

Les plaies vasculaires par arme à feu.  
Notions fondamentales  
et principes thérapeutiques

Vincent DUVERGER

Chirurgie vasculaire      HIA Begin St Mandé

Séance d'enseignement du Collège de chirurgie vasculaire 10 Juin 2005

# Agents vulnérants

En pratique de guerre, les éclats prédominent

	<b>Eclats</b>	<b>Balles</b>
<b>Sarajevo 1994</b>	75%	25%
<b>Afghanistan / Irak 2004</b>	64%	25%

À l'inverse de la pratique civile

24000 tués par balles aux USA

300000 blessés par an

# Les éclats

## *les projectiles primaires*

proviennent d'une explosion (bombe, grenade, roquette, mines, obus)

## *Les projectiles secondaires*

projetés par le souffle de l'explosion  
(débris divers, terre, etc..)

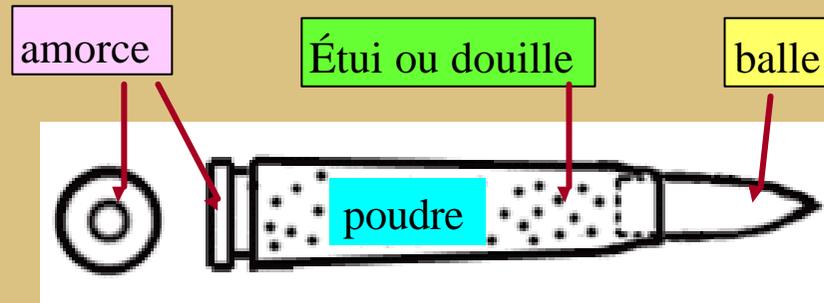
taille, poids, vitesse variables  
trajet aléatoire

les explosifs actuels très brisants  
produisent de multiples petits éclats,  
de poids inférieur à 0,5g à l'origine de polycrissage



# Les balles

-La balle est un des constituants d'une cartouche



calibre de la balle = diamètre existant au fond des rayures du canon

- en *millimètre* en Europe
- en 1/100<sup>ème</sup> ou 1/1000<sup>ème</sup> de pouce dans les pays Anglo-saxons

# Les balles



# Les Balles

-Le calibre 5,56mm est tiré par les fusils d'assaut actuels :

**FAMAS** (Fr)

( possibilité de tirer au coup / coup ou en rafale)

**M16** ( USA)

Autres fusils d'assaut

**AK47 Kalashnikov** 7,62 mm

**AK 74** balle 5,45 mm



# Balistique extérieure

- Vitesse initiale 1000m/s = haute vélocité

- Basse vélocité = arme de poing, fusil de chasse  $V_0 < 450\text{m/s}$

- Énergie cinétique :  $E = 1/2 MV^2$

- Instabilité naturelle :

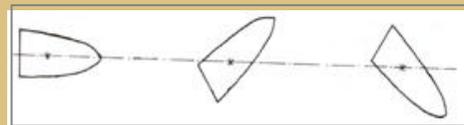
- rotation



- oscillation

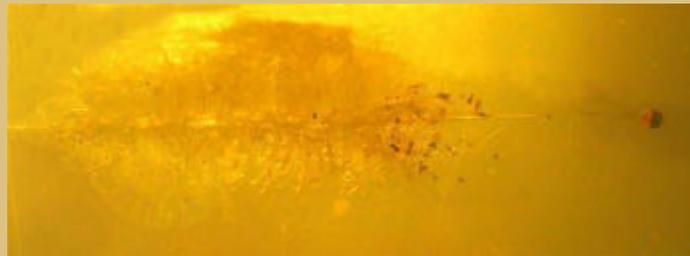


- bascule



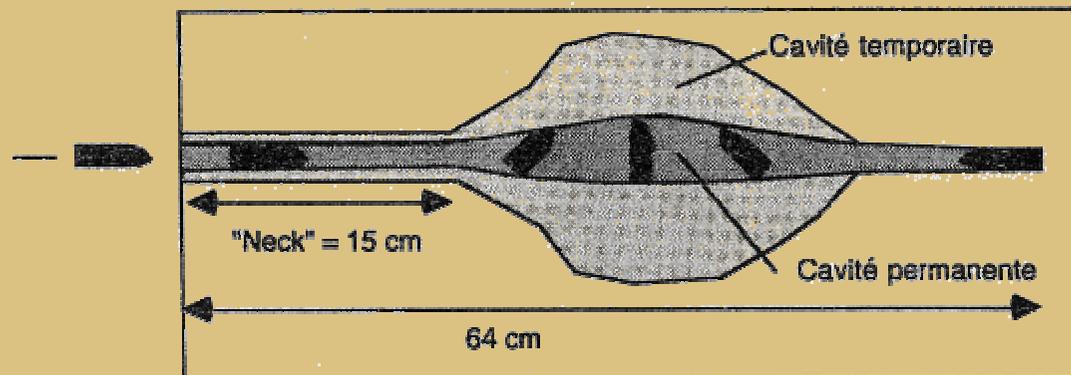
# Balistique terminale

*Utilisation de*  
simulant des parties  
molles du corps  
humain : bloc de  
savon mou, de  
gélatine 10%.

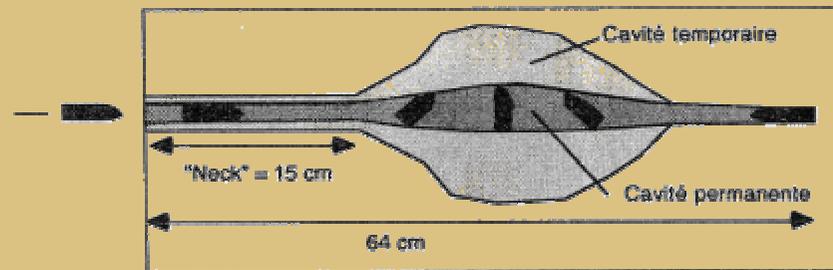


# Balistique terminale

*Profil lésionnel : « Wound Profile » de Fackler USA  
( Breteau SSA Fr )*



## Profil lésionnel



Trajet rectiligne NECK

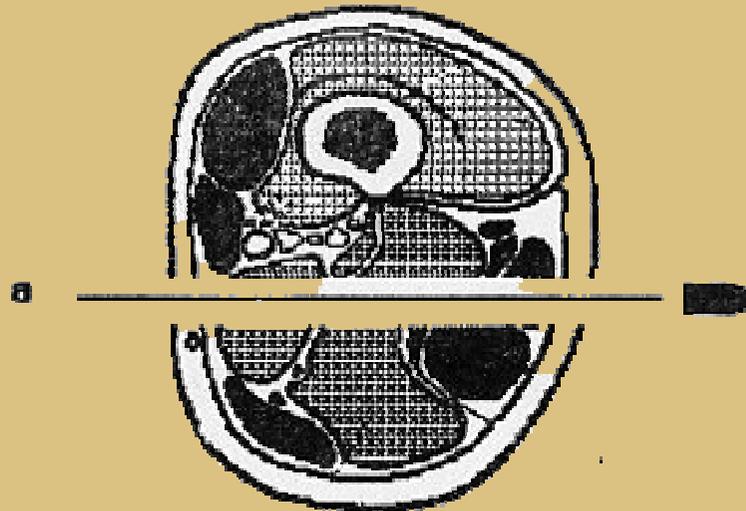
Cavité résiduelle ou permanente ou CRUSH

Cavité temporaire ( zone d'étirement tissulaire ou STRETCHING)

Association cavité temporaire/ cavité permanente est variable  
= signature du projectile

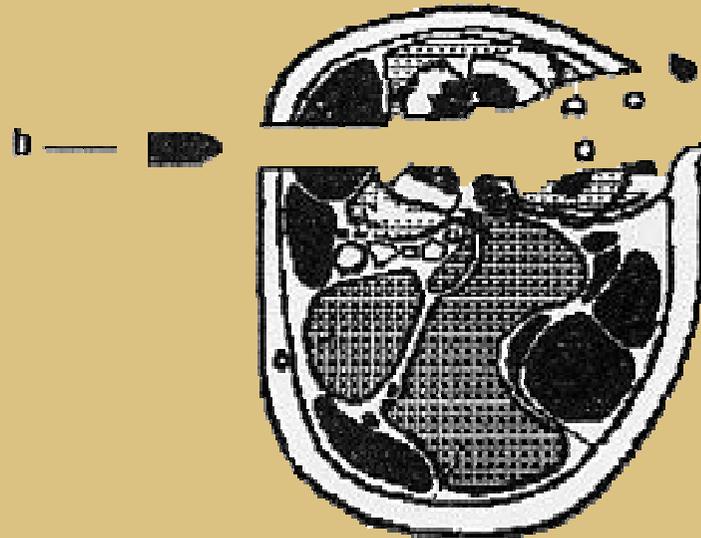
## Profil lésionnel

Le Neck varie aussi . Pour un Neck de 15 cm, l'atteinte d'une cuisse peut se traduire par une simple transfixion si l'os n'est pas touché.



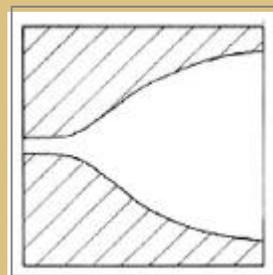
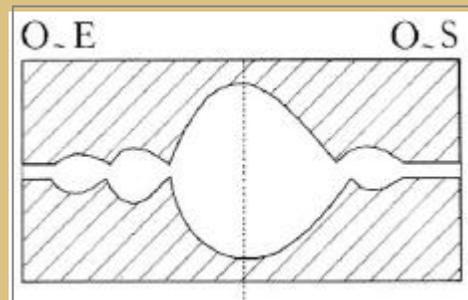
## Profil lésionnel

Le Neck peut être raccourci lorsque la balle heurte un obstacle osseux.



# Profil lésionnel

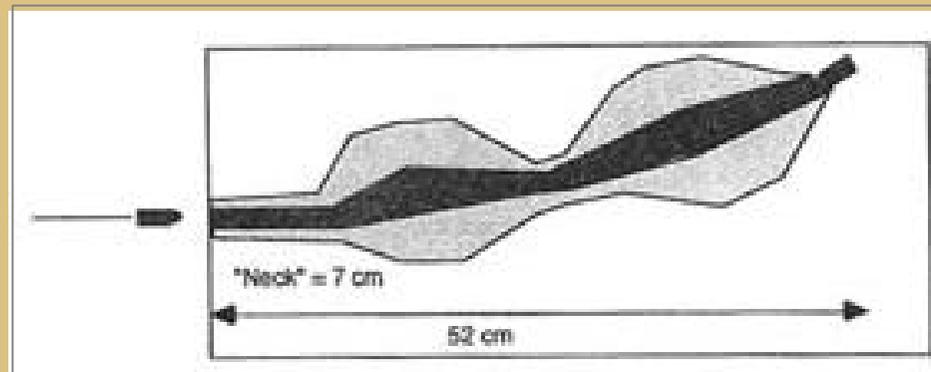
Le profil lésionnel explique les variations de l'orifice de sortie selon la distance parcourue dans l'organisme



## Profil lésionnel : exemples

Balle calibre 5,45mm tirée par l'AK74 Kalashnikov :

Neck abaissé à 7cm / bascule 2 fois

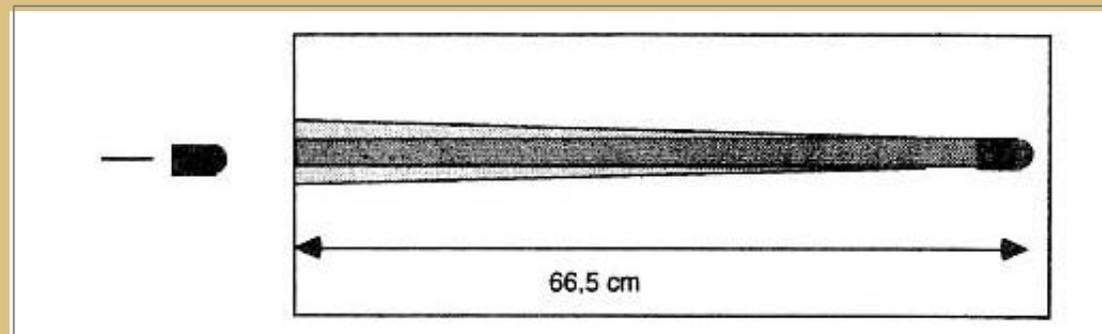


Gravité des blessures causées par ces armes en *Afghanistan*

## Profil lésionnel : exemples

Balle calibre 11,43mm – poids 15g – vitesse = 270m/s  
ne bascule pas, trajet rectiligne.

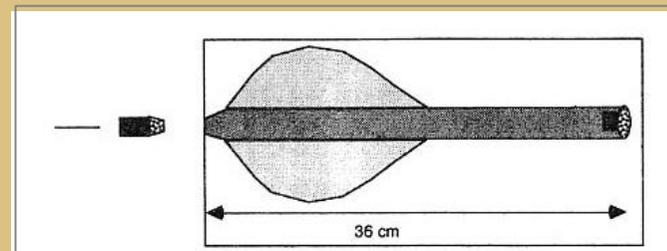
*Mais tunnel 4 fois plus important qu'une balle 22 long rifle*



# Champignonnage des balles non blindées



357 Magnum



Concerne les projectiles conçus pour s'écraser dès l'impact pour augmenter son diamètre apparent dans les parties molles.

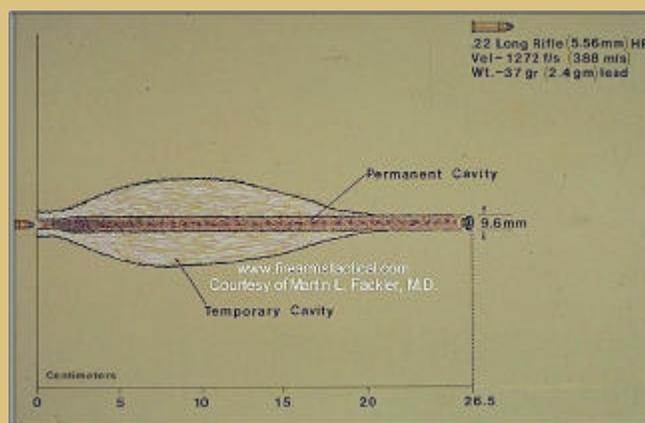
Le Neck est très réduit

La cavitation temporaire est immédiate

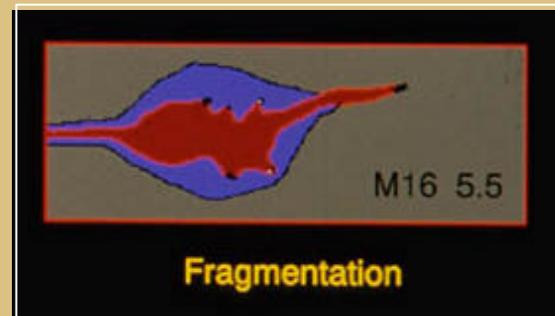
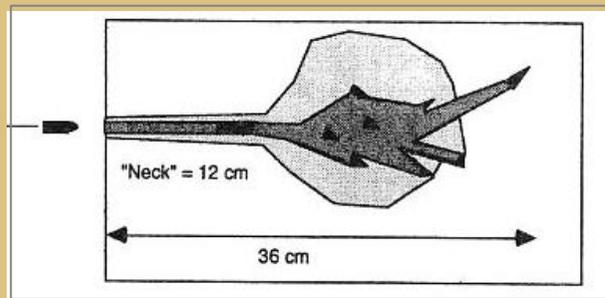
Balles interdites par les conventions de la Haye

# Champignonnage des balles non blindées

## 22 LR



## Balles agissant par fragmentation



Balles de grande chasse, conçues pour se briser en profondeur après un trajet  $\pm$  long dans l'animal.

Chaque éclat crée son propre tunnel d'attrition, le tout potentialisé par une vaste cavitation temporaire.

Véritable poly-criblage interne augmentant le risque d'atteinte d'un organe vital.

# Balles agissant par fragmentation

Calibre 5,56mm militaire, blindé.

*M 16*     *USA*  
*FAMAS*   *France*  
*SIG*       *Suisse*  
*GALLIL*   *Israël*



# Balles agissant par fragmentation

Calibre *5,56mm* militaire, blindé.

Le pouvoir meurtrier de ce projectile est dû à un effet de fragmentation qui ne se produit que jusqu'à 120 mètres.



# Munitions de chasse

## CARABINES DE GRANDE CHASSE

Gros calibre 4,4 à 15,24 mm

+ dangereux qu'armes de guerre

Association champignonnage / fragmentation

## FUSILS DE CHASSE

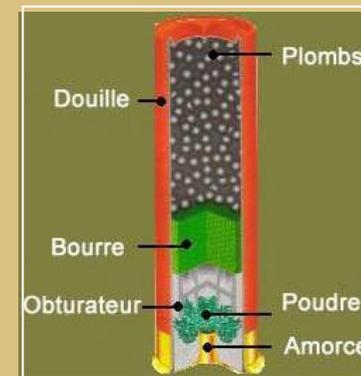
À canons lisses

plombs ( si  $< 28$  = chevrotine )

balles de caoutchouc ( anti-émeutes)

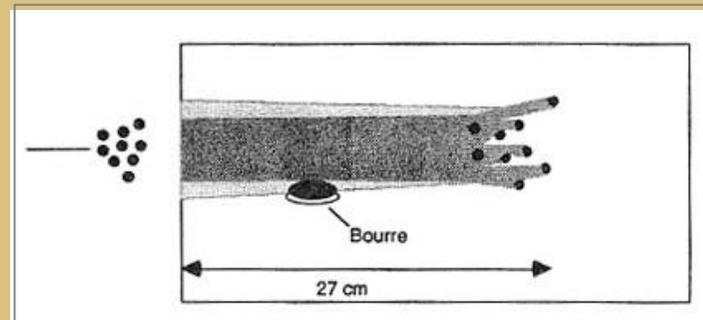
balles plomb ou acier ( balles à sanglier)

Les lésions dépendent de la distance de tir



# Munitions de chasse

Lésions importantes  
de près



Polycrissage à distance



## Fusils à canons lisses



# Armes à grenaille

*Armes de poing*, tirant une petite munition faite de petits plombs pour réaliser un polycrissage.

les plombs ne traversent pas la peau à quelques mètres

à bout portant, les plombs encore groupés font balle

Gravité des lésions à bout portant !



## Armes à grenaille...



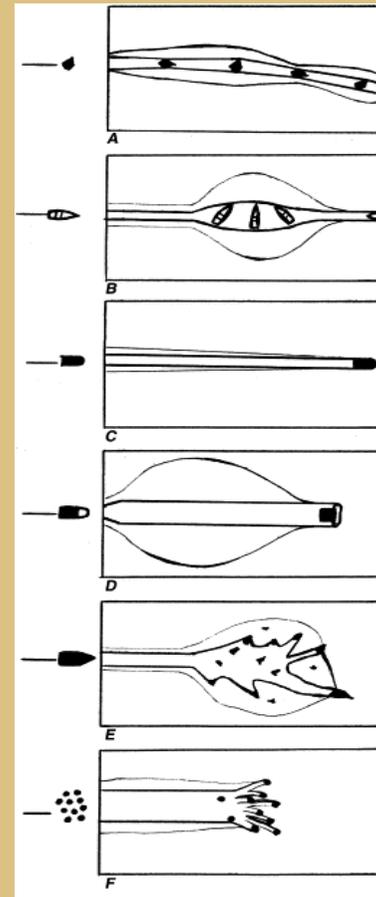
Ne pas oublier la bourre



## SYNTHESE BALISTIQUE TERMINALE

### Différents types de profil lésionnel

- A. Tournoiement de l'éclat.
- B. Bascule des balles blindées de fusils d'assaut.
- C. Balles blindées d'armes de poing : simple tunnel d'attrition.
- D. Champignonnage.
- E. Fragmentation projectilaire.
- F. Polycrissage par chevrotine.



# Interaction des projectiles avec les tissus vivants

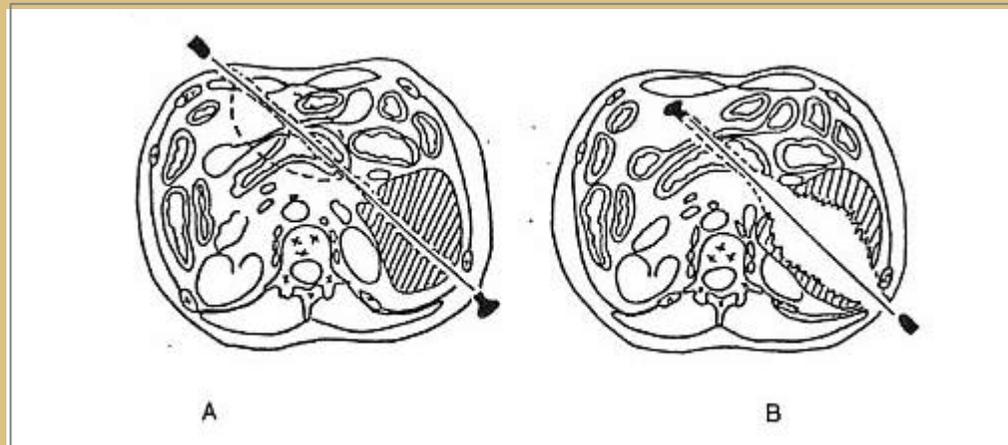
Chaque tissu mou de l'organisme a *un coefficient d'élasticité* qui lui est propre :

- les tissus tels que le muscle, le poumon, l'intestin vide sont élastiques et peuvent absorber une cavité temporaire sans retentissement physiologique majeur.
- certains tissus peu élastiques ont une tolérance restreinte vis à vis du refoulement tissulaire de la cavité temporaire :
  - le foie, la rate, les organes creux en état de réplétion (estomac, vessie)

# Interaction des projectiles avec les tissus vivants

L'effet d'une balle peut être très différent pour un même  
trajet selon que la balle a été reçue de face ou dans le dos :

exemple : balle de 38 spécial qui champignonne



# Conséquences physiopathologiques

Problème hémorragique

Problème ischémique

délai de revascularisation ( 6h )

syndrome de revascularisation

syndrome ischémique des loges

( aponévrotomie systématique? )

# Conséquences physiopathologiques

**Risque infectieux** majeur, lié au projectile, aux corps étrangers, aux tissus dévitalisés, débris telluriques

Développement microbien  
Quiescent < à H6  
Germes entre H9 et H12  
Pullulation microbienne > H12



# Conséquences physiopathologiques

## **GANGRENE GAZEUSE**

risque existe même si

prise en charge rapide

antibiothérapie adaptée

( *Péni G/ Metronidazole*  
*Piperacilline/Tazobactam/ imidazolés*)

parage large ( *selon des règles bien établies*)

# Principes de réparation

## Parage ++

règle des 4 C

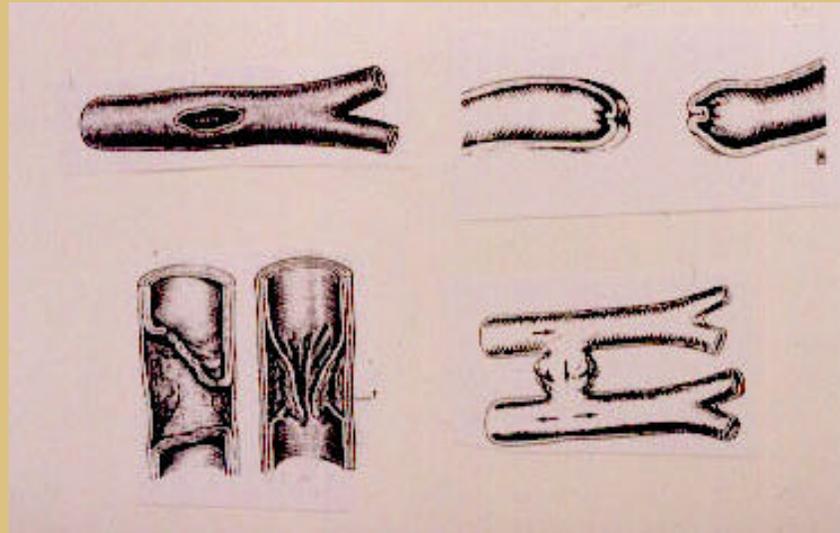
Réalisé minutieusement après le temps de revascularisation  
associé à un lavage abondant ( H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> / sérum bétadiné)

## Contrôle artériel d'amont et d'aval

## Bilan des lésions

Artérielles

Veineuses



# Principes de réparation

Réparation artérielle et veineuse

Réparation veineuse première

Ligature veineuse peut compromettre le résultat

Réparation à distance du foyer ( ligature et pontage extra-anatomique)

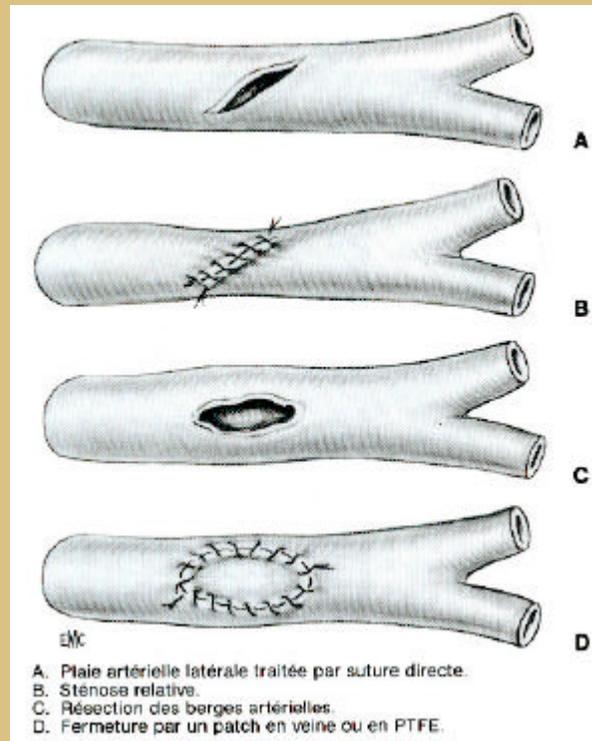
Vérification du lit d'aval ( artériographie sur table )

Suture non sténosante, sans tension

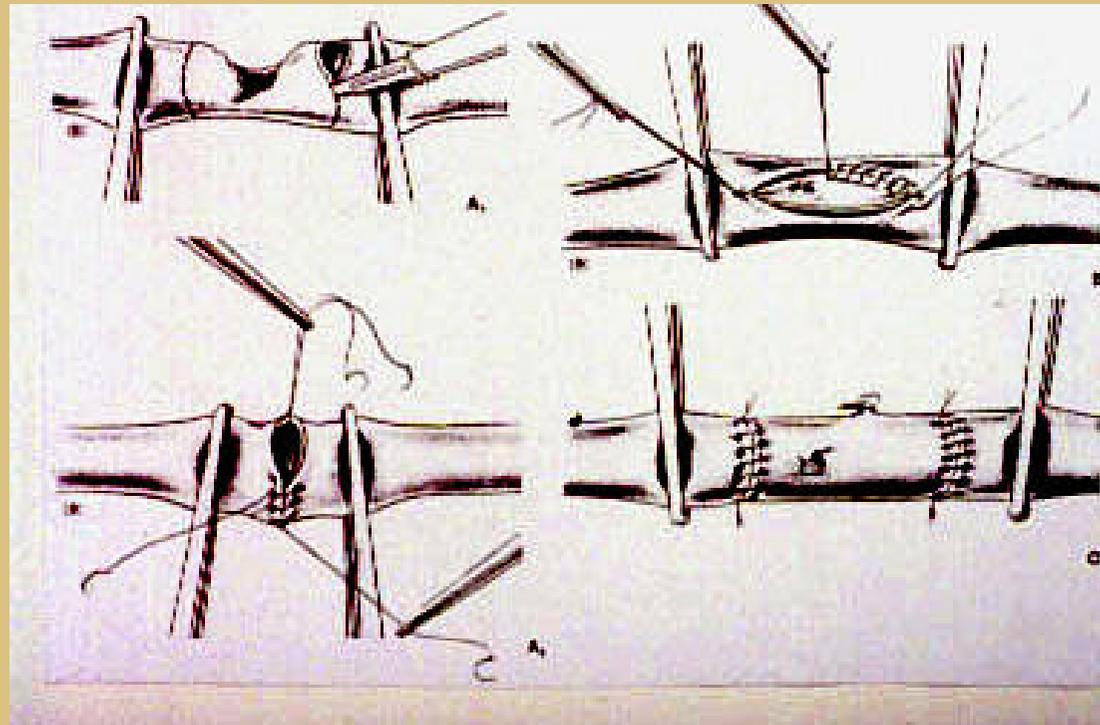
Couverture de la réparation artérielle

( surinfection, risque de rupture anastomotique)

# Procédés de réparation



## Procédés de réparation

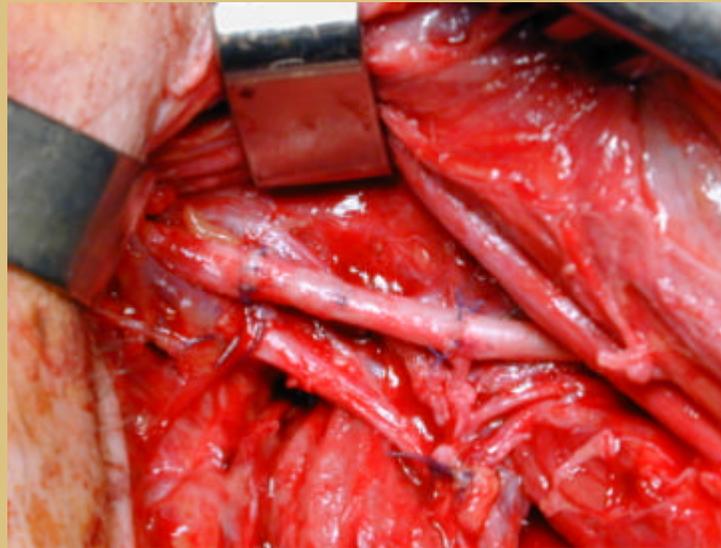


# Procédés de réparation

## Le matériel

VSI inversée

disponible  
perméabilité  
problème de calibre  
membre controlatéral



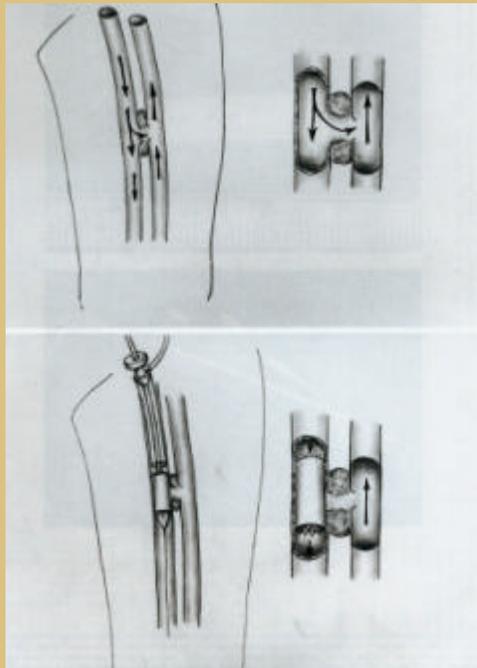
matériel prothétique ?

## Place du matériel prothétique

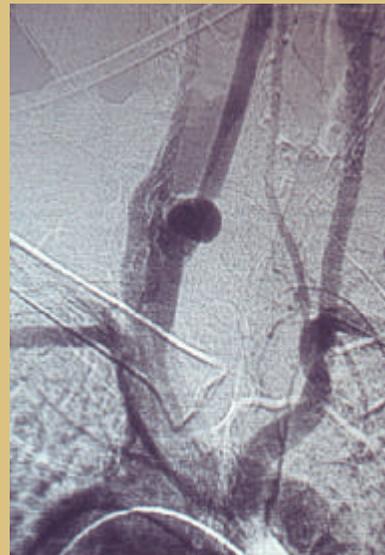
	plaies vasculaires	Nb prothèses	infection
<b>Feliciano</b> <i>J Trauma 1985</i>	<b>206</b>	<b>236</b> 38% bras 46% cuisse	5 infections / 6 prothèses exposées 4 ruptures anastomotiques
<b>Martin</b> * <i>J Trauma 1994</i>	<b>188</b>	<b>74</b> 69 étage ilio-fem	1 seule infection à 6 mois Mais suivi 22 % à 2 ans
<b>Degiannis</b> * <i>J Trauma 1995</i>	<b>173</b>	<b>31%</b>	20% sans précision

\* **Utilisation:** instabilité hémodynamique, veine inutilisable, lésions associées

# Traitement endovasculaire



FAV



## Traitement endovasculaire



Plaie latérale  
Faux anévrysme



# Conclusion

Respecter des principes simples

Le profil lésionnel ne fait pas la lésion

Rapidité de la prise en charge

Parage ++

Préférer la veine saphène interne

Couverture de la réparation