

Les clous centromédullaires : biomécanique, types, indications

C. Lefèvre, A. Clavé, J. Savéan



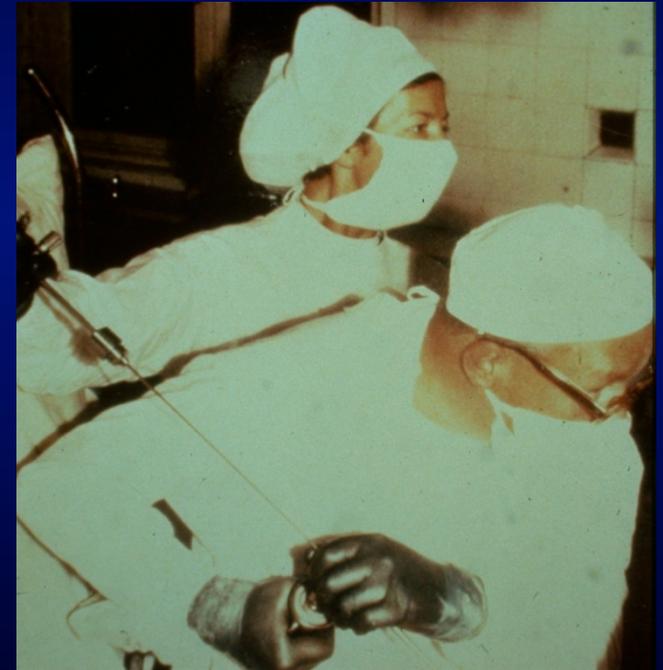
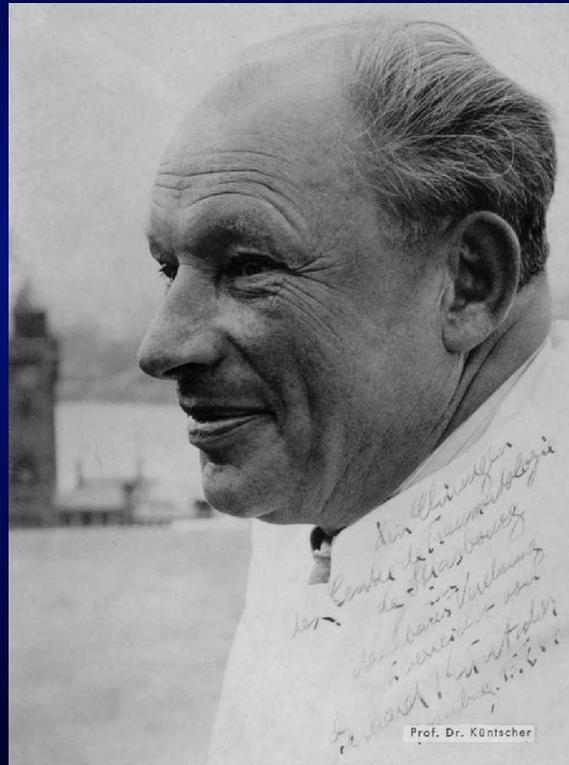
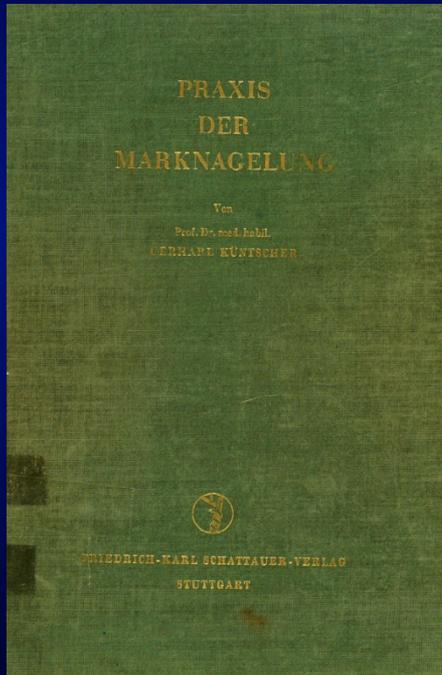
Cours de base AO Trauma
Traitement des fractures

12 – 15 Octobre 2014 - Lyon / France



Historique

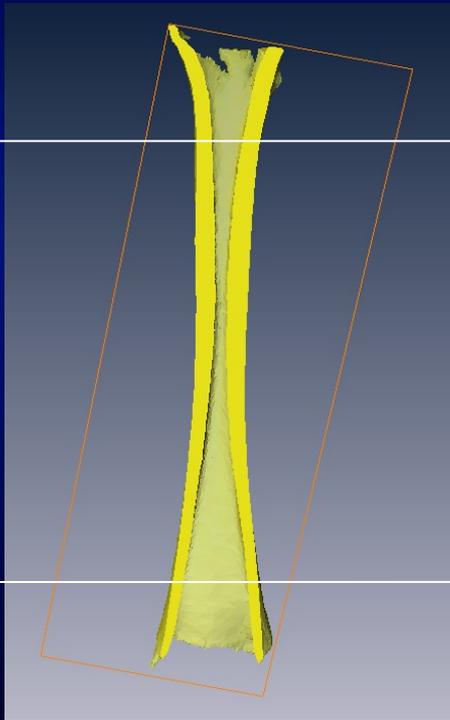
Gerhard KÜNTSCHER (1940)



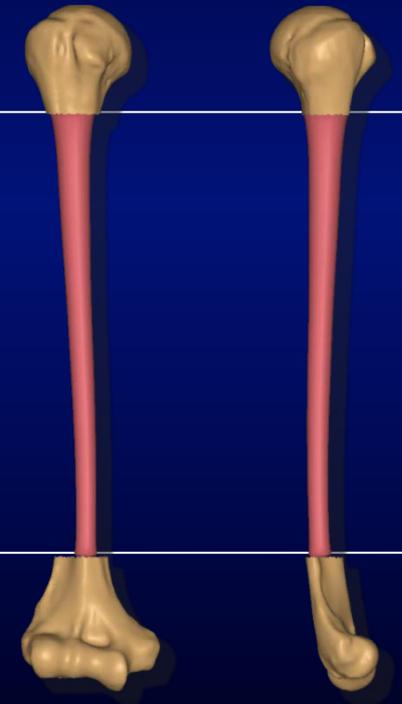
Père de l'enclouage centro-médullaire à foyer fermé

Anatomie

Canaux médullaires des os longs



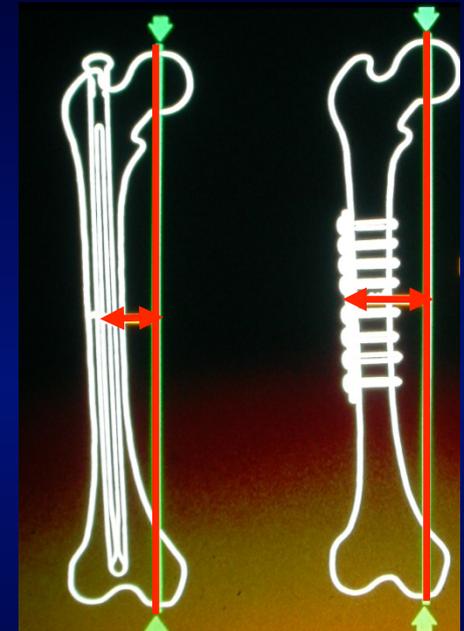
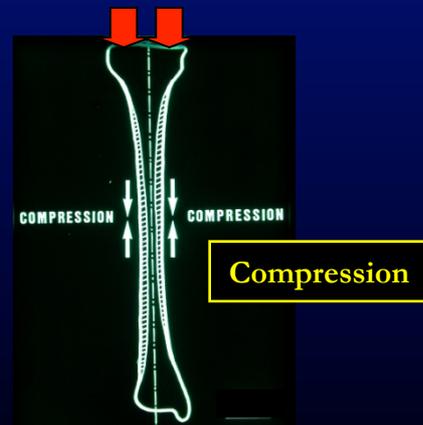
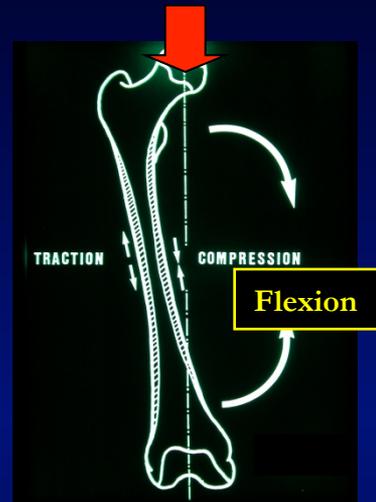
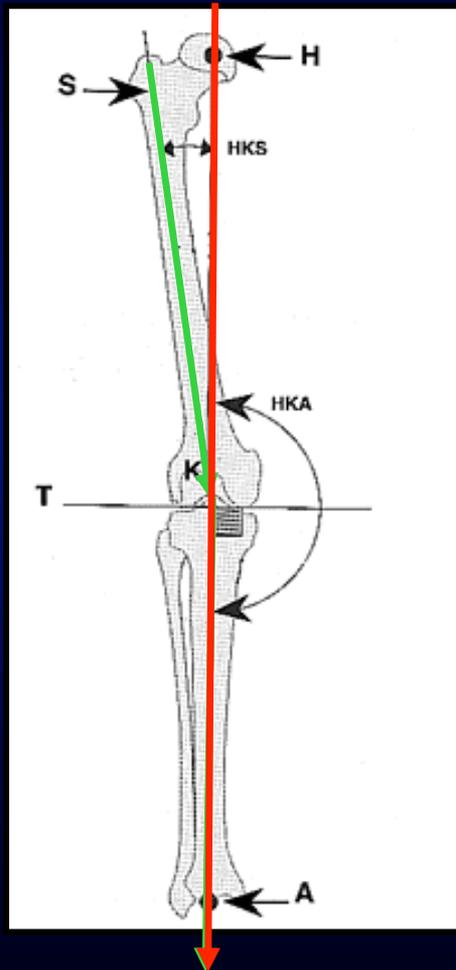
Fémur et tibia
= **sablier**



Humérus
= **entonnoir**

Biomécanique

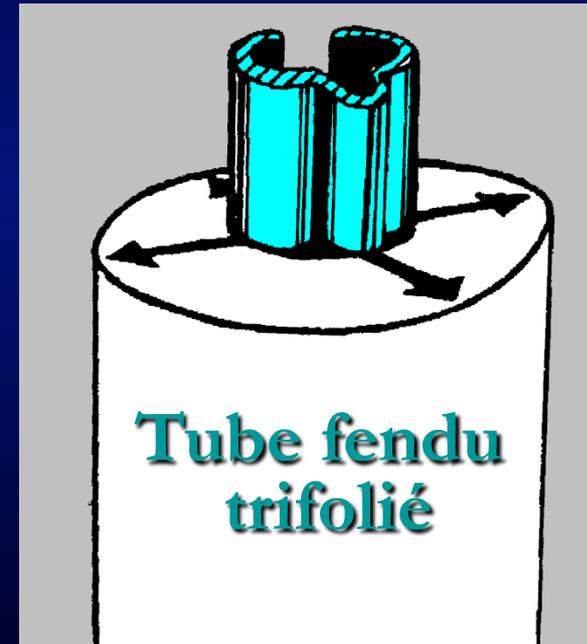
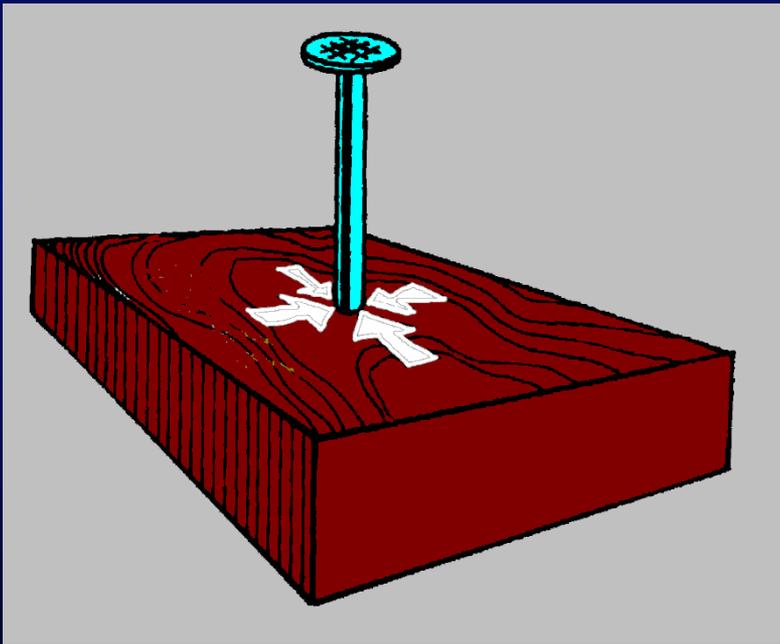
Axes anatomiques/mécaniques (membre inférieur)



Le fémur « travaille » dans des conditions difficiles

L'idée de départ ...

Gerhard KÜNTSCHER (1940)



Enclavement élastique **transversal**

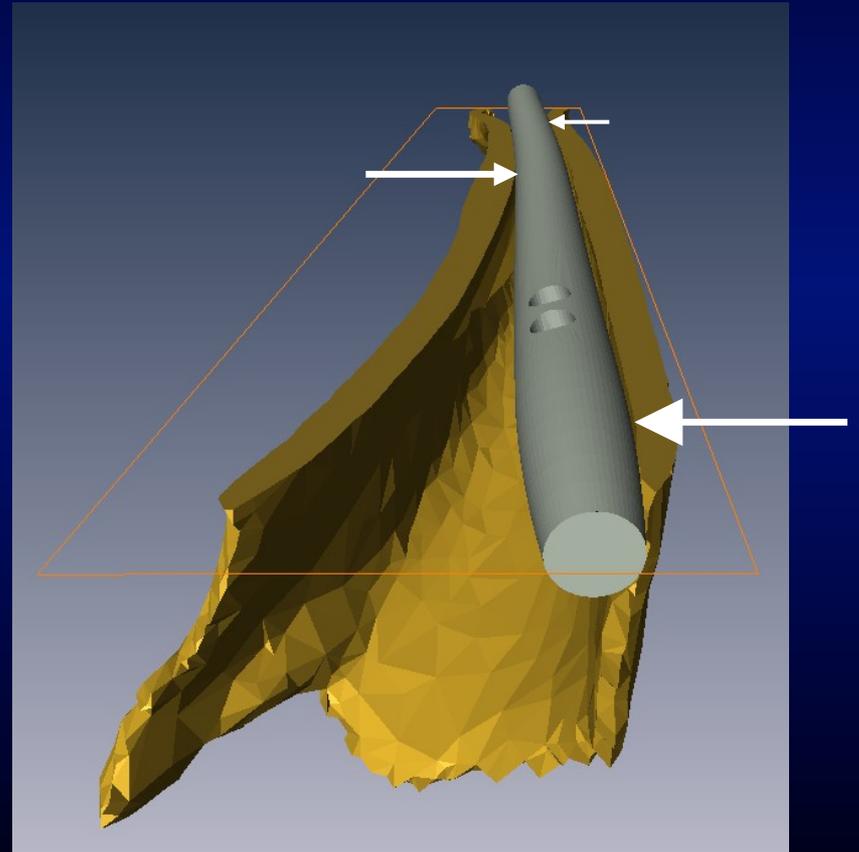
L'idée de départ ...

Gerhard KÜNTSCHER (1940)

L'idée était fausse ...

... La réalité :

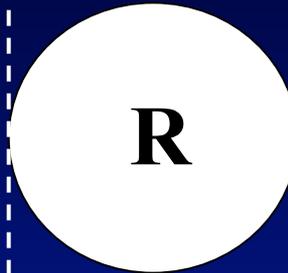
Enclavement **longitudinal**



Systeme 3 points ... multipoints

Intérêt d'un profil tubulaire

Cylindre plein :



Résistance en flexion = R

Cylindre creux :



Résistance en flexion = $2R$

Inconvénient d'un profil à fente

Fente longitudinale = désastre mécanique !

Compression + torsion = **Flambage**



Clou à fente



Clou sans fente



Clou sans fente : rigidité en torsion 60 fois supérieure !

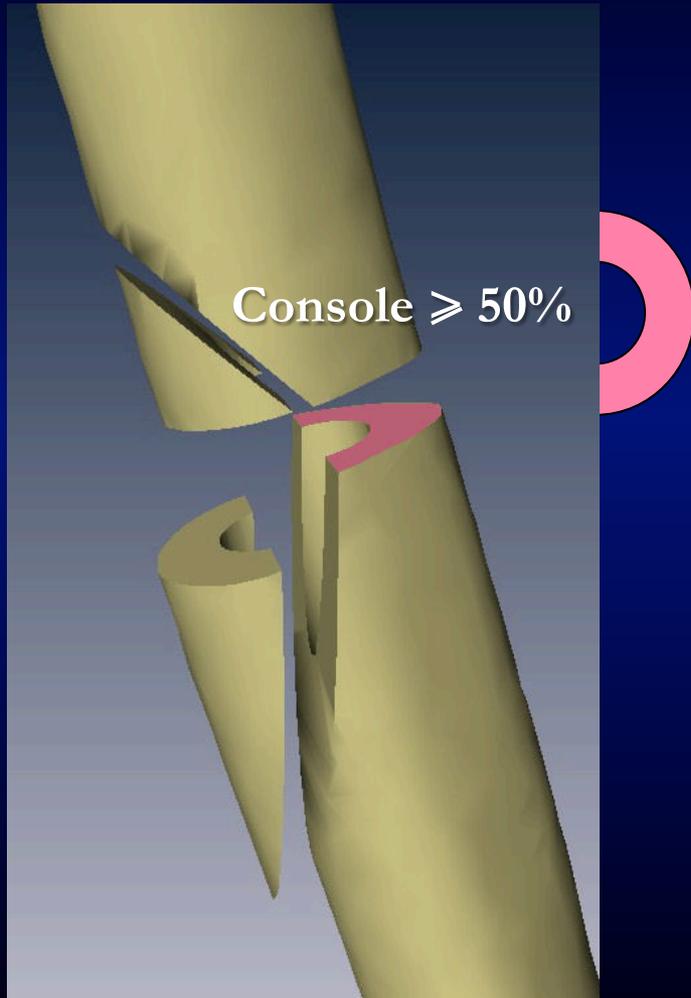
Stabilité longitudinale

/ Degré de complexité de la fracture

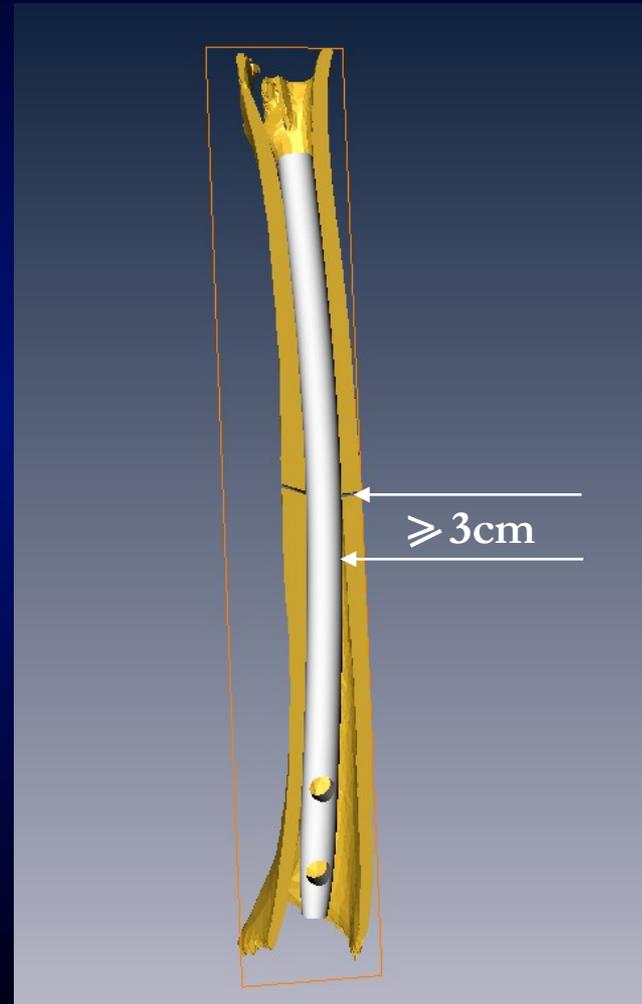


Télescopage → raccourcissement

Stabilité rotatoire



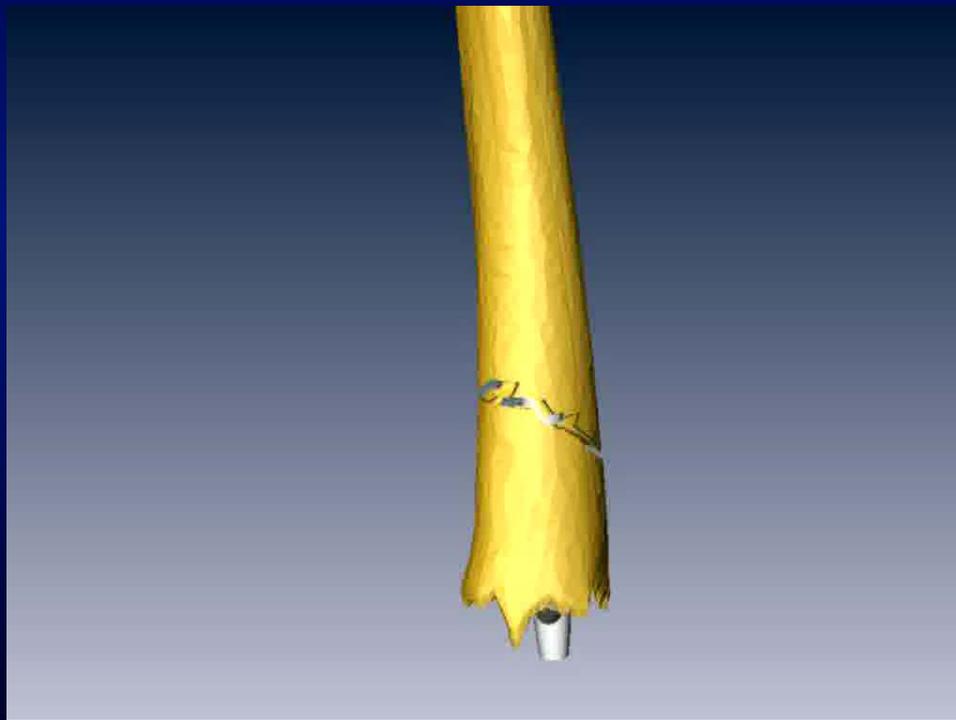
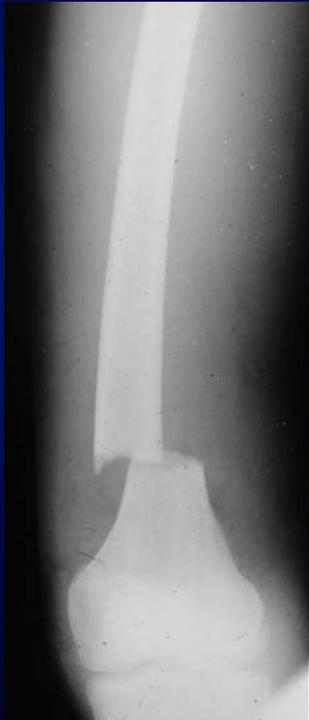
Surface de contact **OS-OS**



Surface de contact **OS-implant**

Stabilité latérale

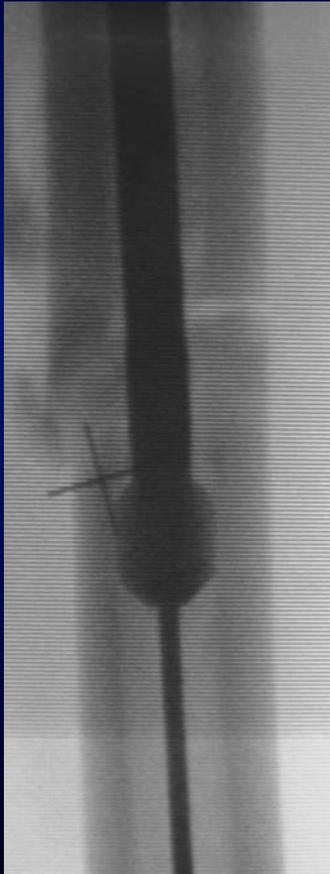
Fractures excentrées (proximales ou distales)



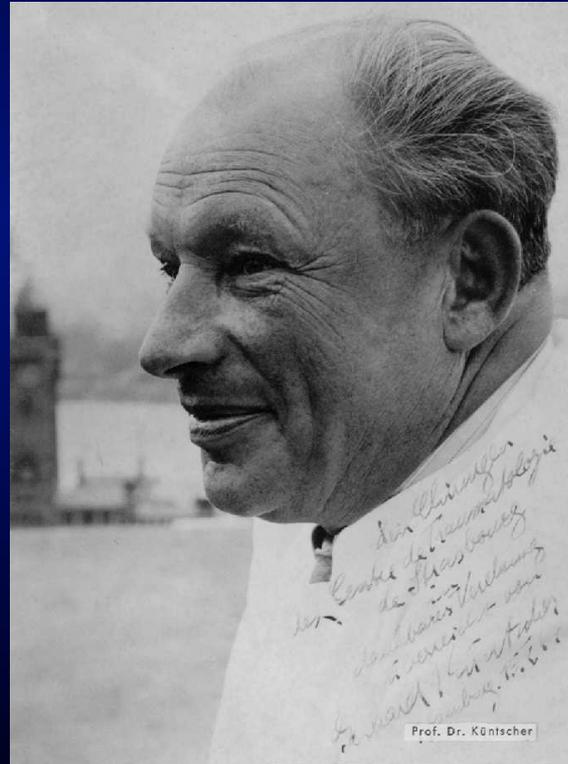
Epiphyse isolée par la fracture : non stabilisée par le clou

Solutions pour améliorer la stabilité des montages

Alésage



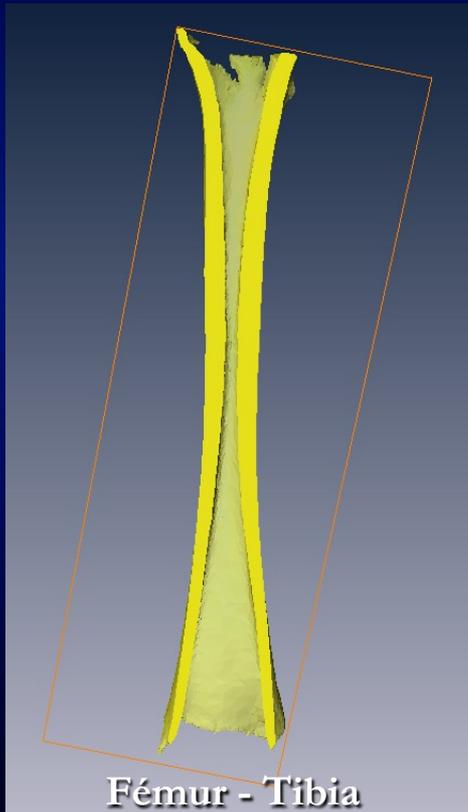
Verrouillage



Concepts de Gerhard KÜNTSCHER

Alésage

Principe

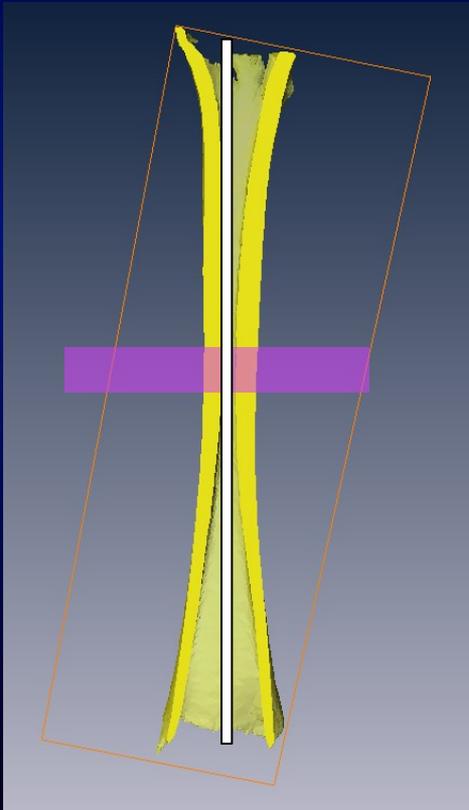


Calibrage du canal médullaire

Alésage

Effets mécaniques

Fémur - Tibia



Clou de petit diamètre

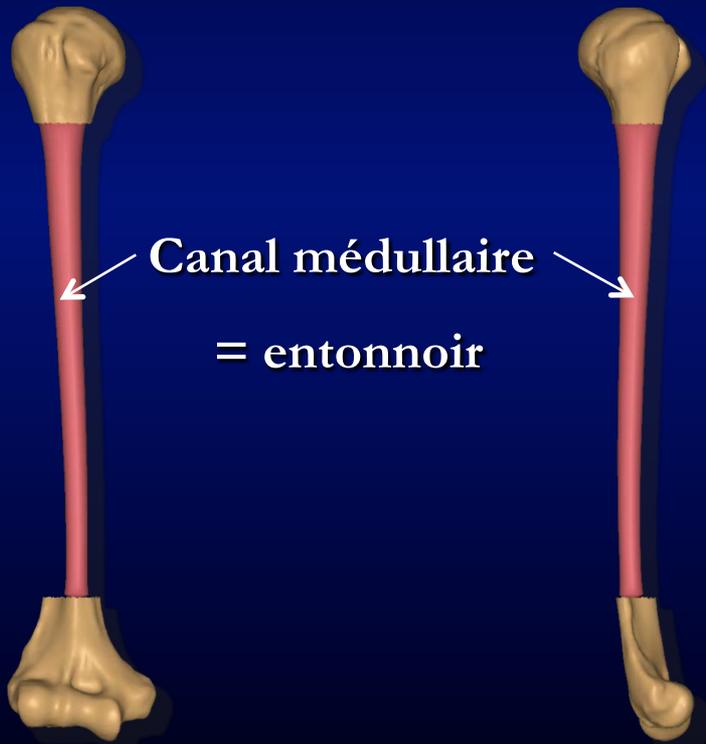
↗ surface de contact os-clou

↗ ϕ du clou

Alésage

Effets mécaniques

Humérus



Canal médullaire
= entonnoir



Vue antérieure

Vue latérale

Effet de calibrage surtout **distal**

Non alésage ?

→ Clous de petits diamètres

Intérêt

↘ Temps opératoire

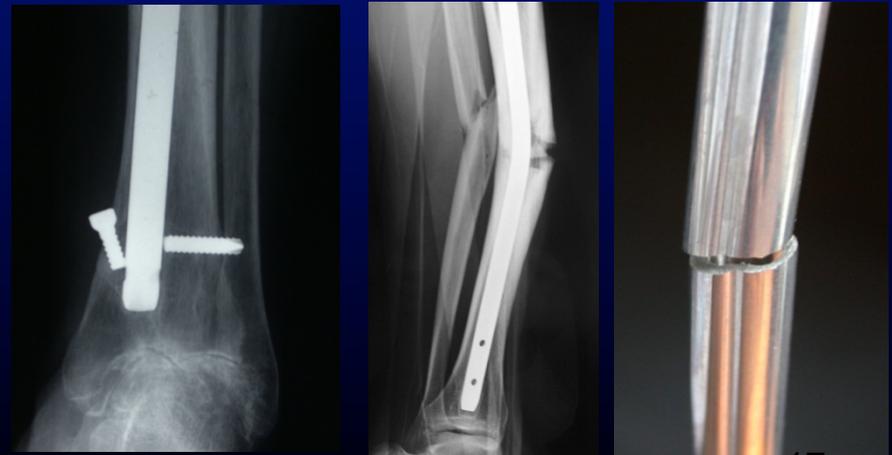
↘ Risque d'embolie pulmonaire ?

Inconvénients

Risque d'éclatement diaphysaire

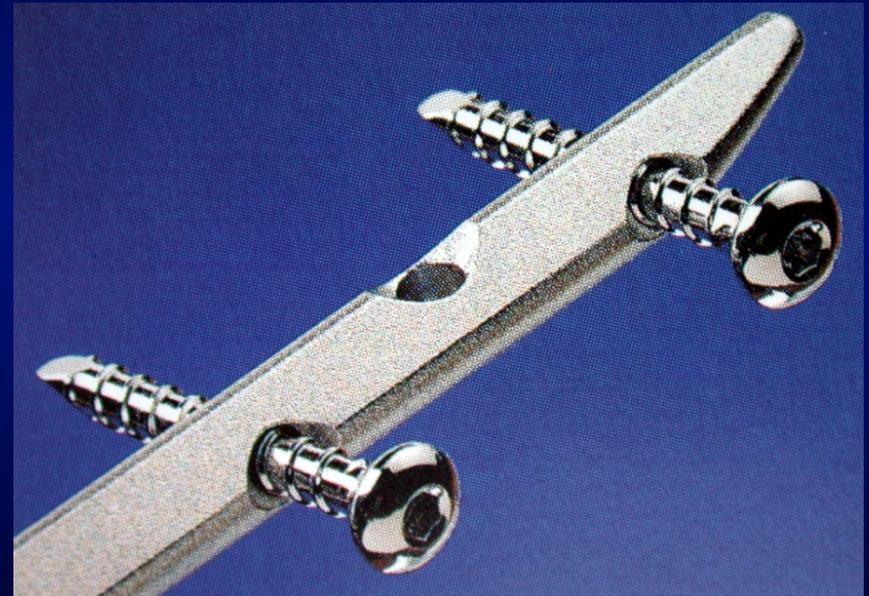
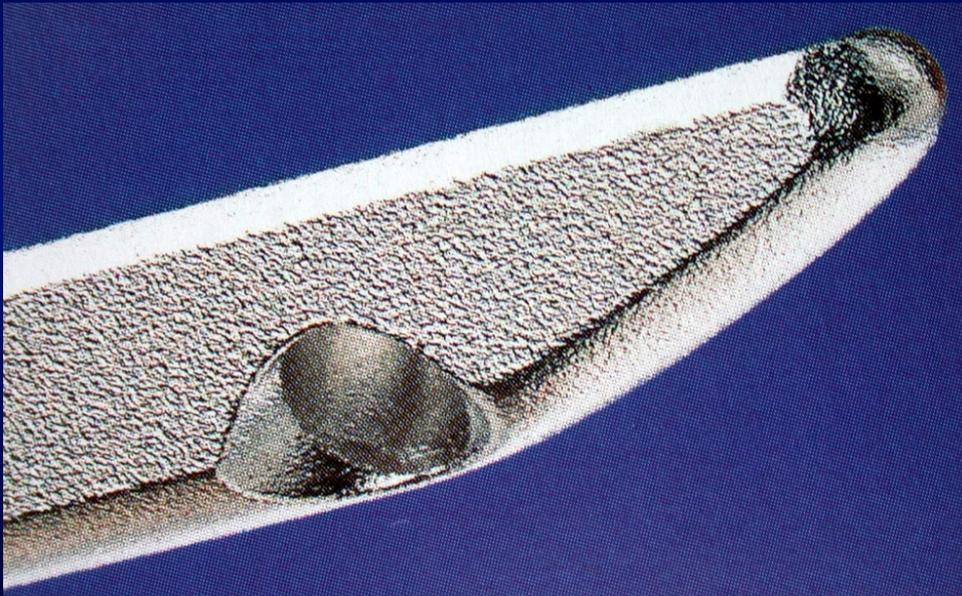
Echantillonnage du matériel

Faillites des implants



Non alésage ?

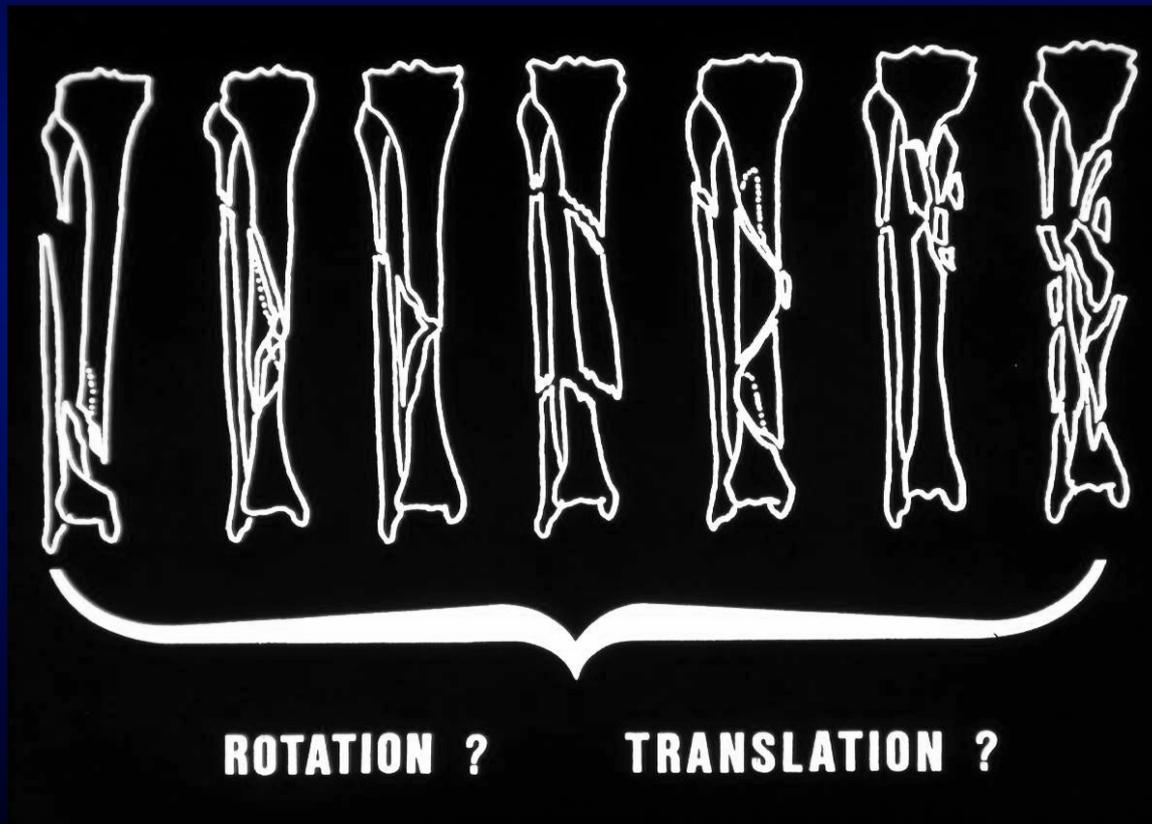
Clous pleins de petits diamètres



Profils pleins : < élasticité (flexion)

Verrouillage

Contrôle simultané : longueur - rotation



Verrouillage

Verrouillage proximal : simple



Porte-clou = viseur proximal

Verrouillage

Verrouillage distal : complexe

Porte-clou

≠

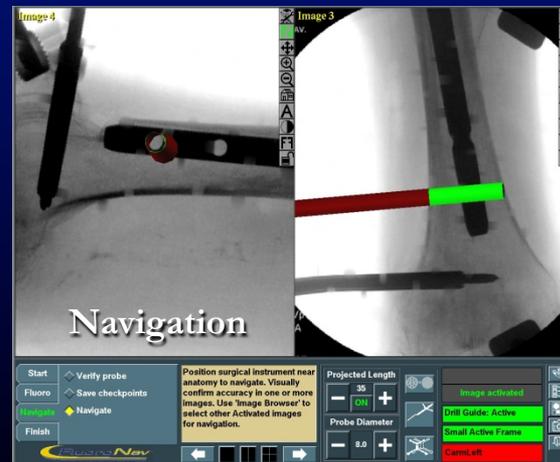
Viseur distal

Souplesse du clou → incertitude



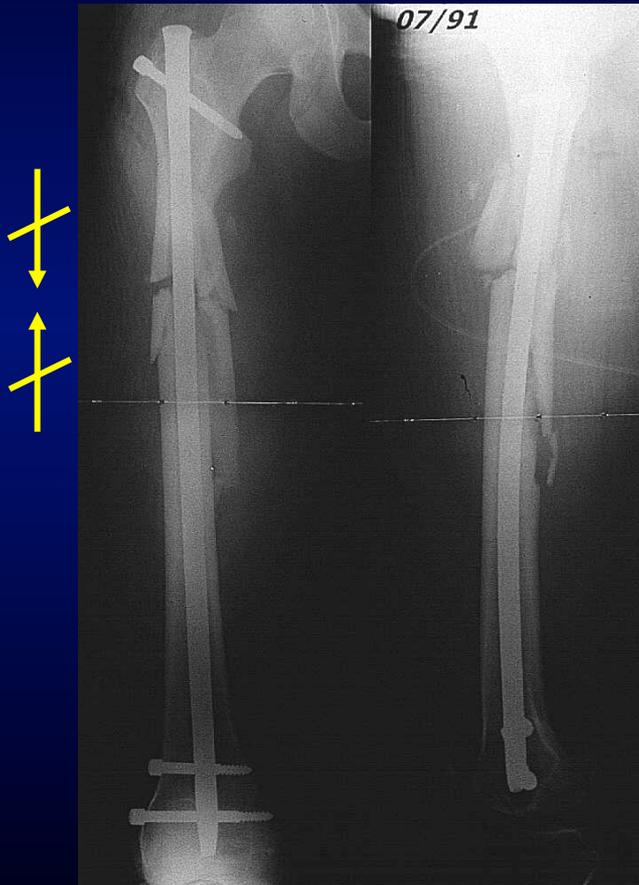
Verrouillage

Multiplicité des systèmes de visée

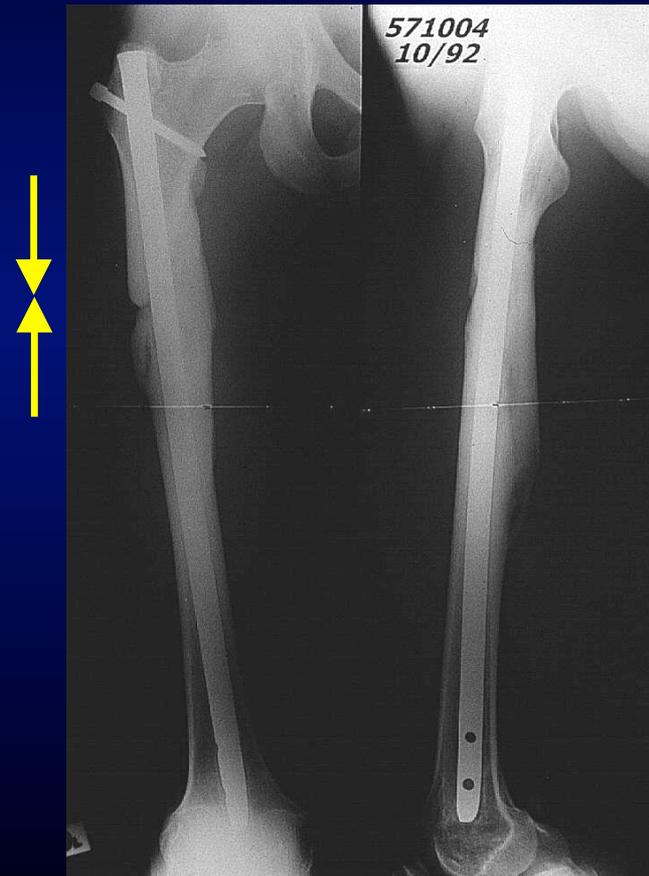


Types de montages

Montage statique



Montage dynamique

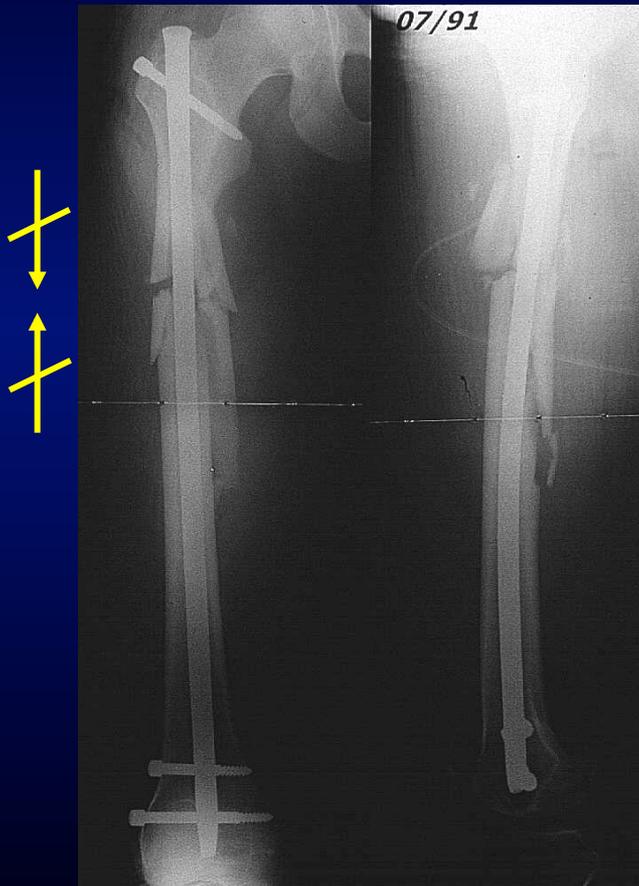


Pas de compression interfragmentaire

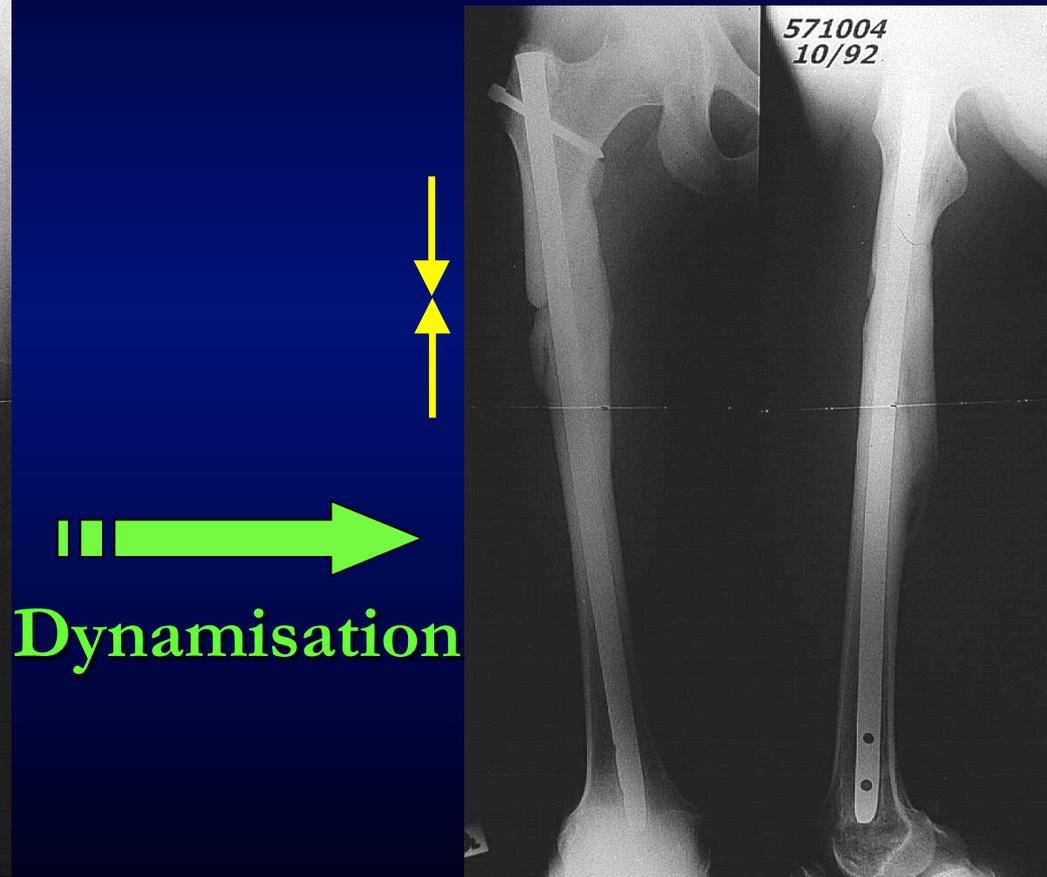
Compression interfragmentaire

Types de montages

Montage statique



Montage dynamique



Pas de compression interfragmentaire

Compression interfragmentaire

Evolution de la philosophie de l'enclouage

Autrefois



Clous de gros diamètres
Montages parfois dynamiques

Actuellement



Clous de plus petits diamètres
Montages presque toujours statiques



Aléser ⊖

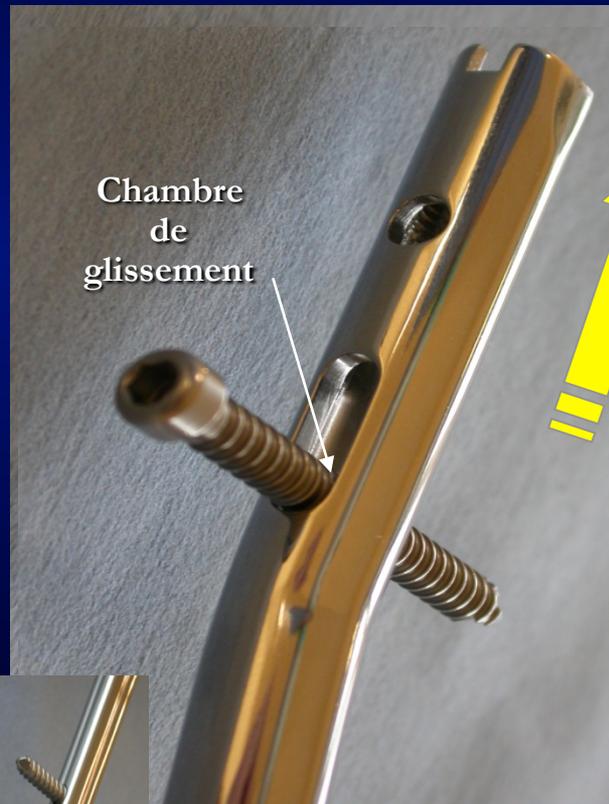
Verrouiller ⊕

Notions mécaniques modernes des montages

Montage « statique »

1

Vis dans l'extrémité **proximale**
du trou de glissement



Notions mécaniques modernes des montages

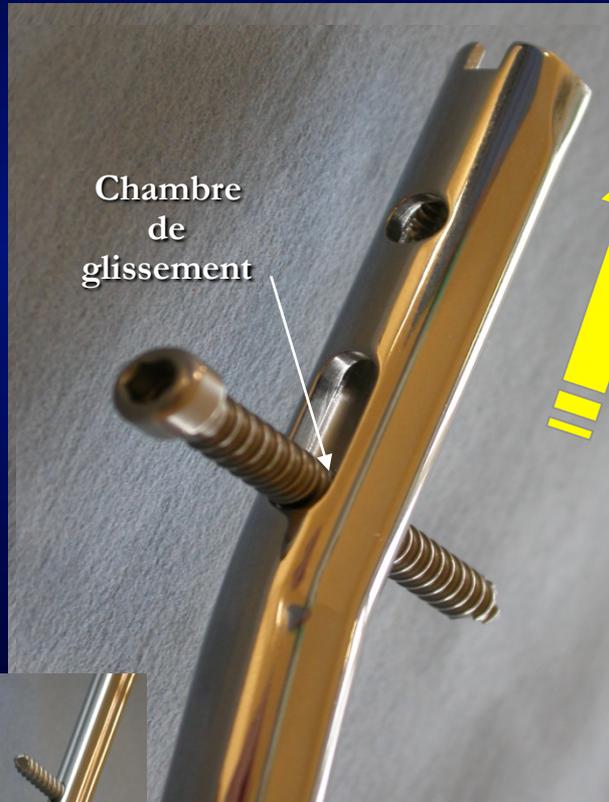
Montage « statique »

1

Vis dans l'extrémité **proximale**
du trou de glissement



Chambre
de
glissement



2

Vis dans l'extrémité **distale**
du trou de glissement



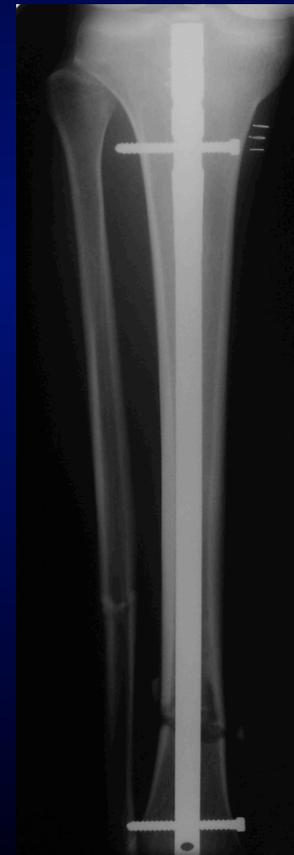
Rotation = non
Compression = oui

Notions mécaniques modernes des montages

Evolution des concepts « dynamique » et « statique »

Aujourd'hui

Un verrouillage proximal et distal
n'est plus nécessairement synonyme de
montage statique (mécanique)



... A distance

Post-opératoire ...

Types de clous

Clous creux

Avec ou sans fente



Avec fente longitudinale

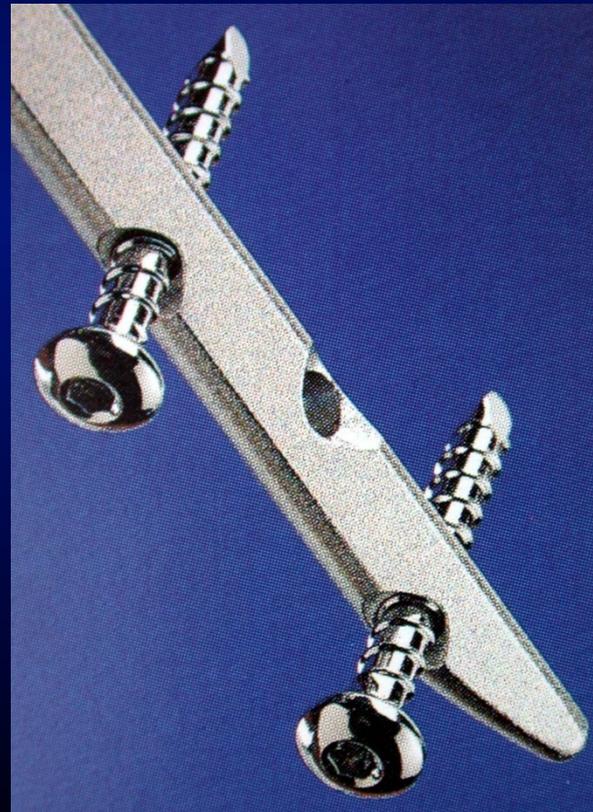
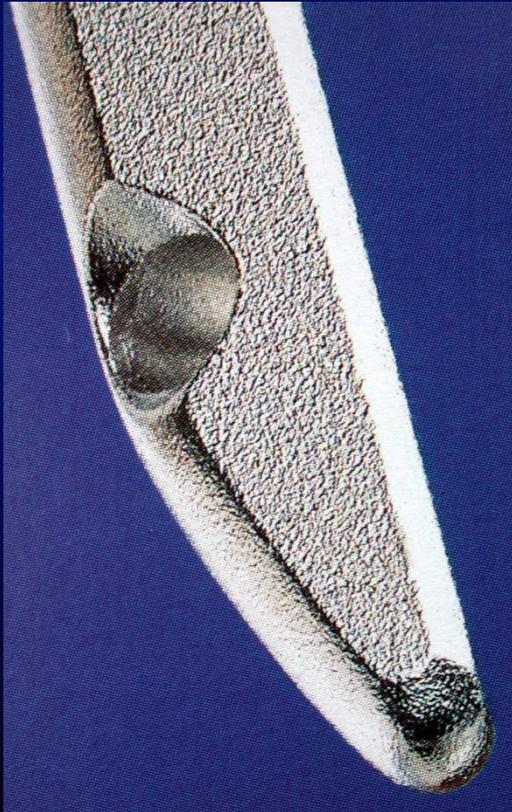


Sans fente longitudinale = fermé

≠ clou plein (≠ élasticité)

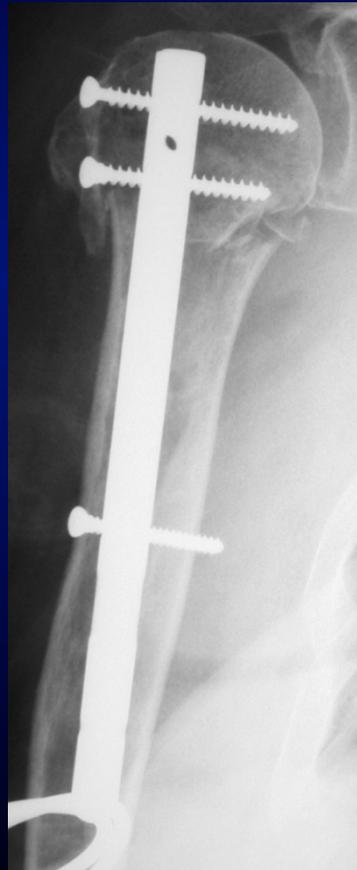
Clous pleins

Enclouage : sans guide-clou



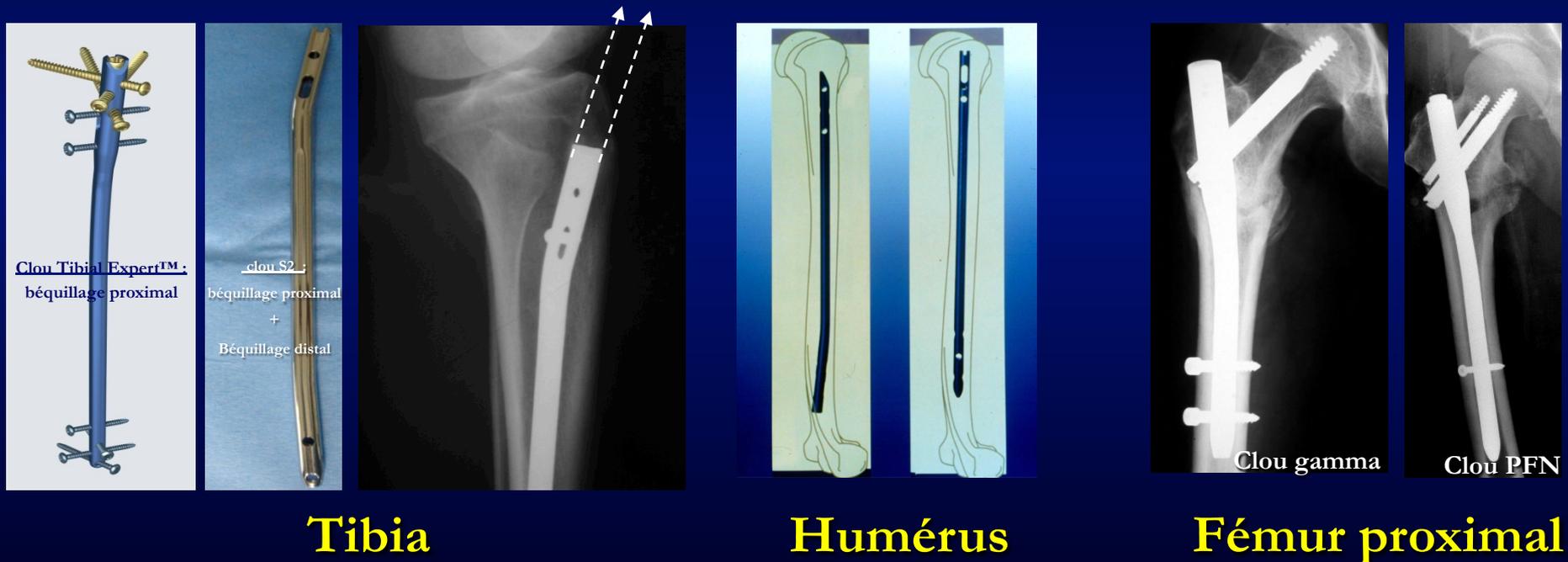
Clous droits

Clou huméral « Telegraph »



Clous béquillés

Pourquoi le béquillage ? Pour des raisons anatomiques



Facilitation de l'implantation - Trajet **extra-articulaire**

Clous courbes

Fémur



Courbure sagittale :
Convexité antérieure

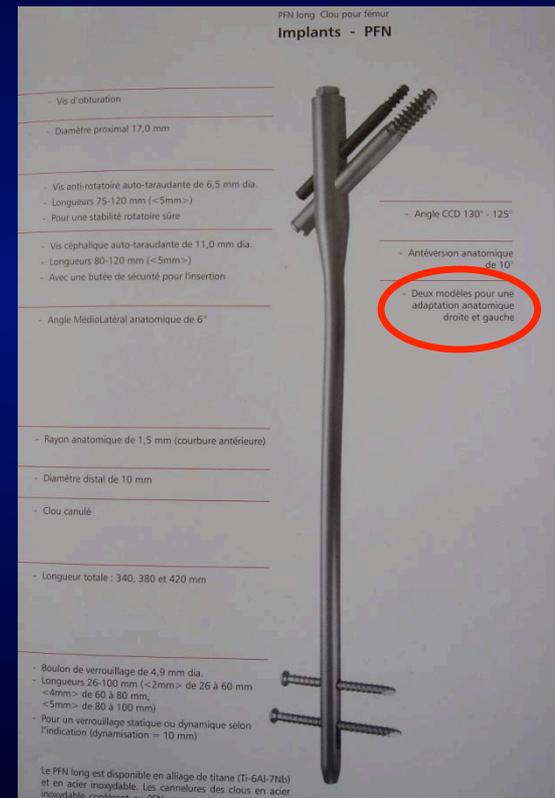
Diminution de la courbure

Difficulté des enclouages préventifs
sur diaphyse intacte

Evolution des rayons de courbure : 3m \rightarrow 2m \rightarrow 1,50m ...

Clous courbes

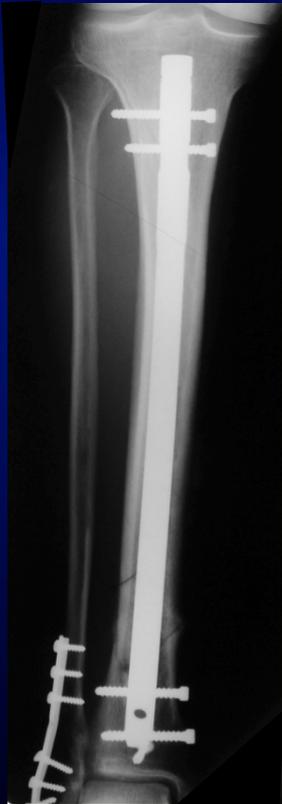
Clous trochantéro-diaphysaires



Nécessité de disposer d'implants **droits** et **gauches**

Clous diaphysaires

Diaphyses des os longs



Tibia



Fémur



Humérus



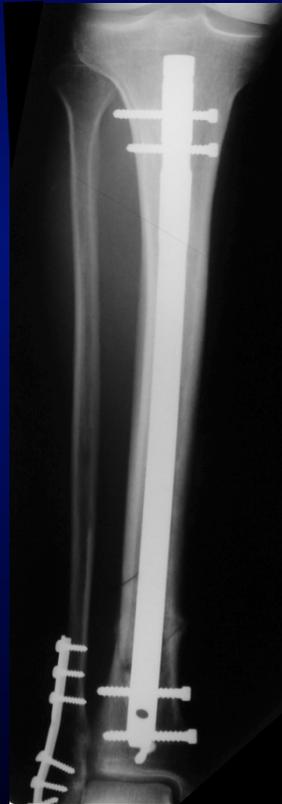
Ulna



Radius

Clous diaphysaires

Diaphyses des os longs



Tibia



Fémur



Humérus



Ulna

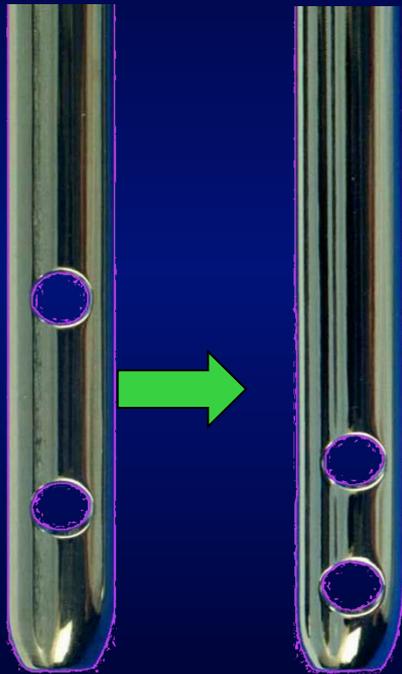


Radius

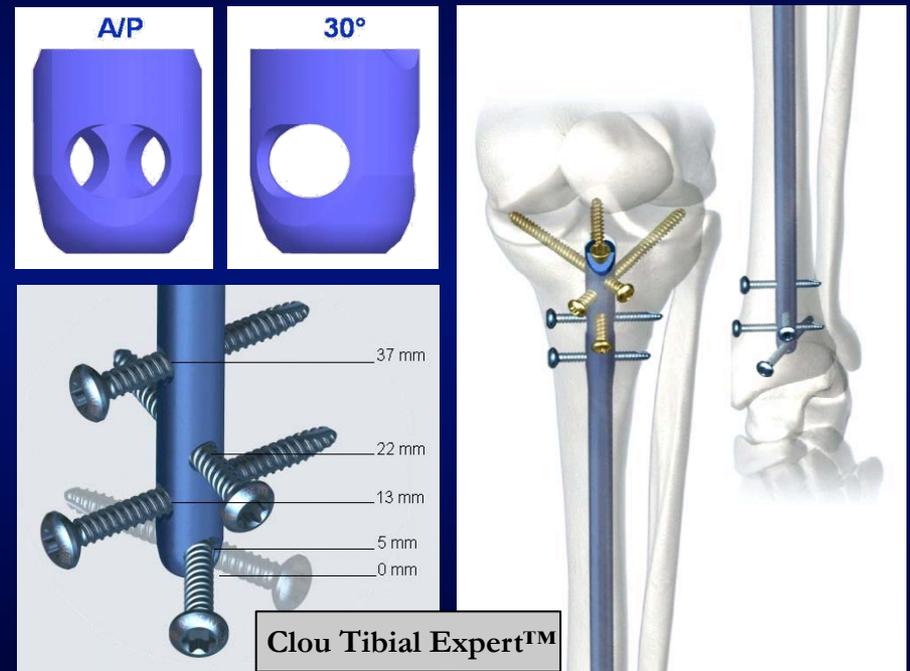
...Fibula
Métacarpien...

Evolution des clous diaphysaires

Orifices de verrouillage → extension des indications



Orifices + distaux et + rapprochés



Orifices dans plans ≠

Ostéosynthèses de fractures très proximales ou très distales +++

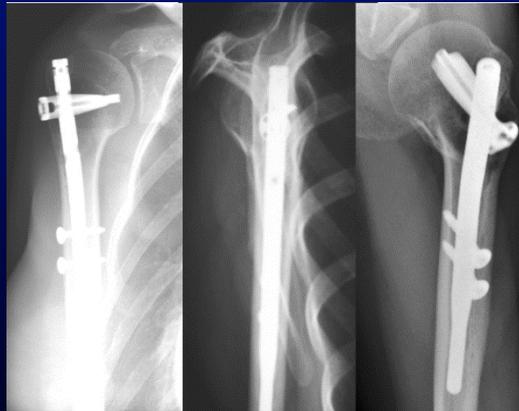
Notion de « clous épiphysaires » »

Le clou devient un **support** intramédullaire pour compléter l'ostéosynthèse épiphysaire

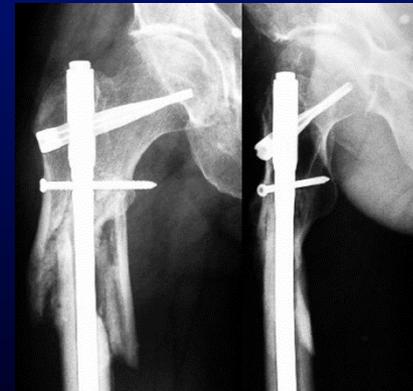


Clous épiphysaires

Synthèse complémentaire : vis, lame hélicoïdale



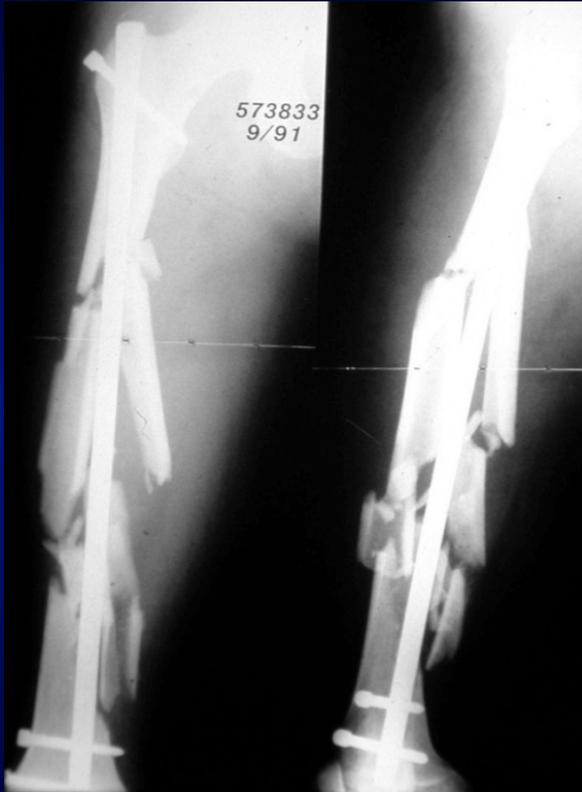
Humérus proximal



Fémur proximal

Indications de l'enclouage centromédullaire verrouillé

Fractures diaphysaires du membre inférieur



Respect : longueur + rotation + axe



Incorporation des fragments

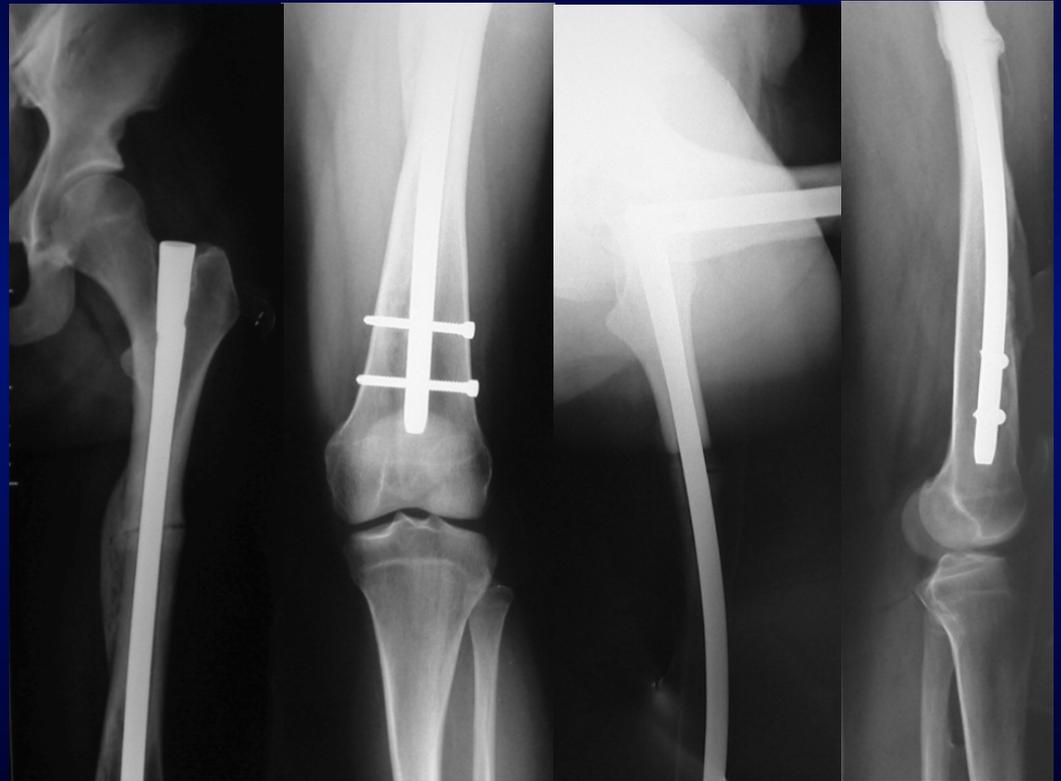
Enclouage = ostéosynthèse biologique

Pseudarthroses diaphysaires

Clou trop petit et trop court :



Réalésage
Clou + gros et + long
+/- ostéotomie fibula



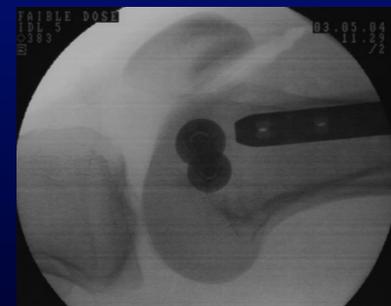
Montage dynamique
Mise en charge

Fractures épiphyso-diaphysaires



Fractures épiphyso-diaphysaires

Nécessité d'ostéosynthèses complémentaires

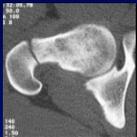


1 – Fracture épiphysaire : ostéosynthèse percutanée

2 - Fracture diaphysaire : clou centromédullaire

Fractures épiphyso-diaphysaires

Fémur : associations lésionnelles



Fr. Col + diaphyse



Fr. trochantéro-diaphysaire



Clou gamma long



Clou PFN long

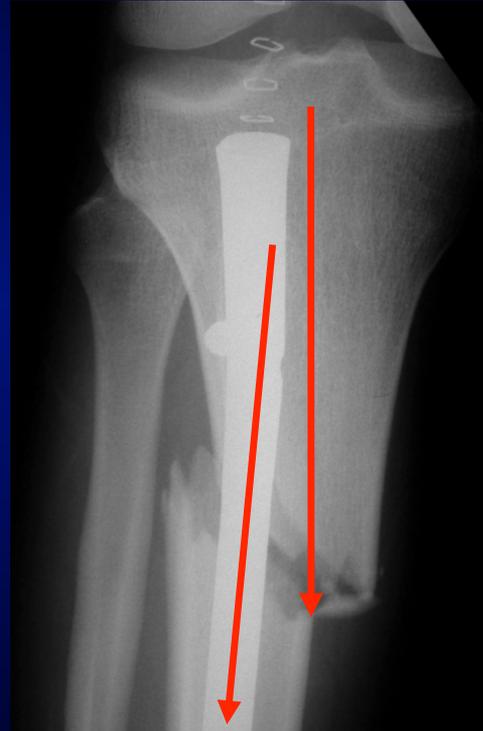


Fractures épiphyso-diaphysaires

Fractures métaphysaires proximales du tibia



Décalage en baïonnette



Valgus



Flexum

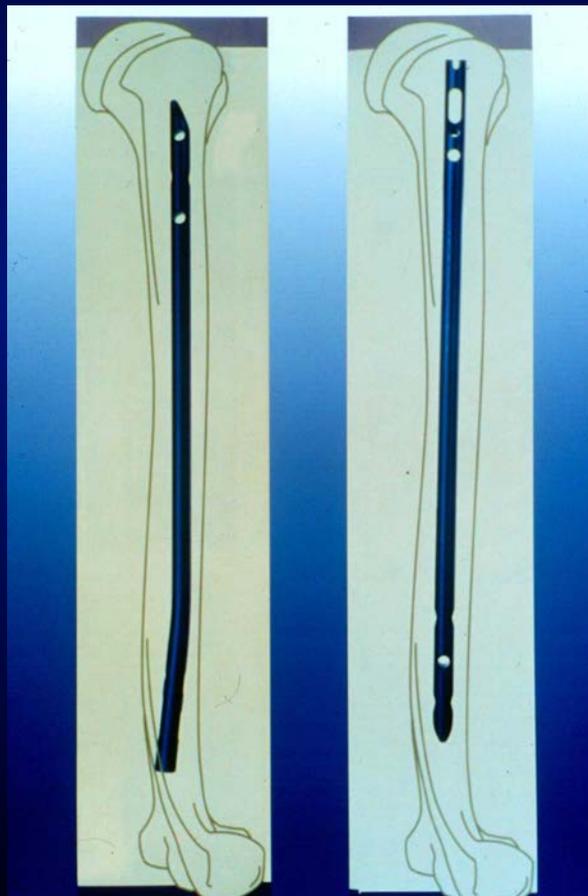
Les plus difficiles à enclouer ...
Plaque verrouillée > clou

Fractures diaphysaires du membre supérieur

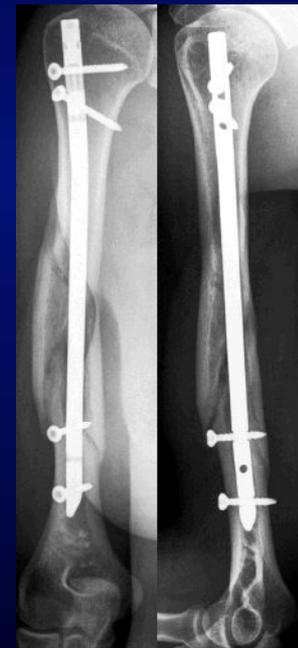
Humérus



Enclouage ascendant



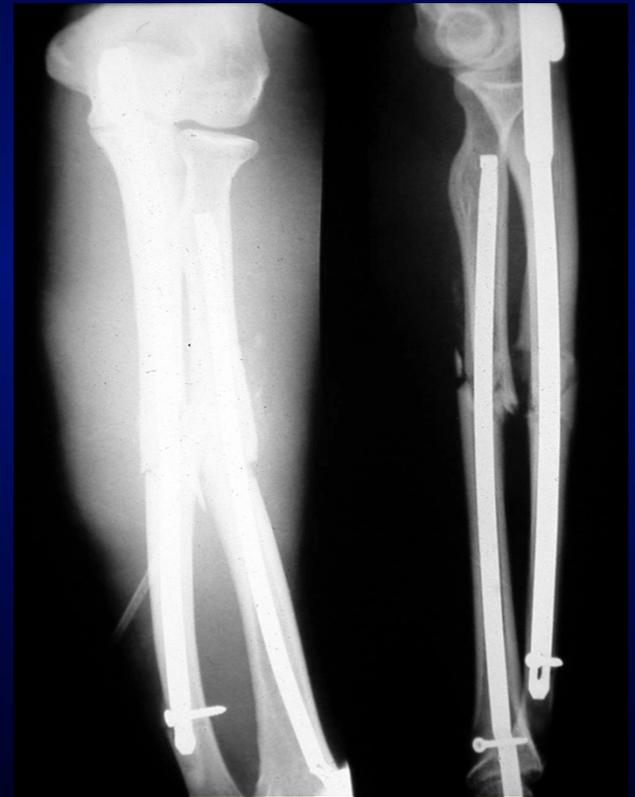
UHN



Enclouage descendant

Fractures diaphysaires du membre supérieur

Avant-bras : radius - ulna



Fractures épiphysaires

Clou gamma

Clou PFN



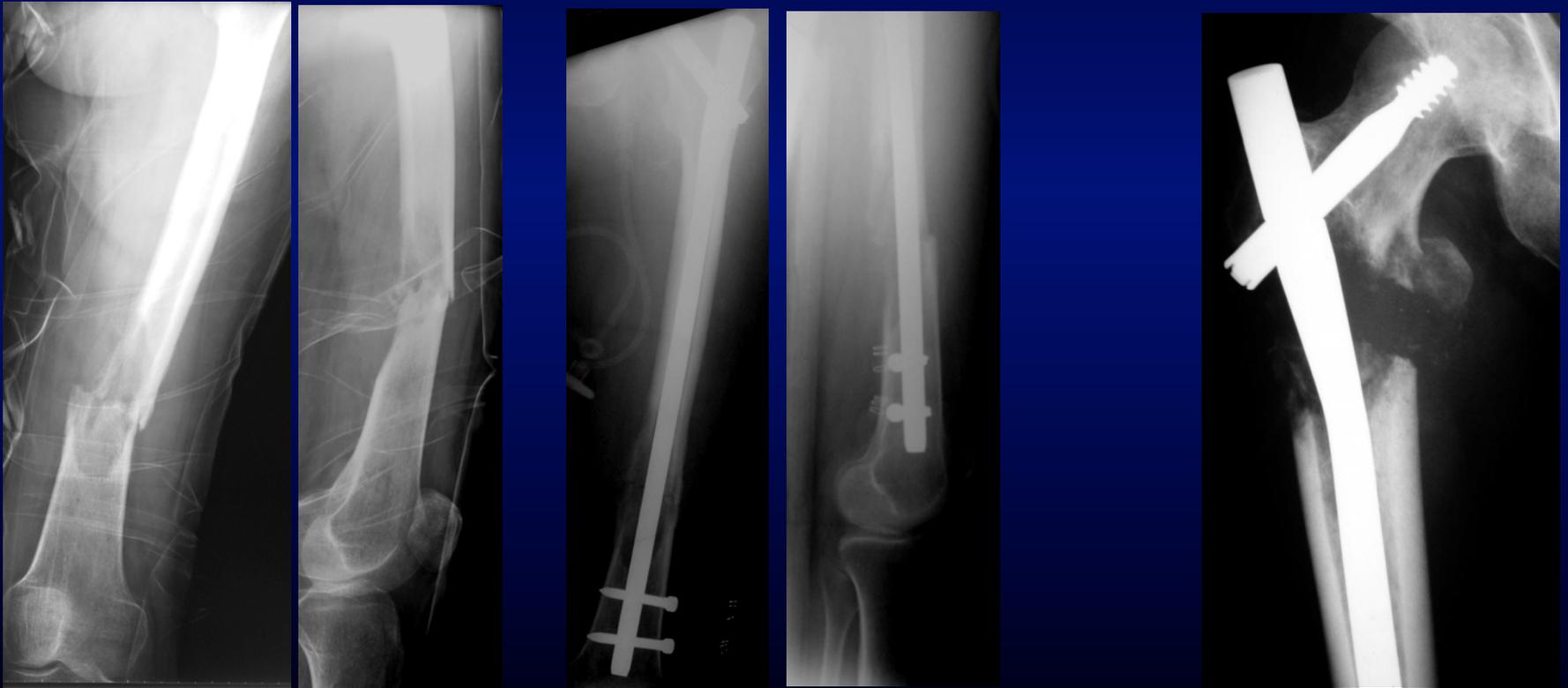
Clous trochantériens

Clou supracondylien
du fémur

Clou huméral proximal

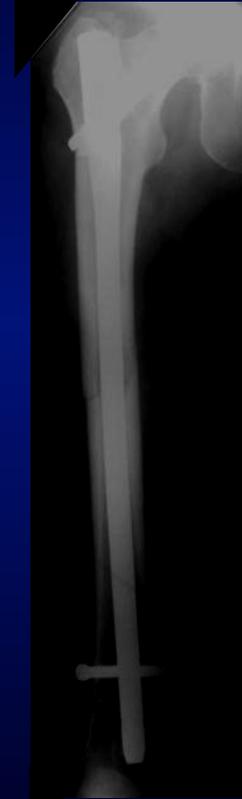
Ostéosynthèse curative des métastases des os longs

L'enclouage traite la fracture et non la maladie causale ...



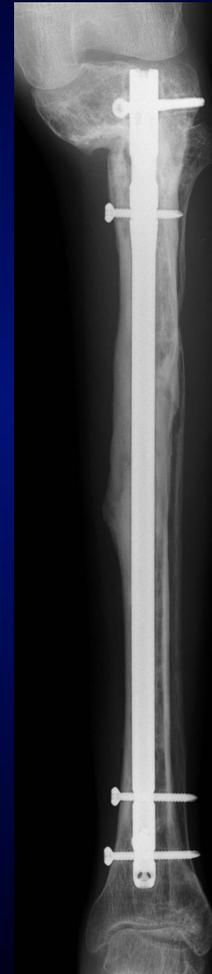
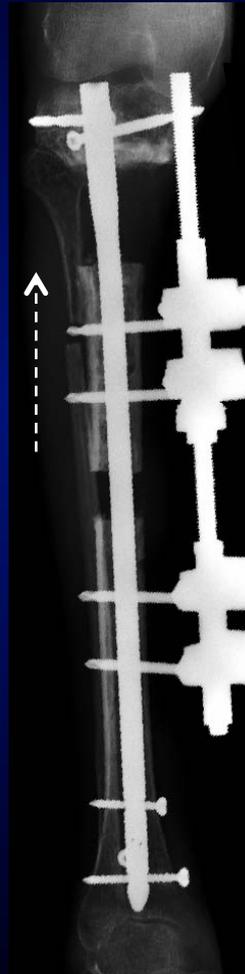
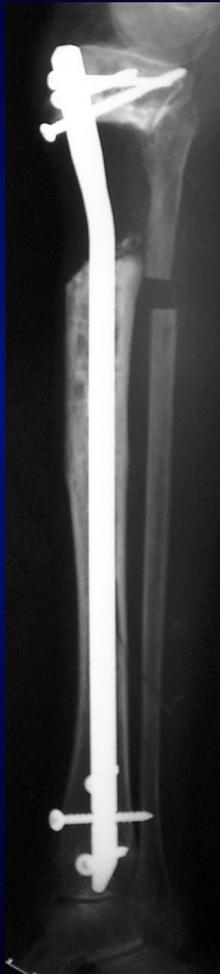
Intervention de confort

Ostéosynthèse préventive des métastases des os longs



Ne pas hésiter à protéger la **totalité** du fémur

Reconstruction après exérèse tumorale



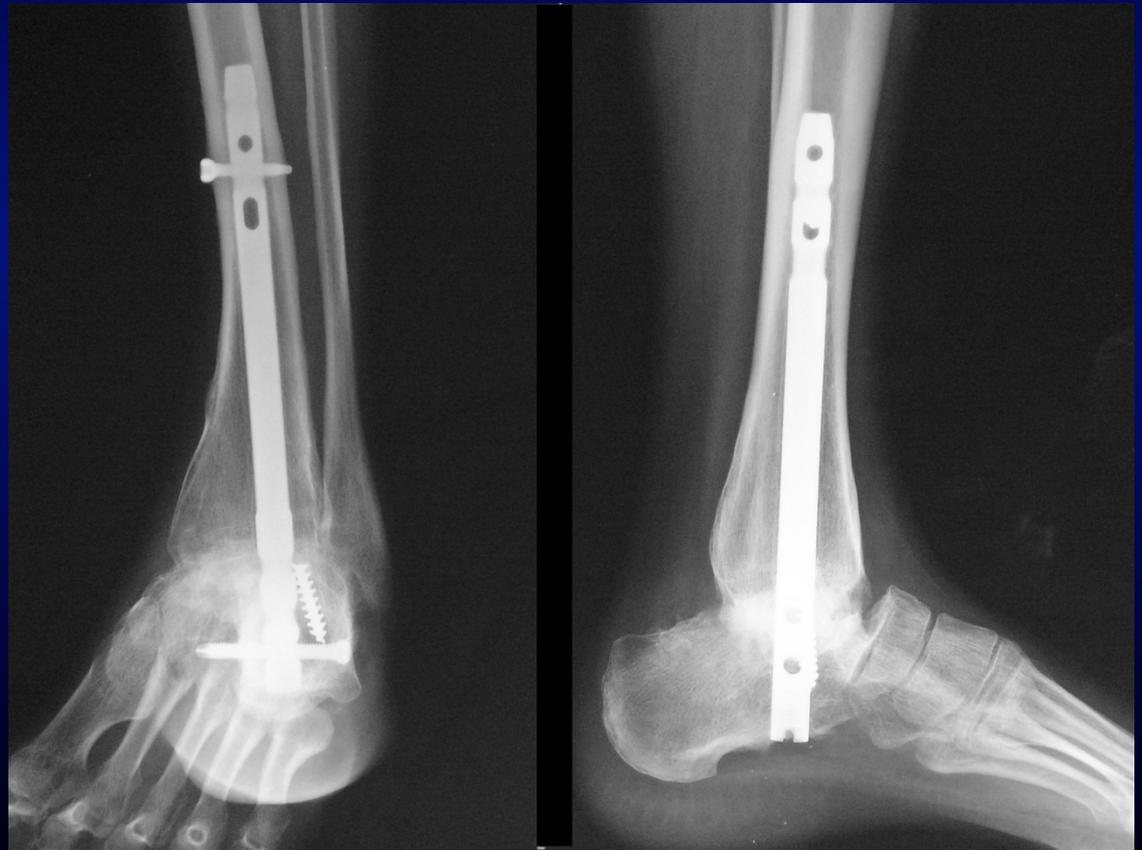
Clou Tibial Expert™

+ fixateur > transfert osseux

Images : PM Rommens

Arthrodèses

Cheville : clou transplantaire



Correction d'anomalies de longueur, d'axe, de rotation des membres inférieurs

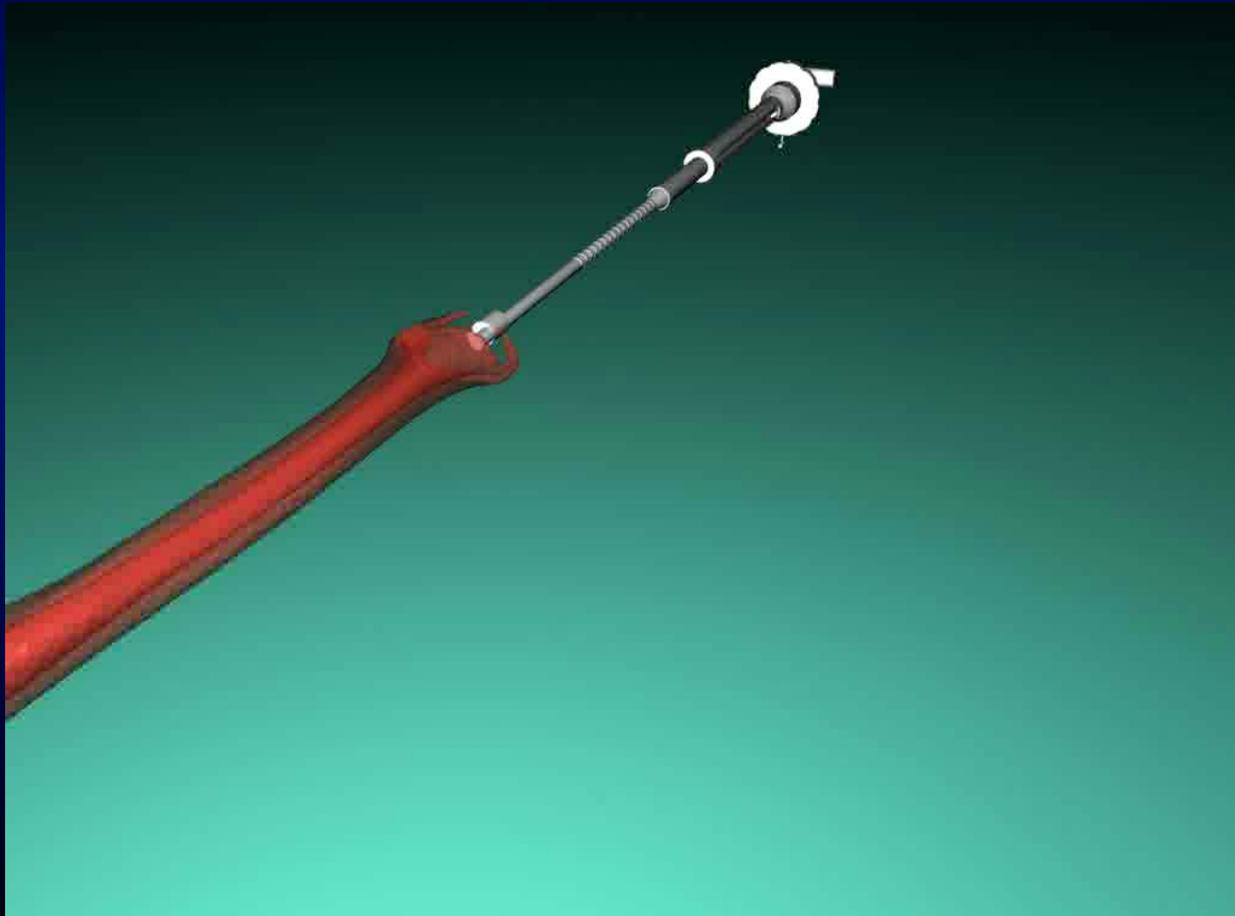
Limite = 3 cm

< 3cm → Méthodes extemporanées

> 3cm → Méthodes progressives

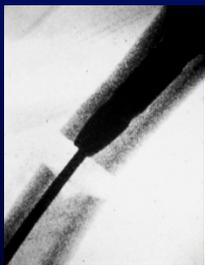
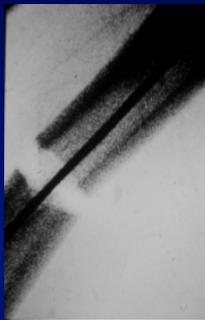
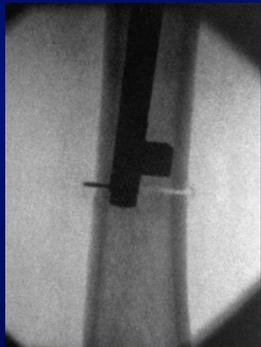
Techniques extemporanées à foyer fermé

Scie endomédullaire

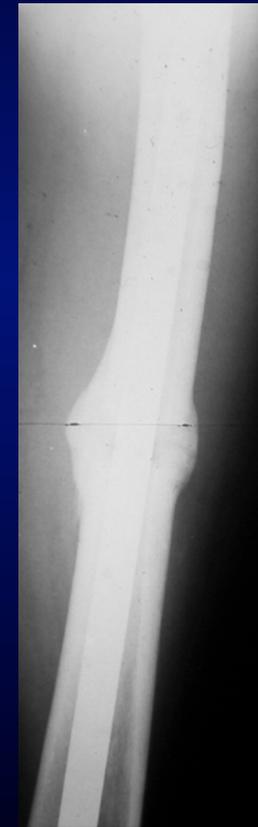


Techniques extemporanées à foyer fermé

Ostéotomie d'allongement



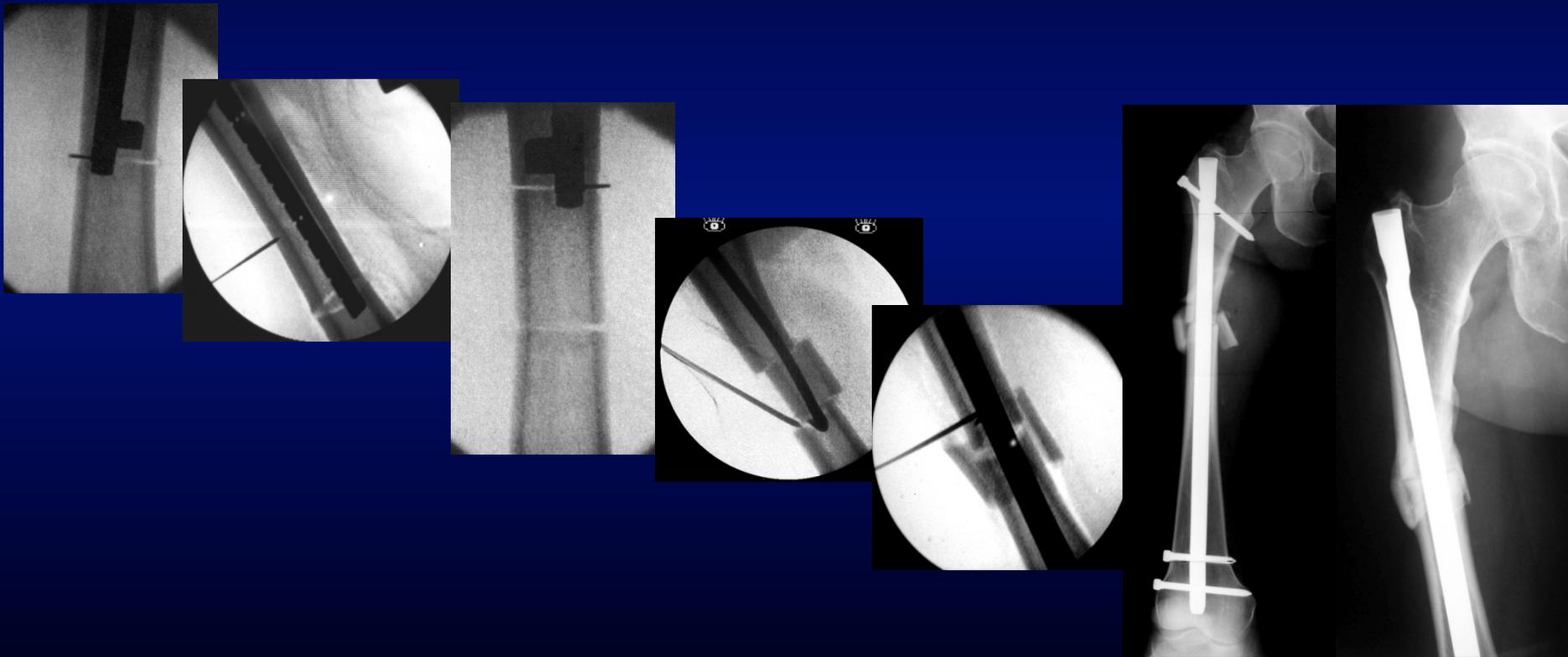
Contrôle Rx
post-opératoire



Consolidation

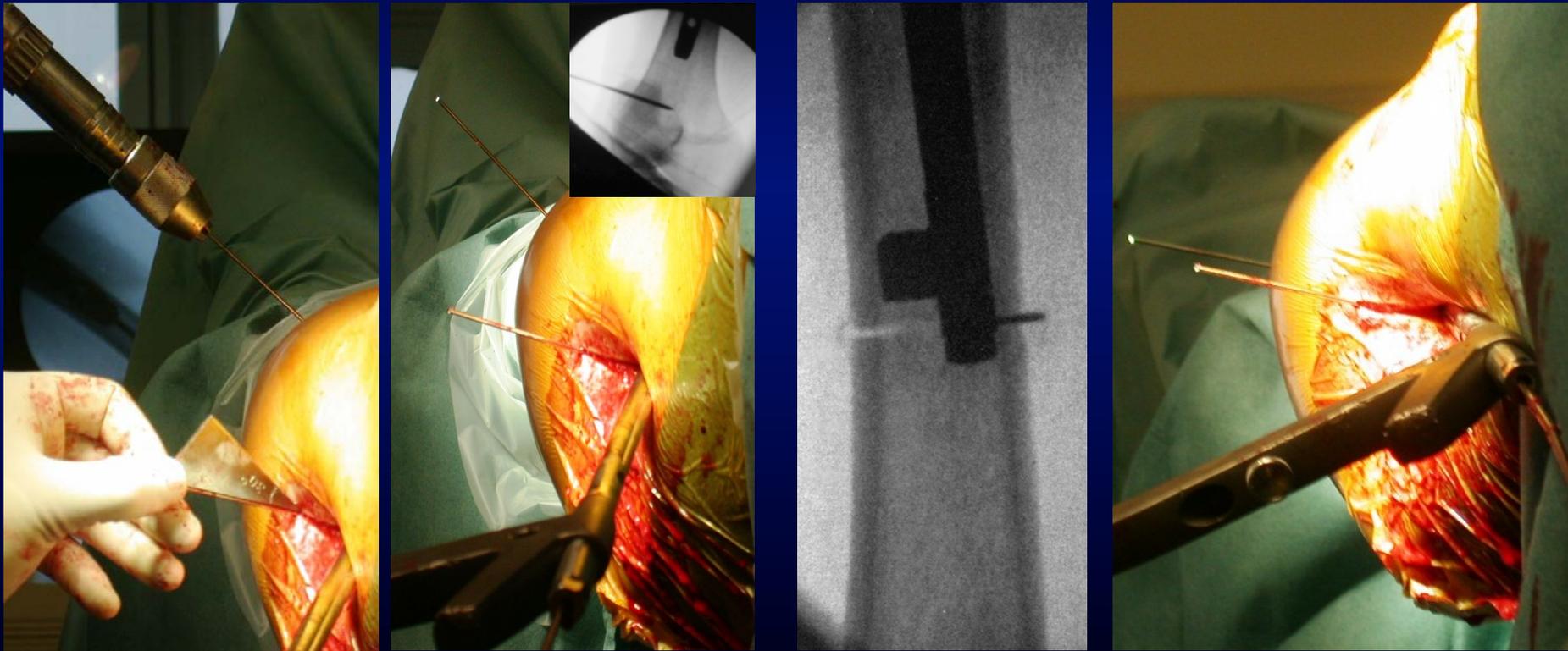
Techniques extemporanées à foyer fermé

Ostéotomies de raccourcissement



Techniques extemporanées à foyer fermé

Ostéotomie de dérotation



Repérage par broches per-cutanées

Méthodes progressives

Clous d'allongements (> 3 cm)



Télescopage :
raccourcissement 5 cm

Clou d'Albizzia

Egalisation

Conclusion

Nombreux domaines d'application de l'enclouage



Conclusion

Enclouage = 1 moyen d'ostéosynthèse



Clou verrouillé ?



Plaque verrouillée ?

... Evolution des ostéosynthèses par plaques

Conclusion

Similitude des langages



Vis verrouillables
Viseur
Abords à minima
Foyer fermé



Convergence des philosophies

Conclusion

Foyer fermé = Philosophie



Technique opératoire = Rigueur

Remerciements pour les emprunts d'images

G. TAGLANG CHU – Strasbourg

P.M. ROMMENS HU Mayence - Allemagne

H. MATHEVON CH – Dunkerque

P. BONNEVIALLE CHU Toulouse