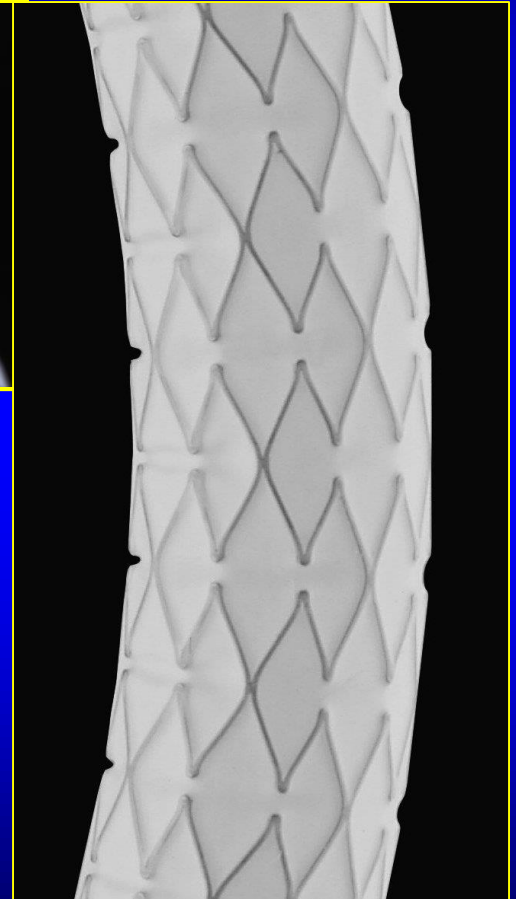
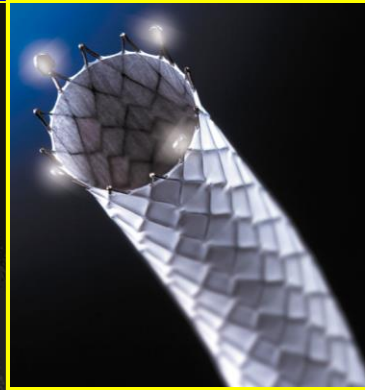
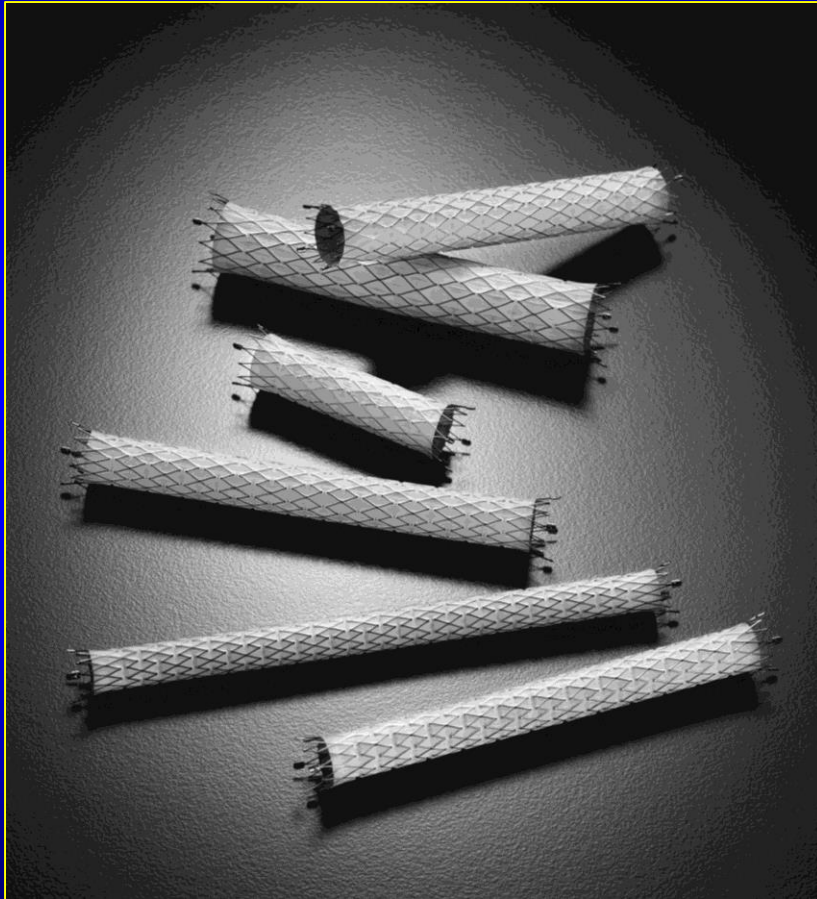


# Stents couverts / Stent-grafts

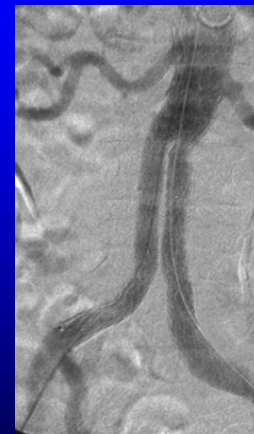
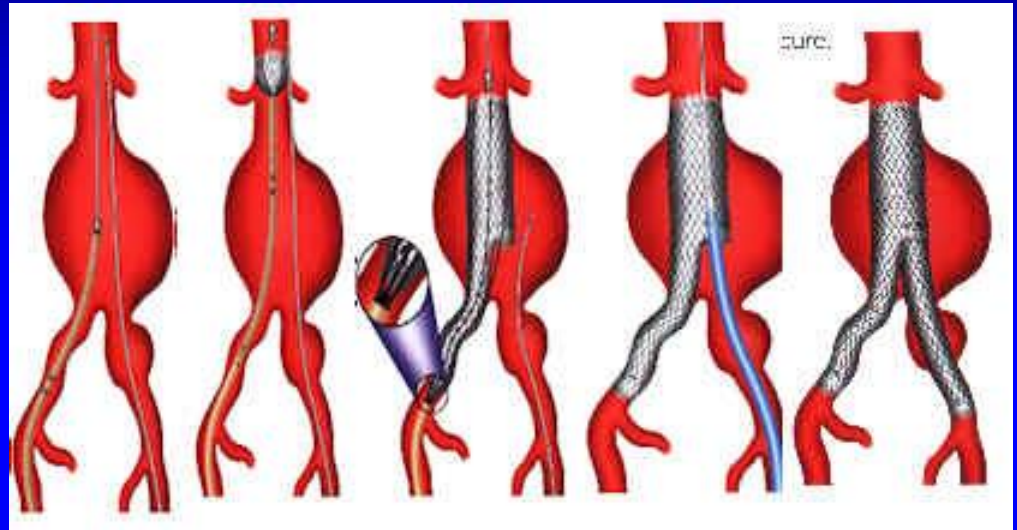
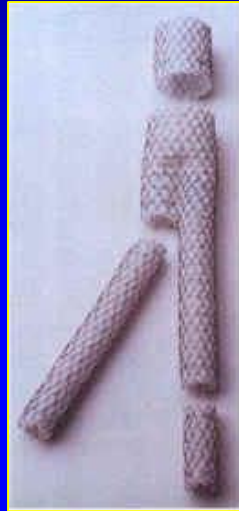
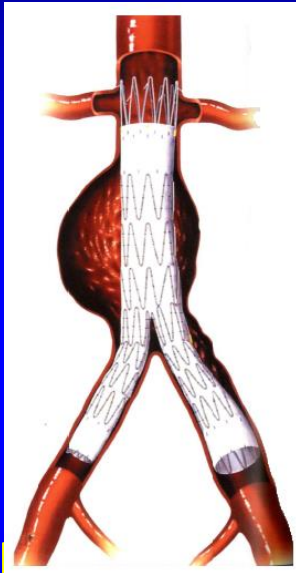
- Stent couverts = stents avec une couverture
  - ePTFE est la plus utilisée
- Indications:
  - Restenose
  - Dissection
  - Occlusion (et recanalisation)
  - Anévrysme
  - Fistule



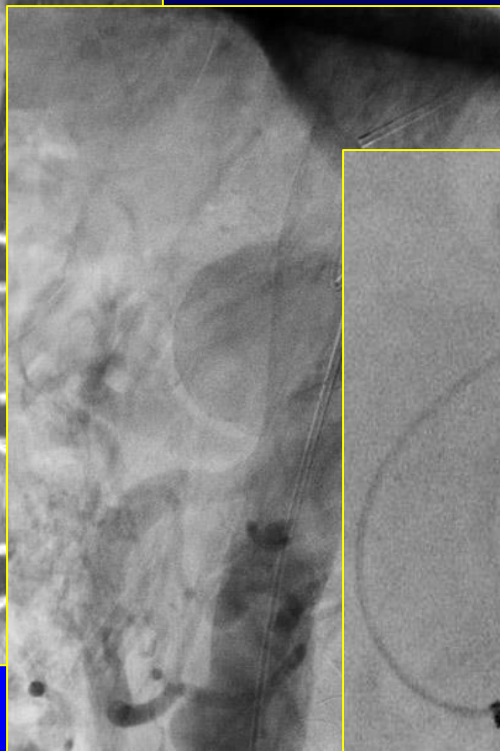
# Stent-grafts



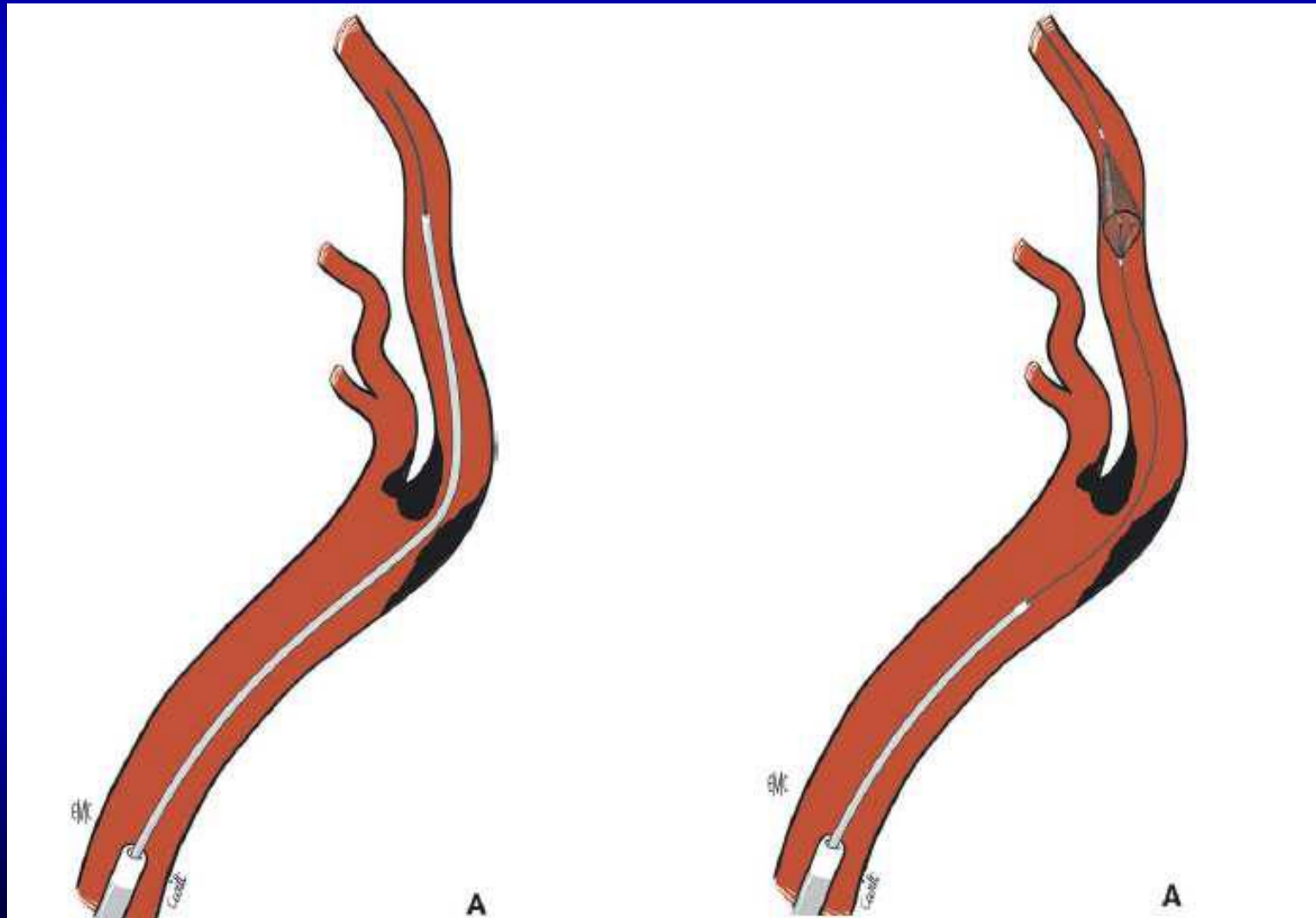
# EVAR devices for AAA





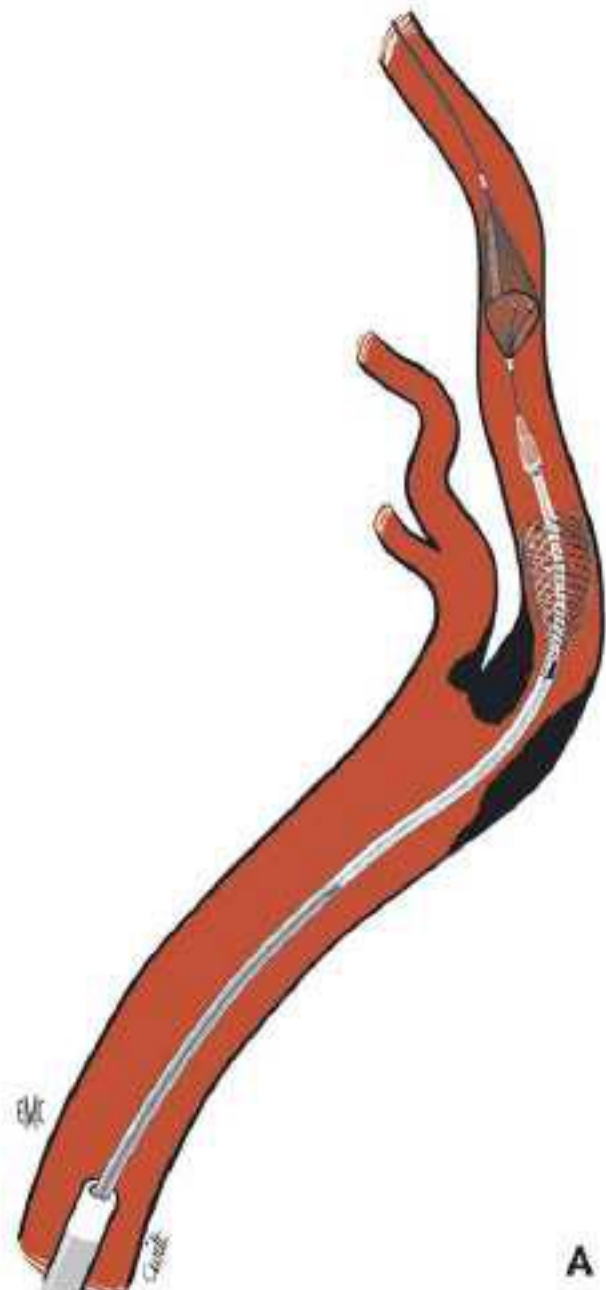


# Angioplastie carotidienne

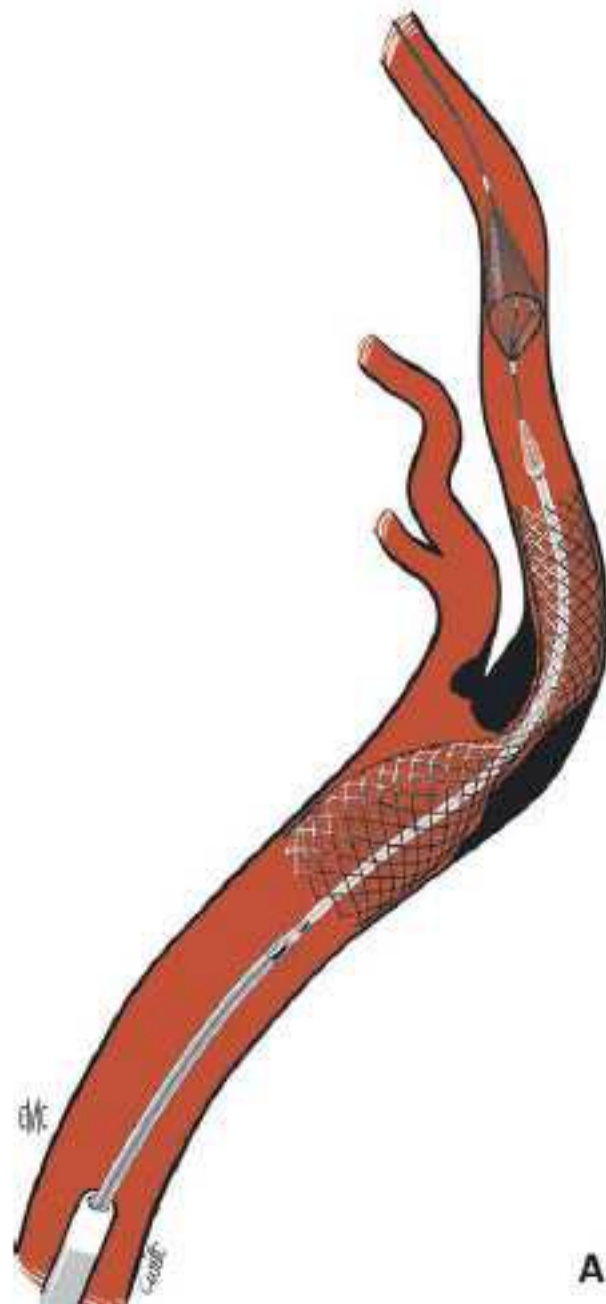




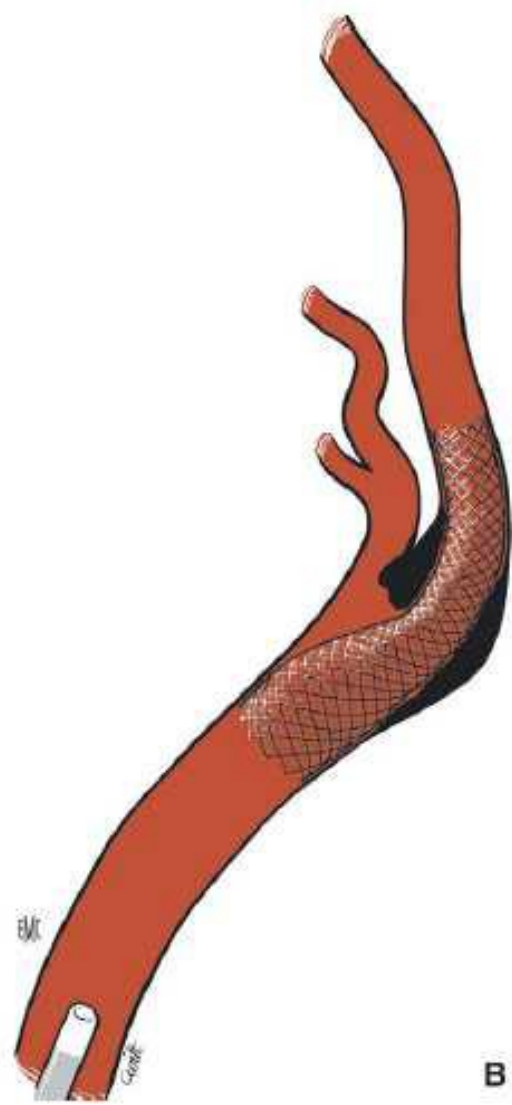
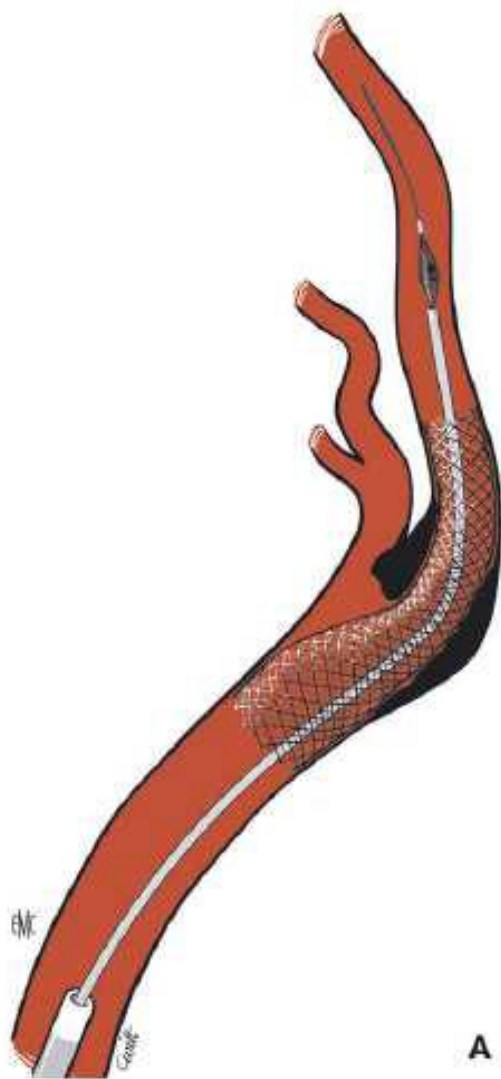
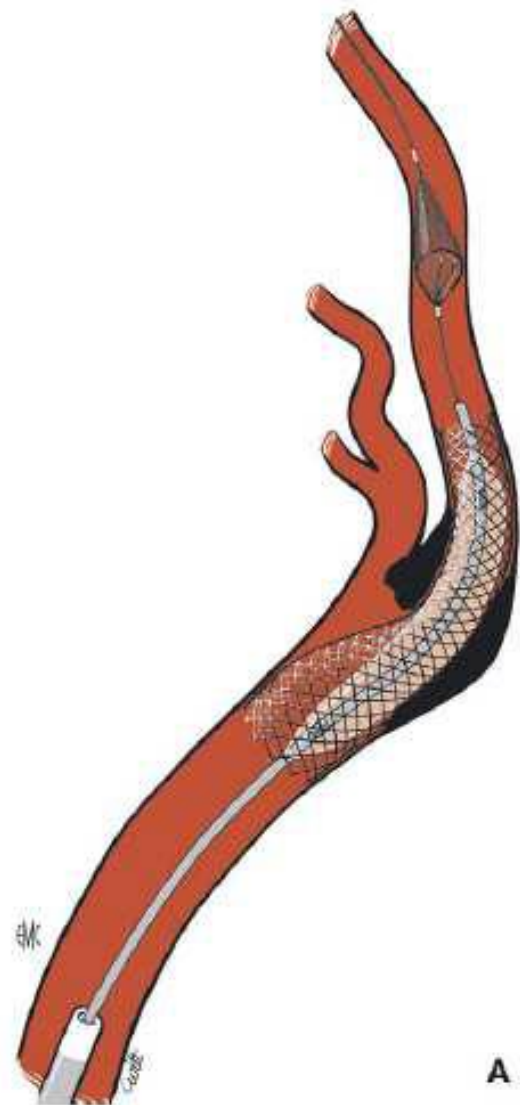




A

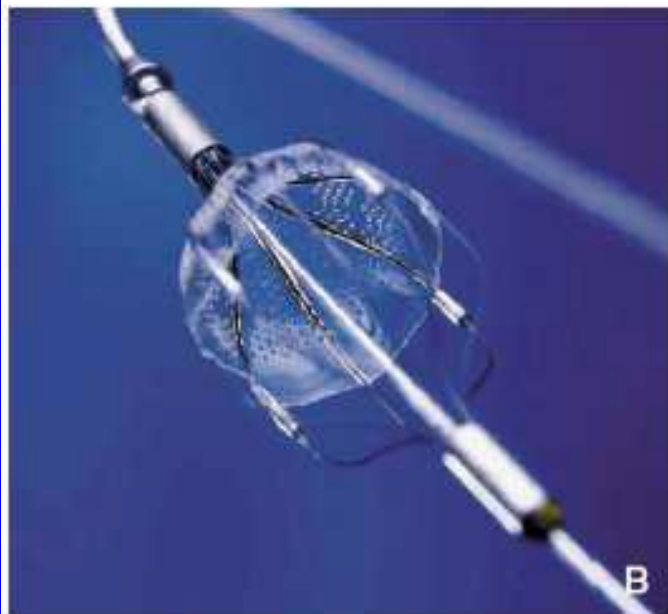


A

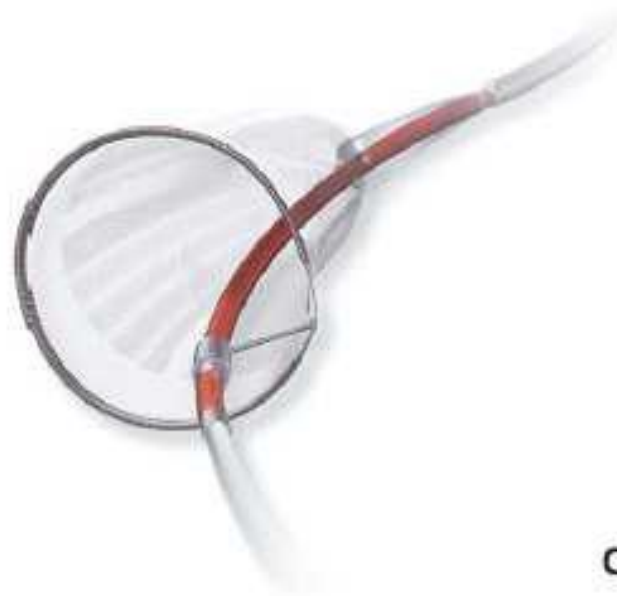




A



B



C



D



E

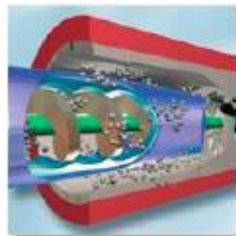


F

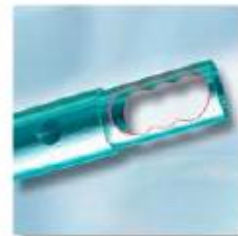
# Systemes d'athérectomie



Detachment



Fragmentation



Aspiration



Removal



# TIPS

- Transjugular intrahepatic portosystemic shunt
- Indications:
  - hémorragie active par rupture de varice
  - ascite réfractaire
  - prévention de la récurrence hémorragique
- Stent: couvert ou non





Hepatic Vein

Hepatic Vein

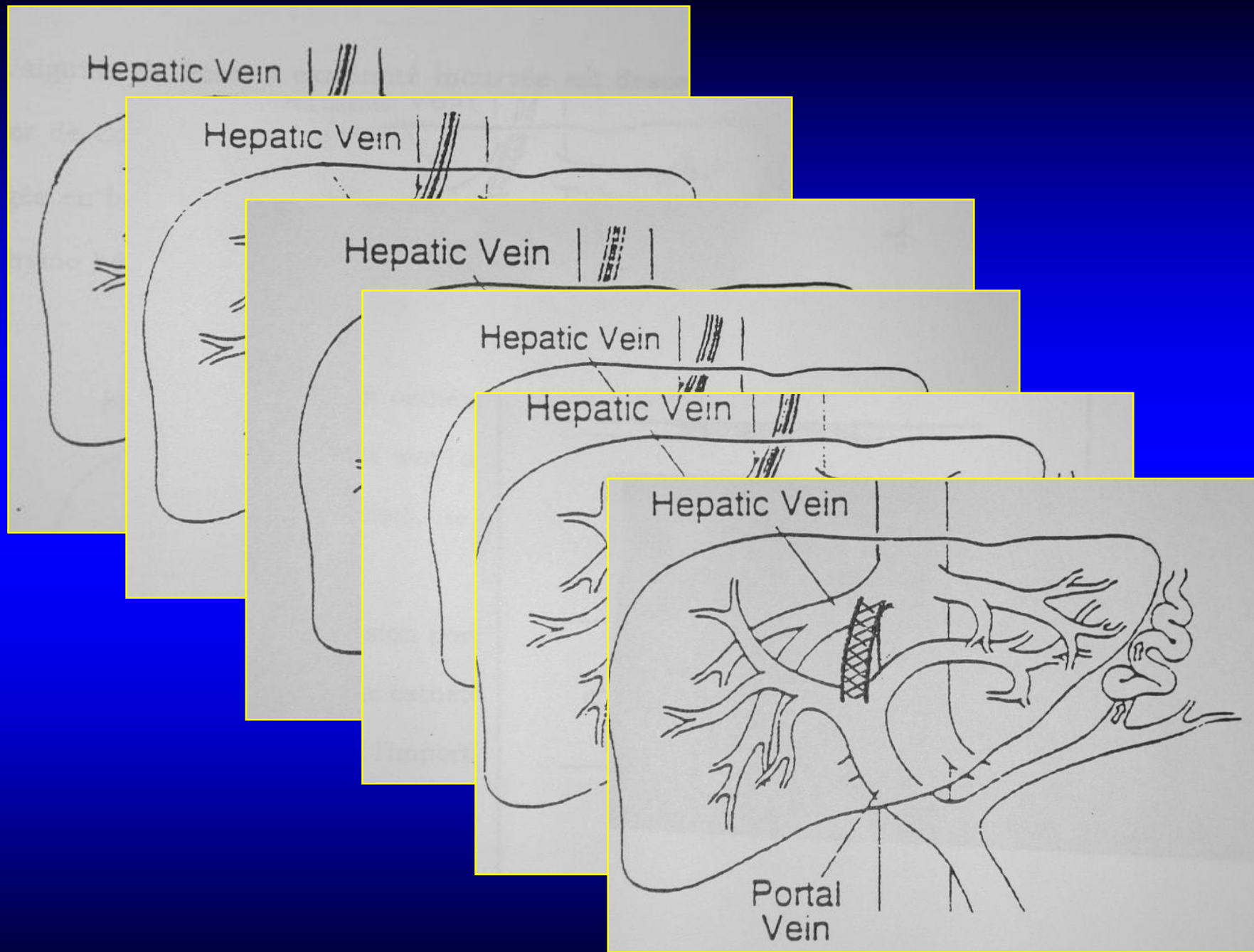
Hepatic Vein

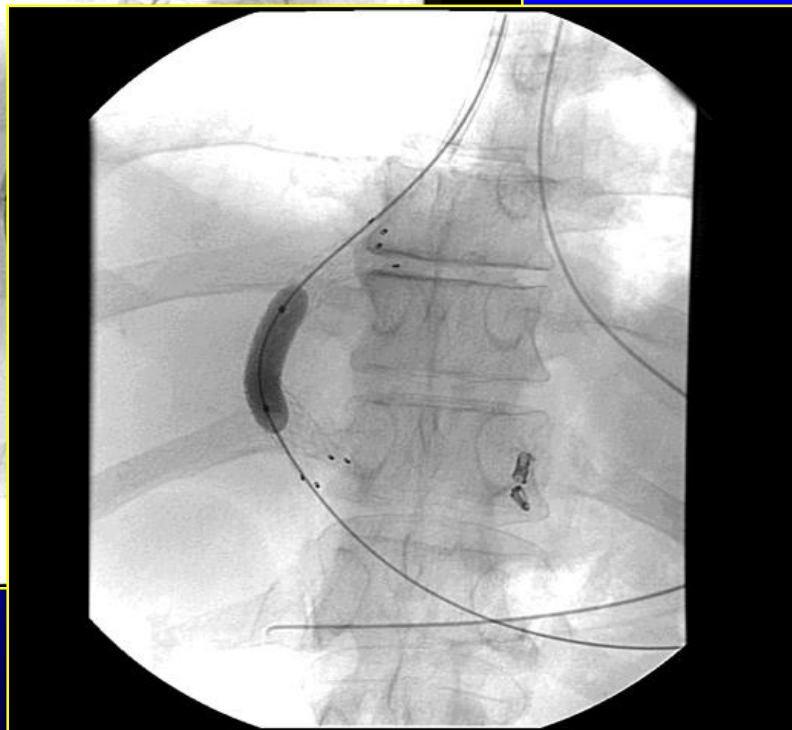
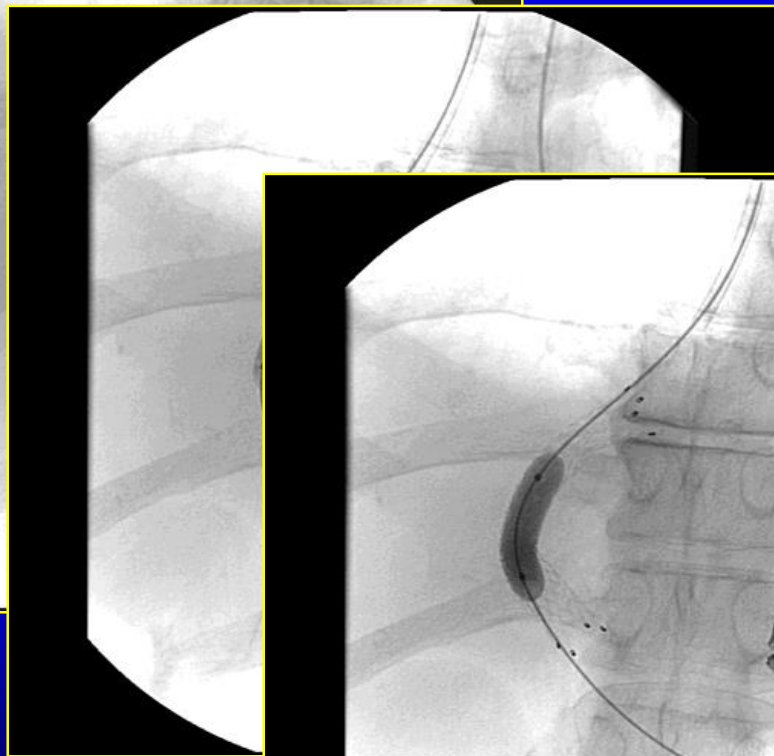
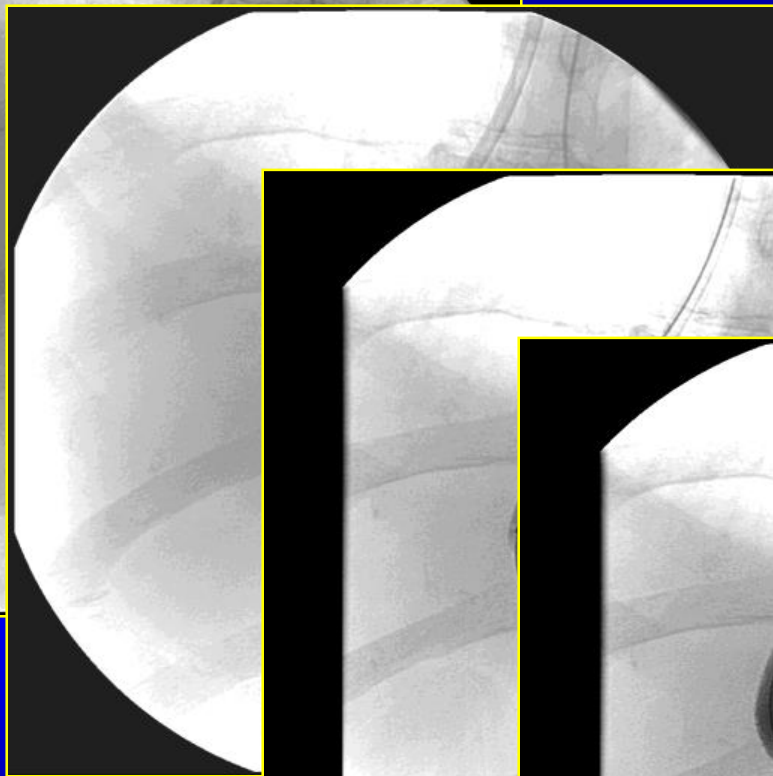
Hepatic Vein

Hepatic Vein

Hepatic Vein

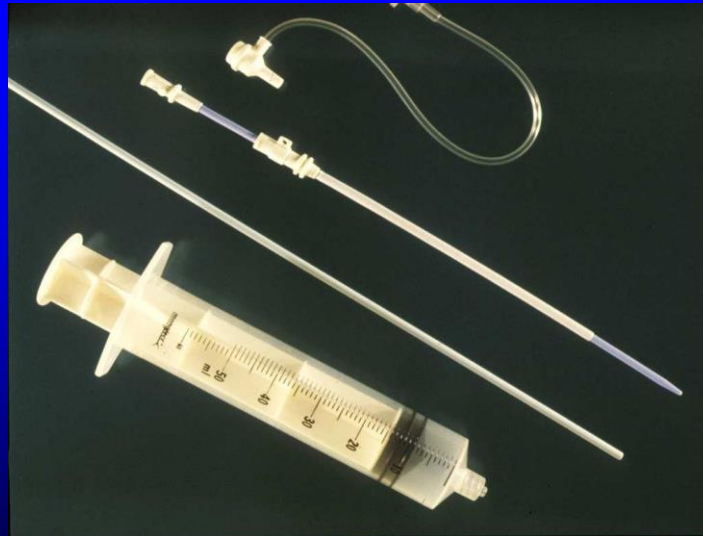
Portal  
Vein





# Fibrinolyse-thromboaspiration

- Indication: thrombose fraîche < 15 j
- Thrombolyse in situ: urokinase ou actilyse



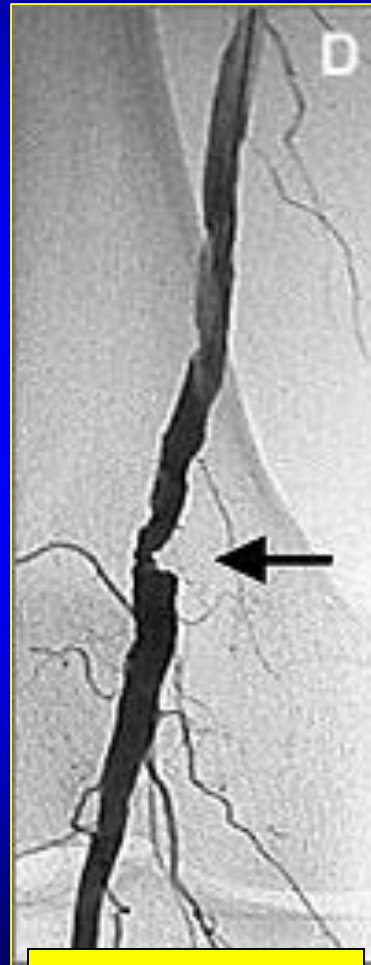
# Thrombolyse in situ



*Before Lysis*



*After 3h Lysis*

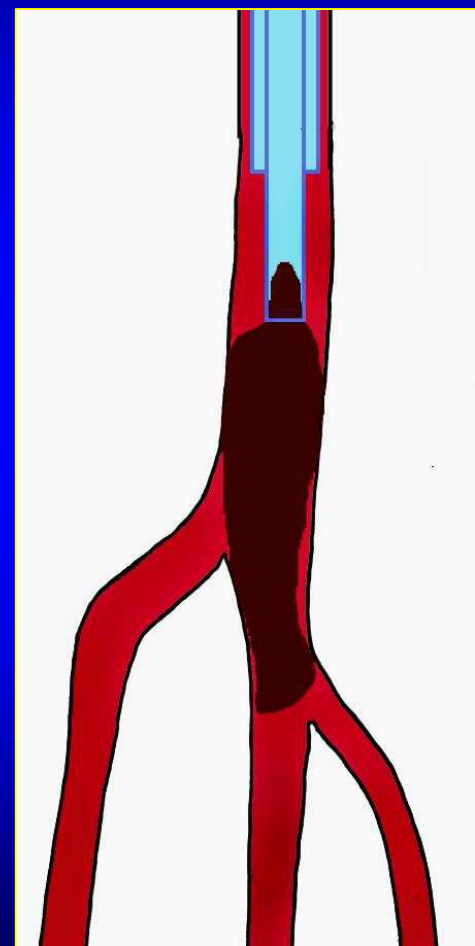
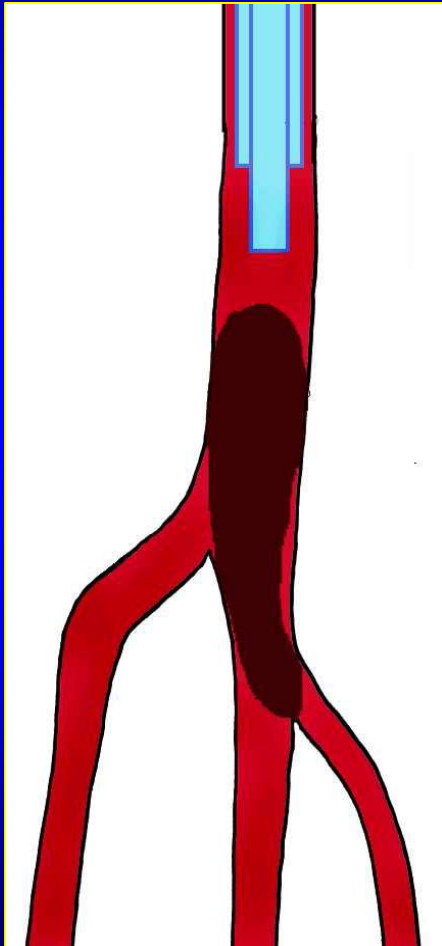


*After 20h Lysis*



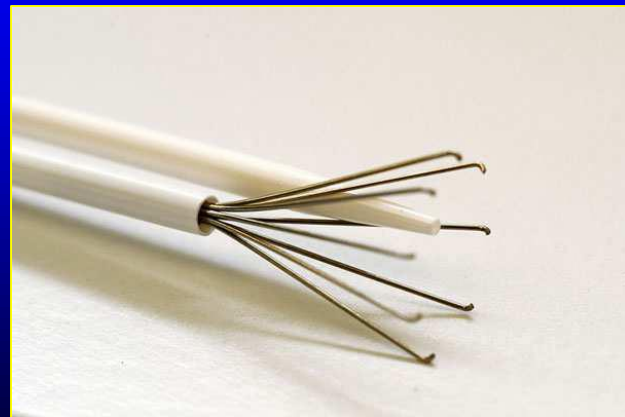
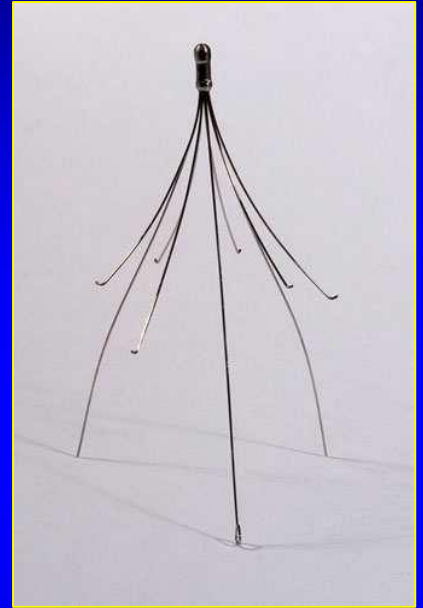
*After PTA*

# Thrombo-aspiration

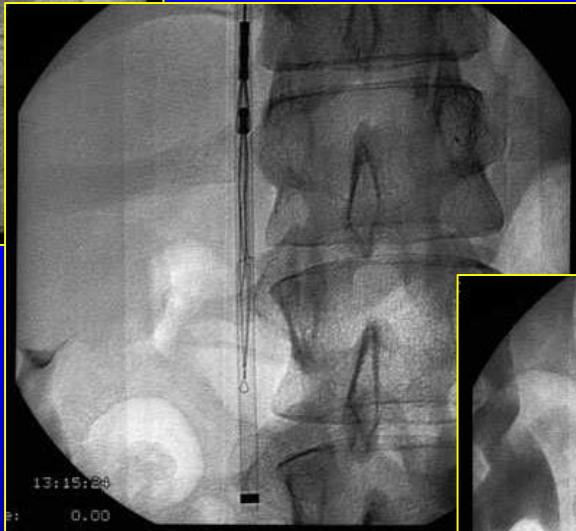
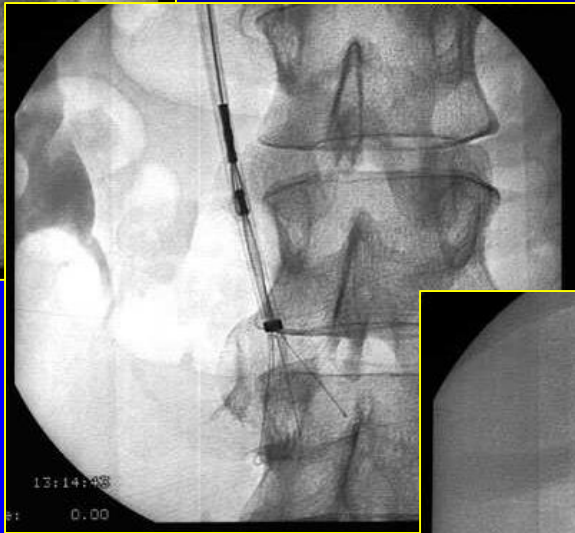
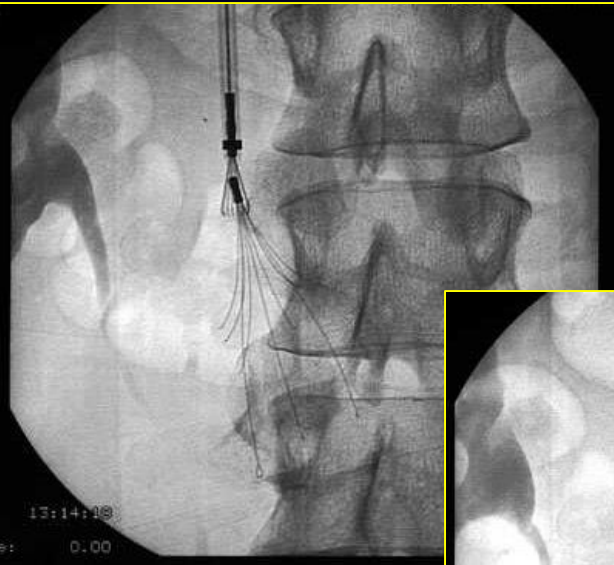


# Filtre cave

- Indication:
  - TVP proximale avec ou sans EP
  - complication AC
  - récurrence sous AC
  - CI AC
- Types:
  - définitifs
  - temporaires
  - optionnels







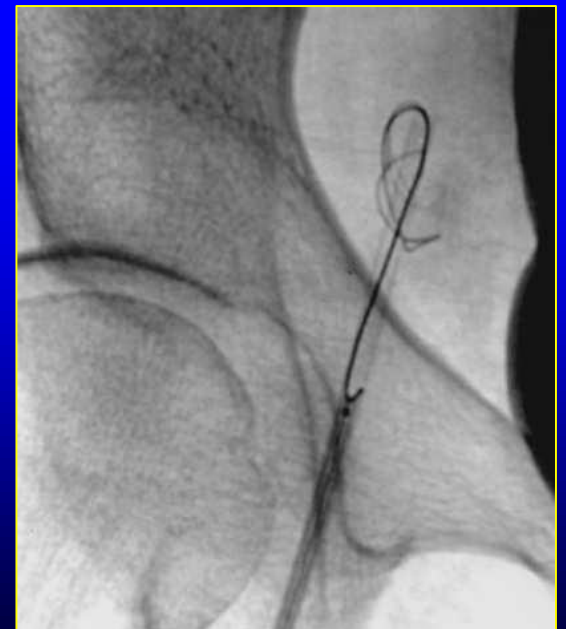
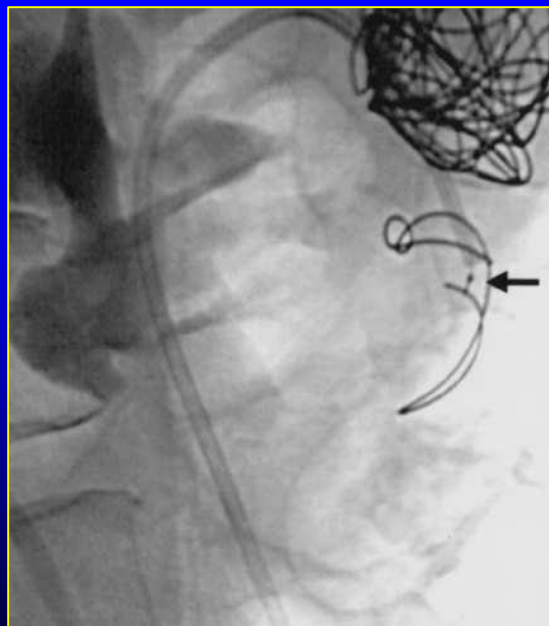
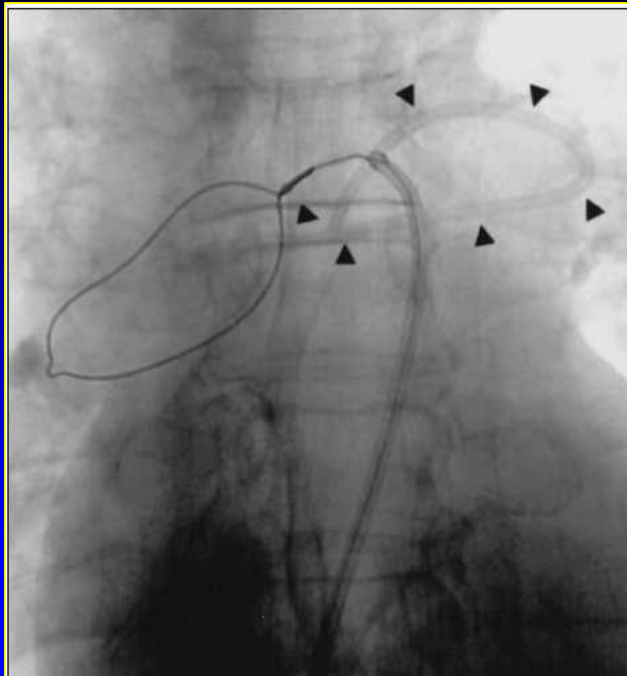
# Extraction de corps étrangers

- Indications:
  - cathéters cassés ou migrés
  - guides cassés ou migrés
  - coils migrés

> lasso: Snare

> panier: Dormia



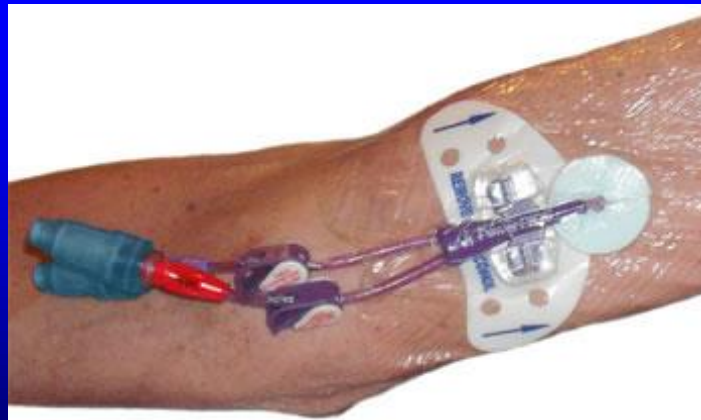


# PICC

- PICC : **P**eripheral **I**nserted **C**entral **C**atheter  
ou cathéter central inséré par voie périphérique
- Technique développée dans les années 90 aux Etats  
Unis
  - Ayant fait diminué l'indication de pose de voies  
veineuses centrales conventionnelles
  - en France depuis 2005 actuellement en plein essor...

# Matériel

- Cathéters simple ou double lumière de 4 à 7F
- Peut être laissé en place pendant 3 à 6 mois



# Avantages

- A la pose
  - Technique simple
  - Pas de CI en cas de troubles de l'hémostase
  - Pas de risque de pneumothorax ni d'hémothorax (vs PAC)
- A l'utilisation
  - Retrait facile
  - Pour le patient : pas de cicatrice (vs PAC), confort
  - Utilisation possible au domicile
- Coût < PAC

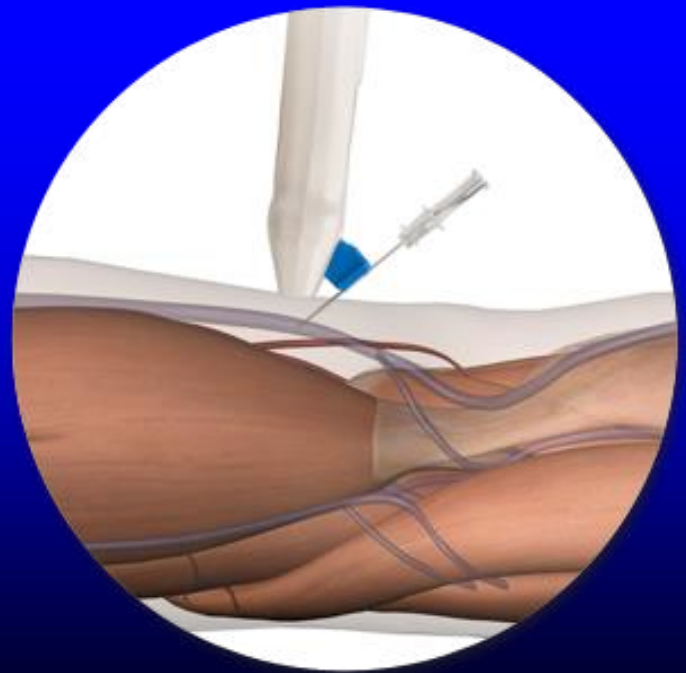


# Indications

- Accès vasculaire central
  - Nutrition parentérale
  - Chimiothérapie
  - Dysfonctionnement ou complication d'un PAC
- Faible capital veineux : *patient « impiquable »*
  - Réhydratation
  - Antibiothérapie IV
  - Prélèvements sanguins
- Voie parentérale à domicile
- Traitement IV > 6 jours (patient hospitalisé)

# Technique de pose

- Conditions d'aseptie chirurgicale
  - Anesthésie locale
  - Ponction sous échographie (+/- sous garrot)
  - Cathétérisme VCS sous contrôle scopique (guide 0,018)
  - Gaine pelable « peel away »
- 
- Succès technique : 99%
  - Durée de procédure : 25 minutes
  - Site d'entrée :
    - Veine basilique ou veine humérale
  - Complications immédiates < 1%
    - Hématome
    - Ponction artérielle

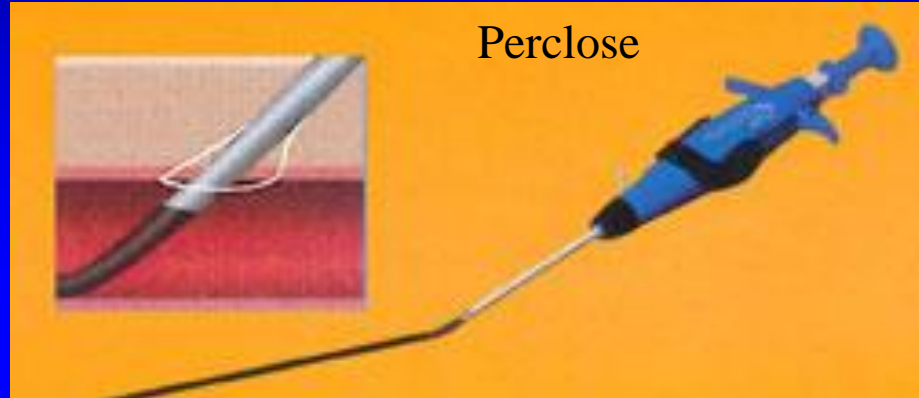


# Systèmes de fermeture

Angio-Seal



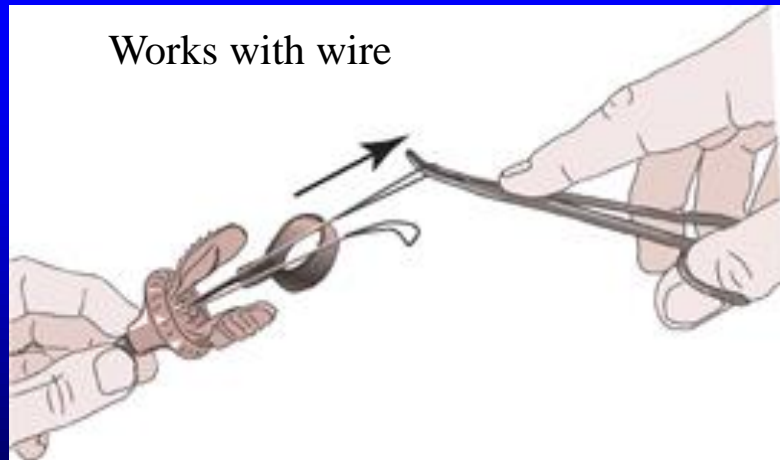
Perclose



Works with plug



Works with wire



RI non vasculaire

# Types de procédures

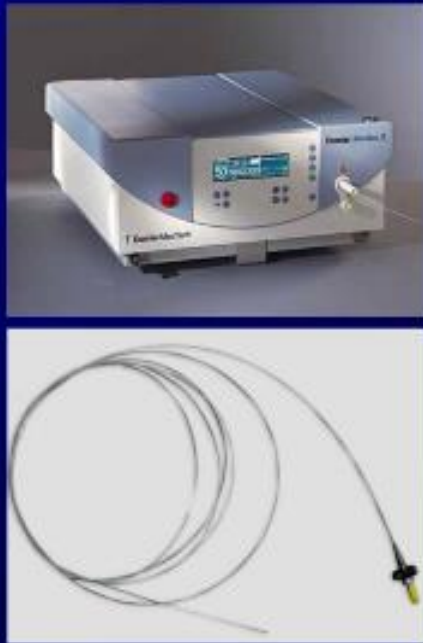
- Ponction, biopsie
- Aspiration, drainage
- Infiltration articulaire
- Gastrostomie percutanée
- Radiofréquence
- Cimentoplastie, vertébroplastie

> Techniques de guidage: scopie, US, TDM, IRM

# Ablations percutanées en clinique

- Thermoablations par la chaleur

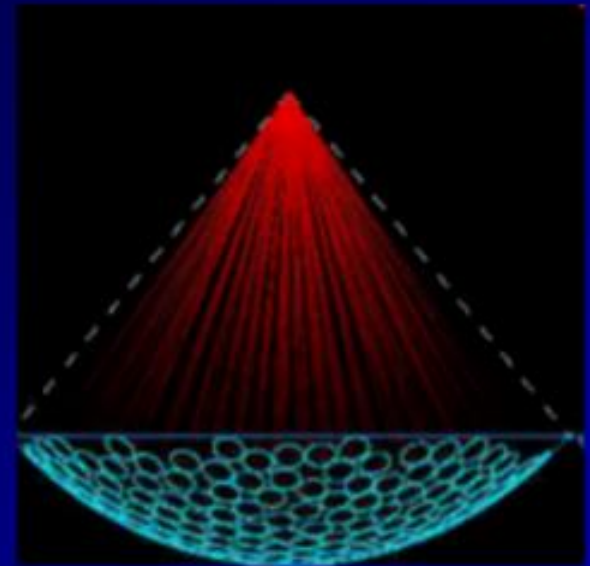
Laser



Radiofréquences



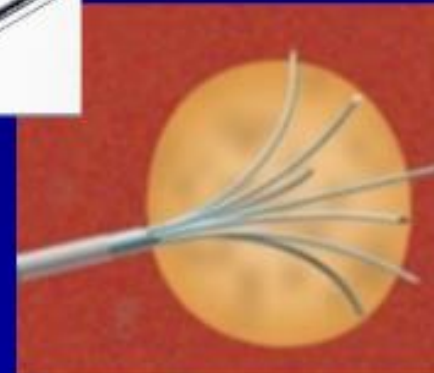
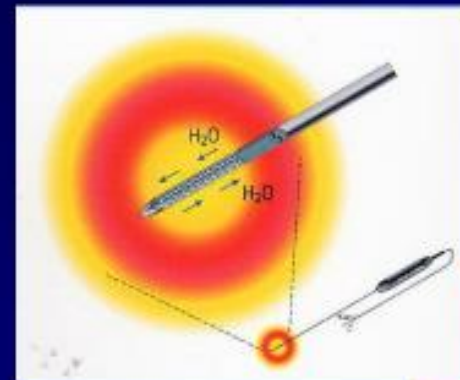
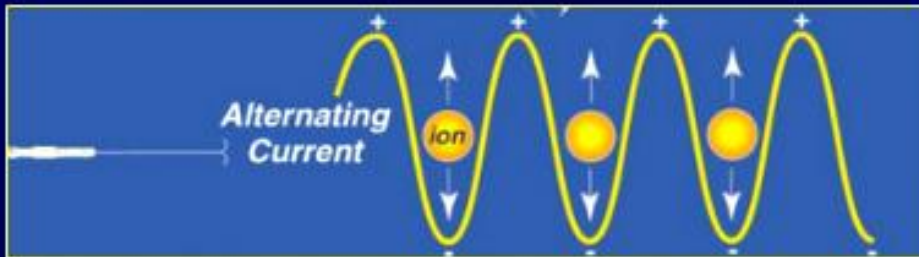
Ultrasons Focalisés



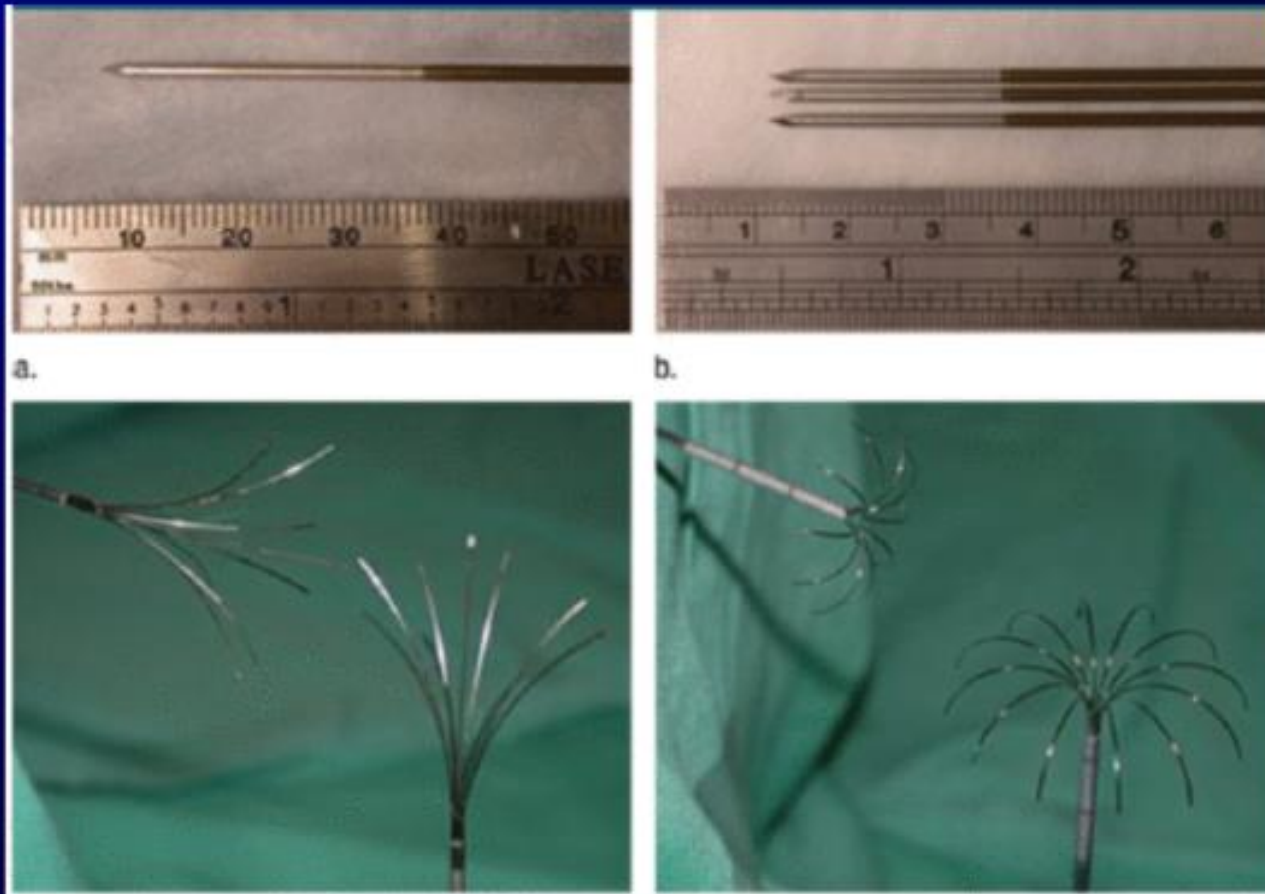


# Traitement par RF

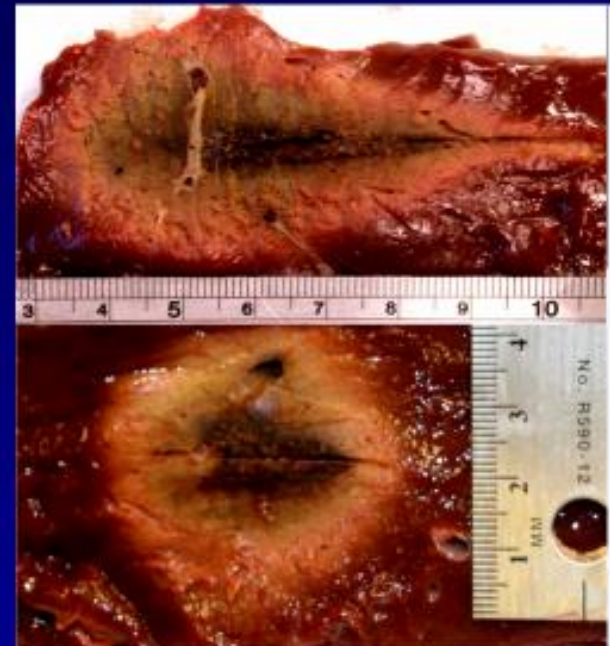
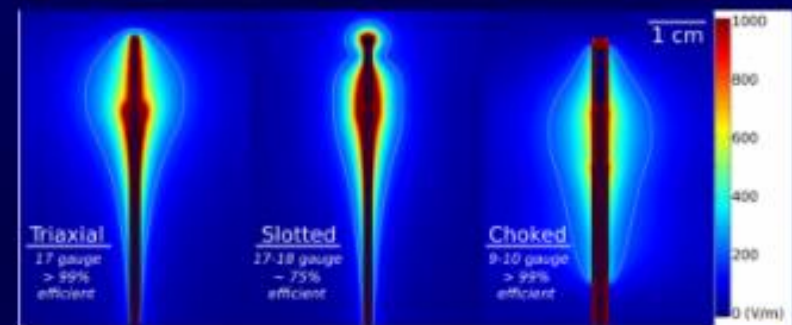
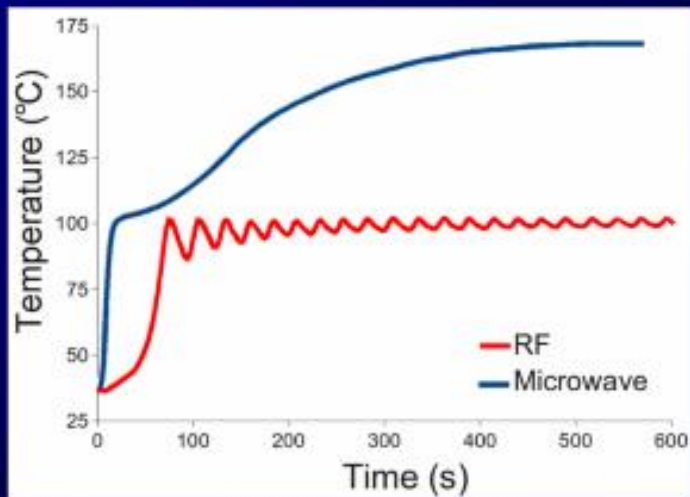
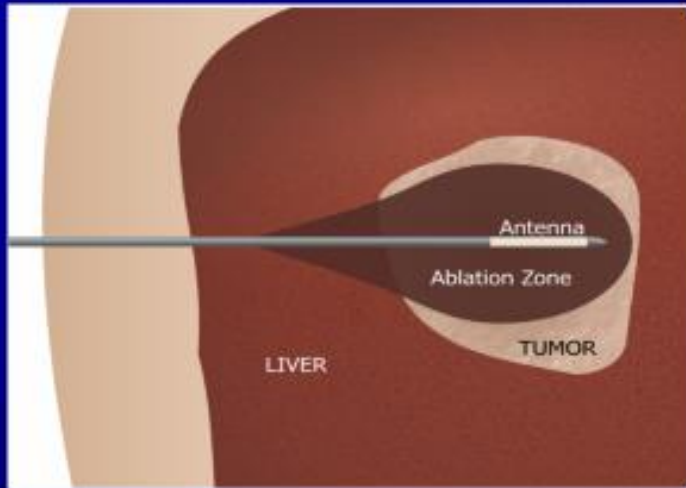
- Principes :
  - application d'un courant RF alternatif
  - champ électrique oscillant
  - mouvement ionique oscillatoire dans les tissus, proportionnel à l'intensité du champ
  - échauffement tissulaire par friction



# Applicateurs RF

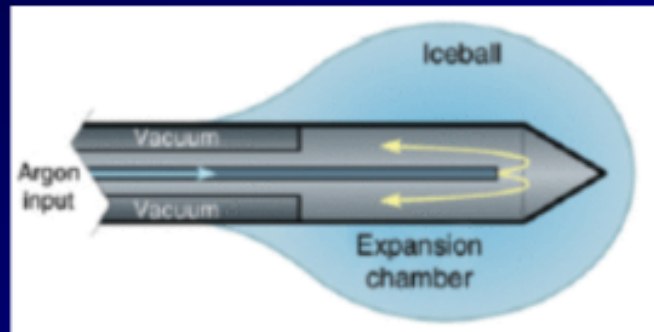


# Traitement par micro-ondes



# Cryothérapie : principes

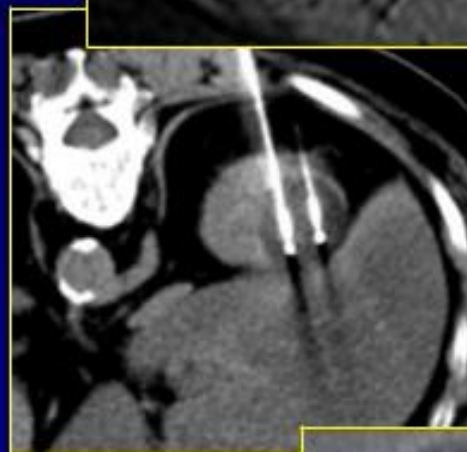
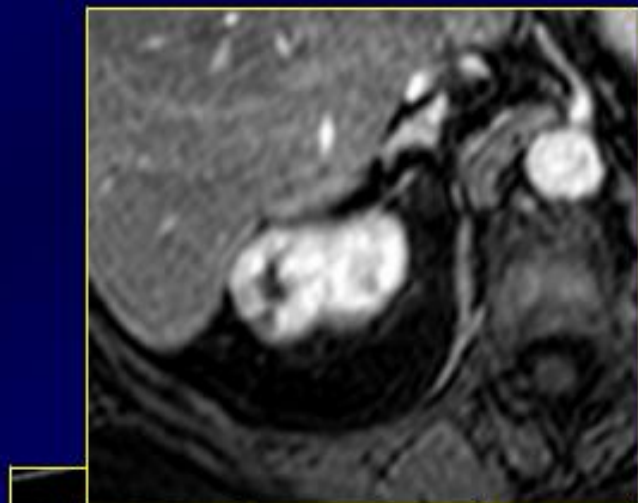
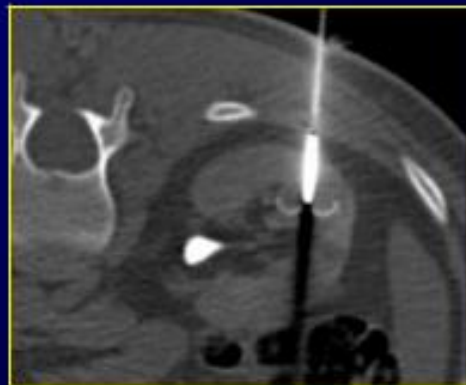
1. Formation de cristaux de glace extracellulaires produisant une déshydratation
2. Formation de cristaux de glace intracellulaires produisant des lésions des membranes cellulaires
3. Stase vasculaire produisant une ischémie cellulaire





# Monitorage du traitement en imagerie

- En RF ou en micro-ondes :
  - Pas de monitoring possible
  - Nécessite de ré-injecter du produit de contraste (en TDM ou en US)
- En cryothérapie :
  - Contrôle de la position et de la taille du glaçon (en TDM ou en IRM)



# Conclusion

- Progrès majeurs des techniques de RI
- Miniaturisation du matériel
- Intérêt du guidage radiologique
- Caractère moins invasif que la chirurgie
- Diminution de la morbi-mortalité
- Collaboration radiologues / pharmaciens +++