

# TRAUMA APPENDICULAIRE

## RX/CT

Thomas Kirchgesner, Souad Acid, Vasiliki Perlepe,  
Frédéric Lecouvet, Jacques Malghem, Bruno Vande Berg

Unité d'imagerie ostéo-articulaire  
Cliniques universitaires Saint-Luc, Bruxelles



Cliniques universitaires  
**SAINT-LUC**  
UCL BRUSSELS

# Objectif

- Connaitre les principes d'imagerie de base en cas de trauma osseux appendiculaire
- Connaitre la séméiologie de base des fractures en RX et CT

# Nous ne verrons pas

- Lésions ligamentaires, méniscales, cartilagineuses
- Fracture de stress / micro-traumatiques
- Processus de consolidation osseuse
- Squelette en croissance

# Pourquoi un cours sur les fractures en 2020?

ECONOMIE BOURSE ENTREPRISES & FINANCE TECH VOS FINANCES IDÉES RÉGIONS CARRIÈRES VIDÉOS

## La startup de la semaine : AZmed, l'intelligence artificielle qui repère les fractures pour les radiologues

Par Anaïs Cherif | 20/06/2019, 8:15 | 501 mots  
Lecture 3 min.

f t in



Lancée en août 2018, la startup AZmed développe un algorithme de deep learning qui s'intègre aux logiciels traditionnels utilisés par les radiologues et les urgentistes pour aider à détecter les anomalies. (Crédits : AZmed)

Toutes les semaines, La Tribune braque les projecteurs sur une pépite méconnue de la French Tech. Cette semaine, AZmed. Lancée en août 2018, cette jeune entreprise parisienne développe une intelligence artificielle pour aiguiller les radiologues et les urgentistes dans leurs diagnostics. L'algorithme est capable de détecter une anomalie en moins de 0,2 secondes.

DOSSIER SPÉCIAL



Et si nous emmenions votre ville plus loin avec le métro automatique

EN SAVOIR PLUS @RATPGroup

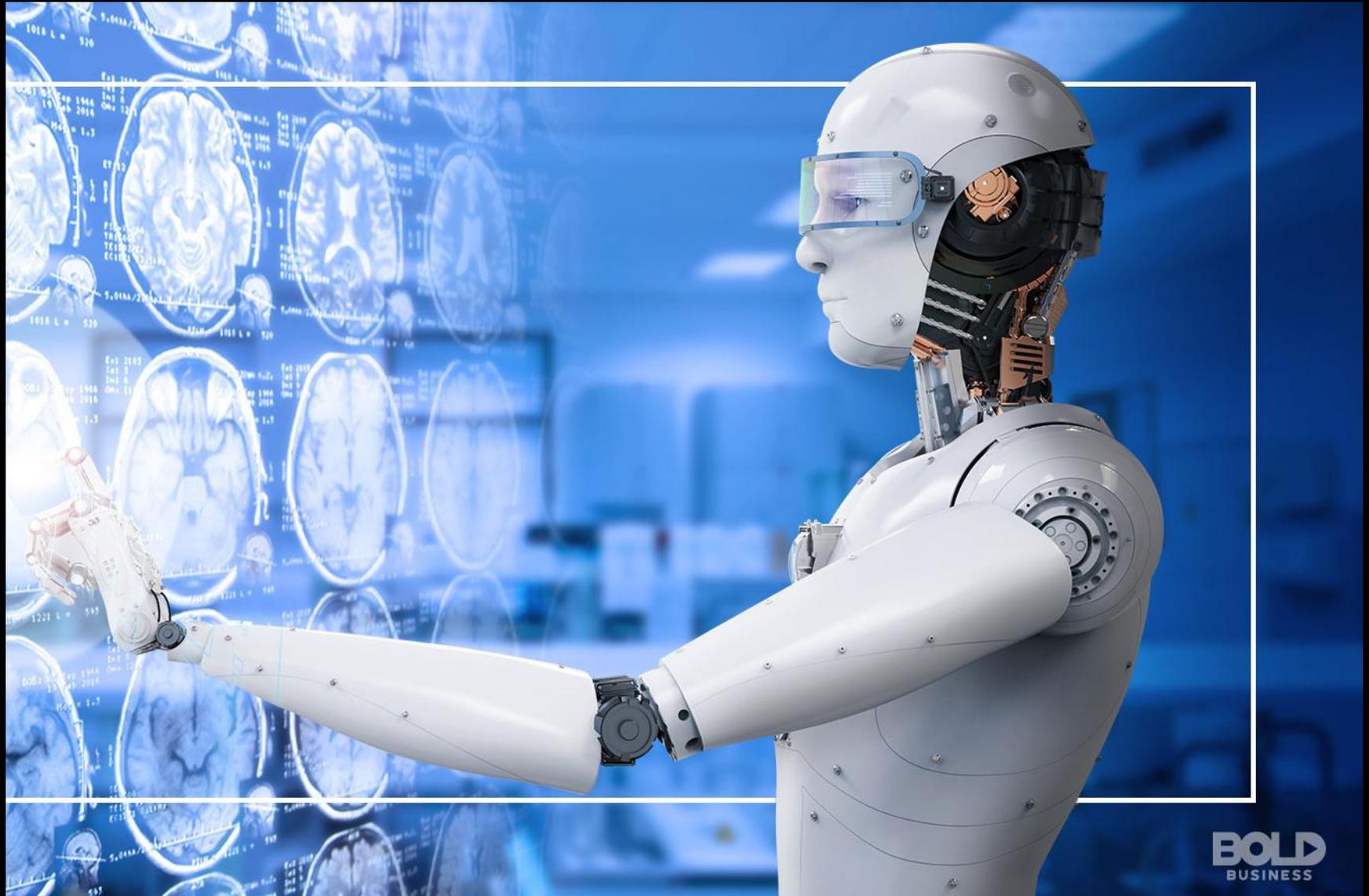
ACCUEIL > SANTÉ

## Gleamer lève 7,5 millions d'euros pour exporter son logiciel de détection automatique des fractures

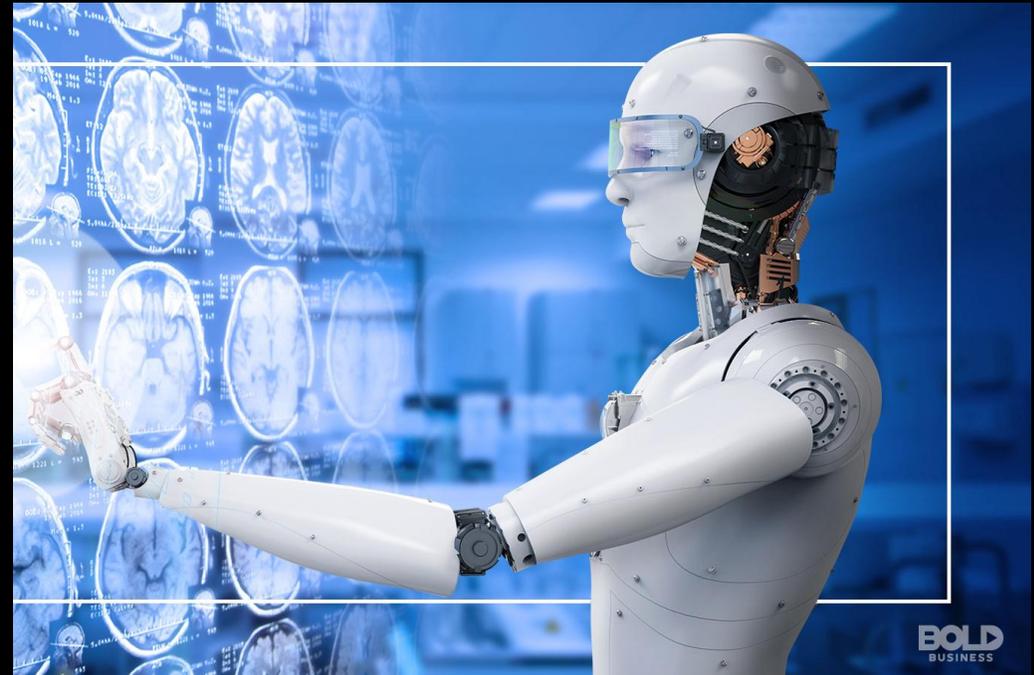
**LEVÉE DE FONDS** La medtech parisienne Gleamer lève 7,5 millions d'euros pour accélérer le déploiement de son logiciel de détection automatique des fractures osseuses. Destiné aux radiologues, BoneView analyse les images médicales et encadre la ou les zones blessées. L'objectif est de dégager du temps au praticien pour lui permettre de réaliser des tâches à plus forte valeur ajoutée.

ALICE VITARD

PUBLIÉ LE 24 SEPTEMBRE 2020 À 10H05



**BOLD**  
BUSINESS



# Plan

- Lecture systématique des radiographies
- Diagnostic différentiel et pièges
- Fractures pathologiques

# Lecture radiologique aux urgences

L'INDISPENSABLE

2<sup>e</sup> édition



**Nigel Raby**  
**Laurence Berman**  
**Simon Morley**  
**Gerald de Lacey**



Traduction de la 3<sup>e</sup> édition anglaise :  
**Antoine Feydy**

Préface à l'édition française :  
Étienne Hinglais



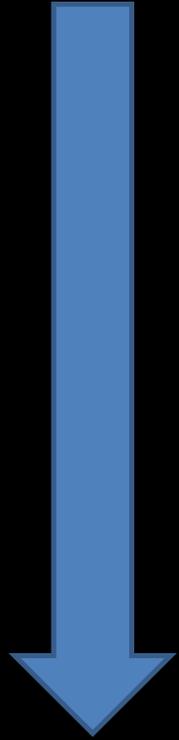
ELSEVIER

Elsevier Masson

Lecture radiologique aux urgences  
L'indispensable (2<sup>e</sup> édition)  
Elsevier Masson

**SOYONS SYS-TÉ-MA-TIQUES**

# Lecture systématique

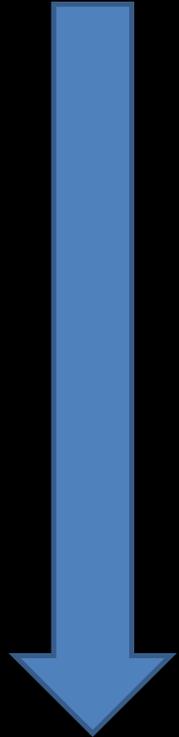


Tissus mous → signes d'alerte?

Os → fracture? fracture compliquée?

Interlignes → atteinte articulaire? luxation?

# Lecture systématique



Tissus mous → signes d'alerte?

Os → fracture? fracture compliquée?

Interlignes → atteinte articulaire? luxation?

Tissus mous - CAS 1







profil



face

!?



obliques

4 semaines plus tard





Articulations où une tuméfaction  
articulaire peut-être visible en radio:

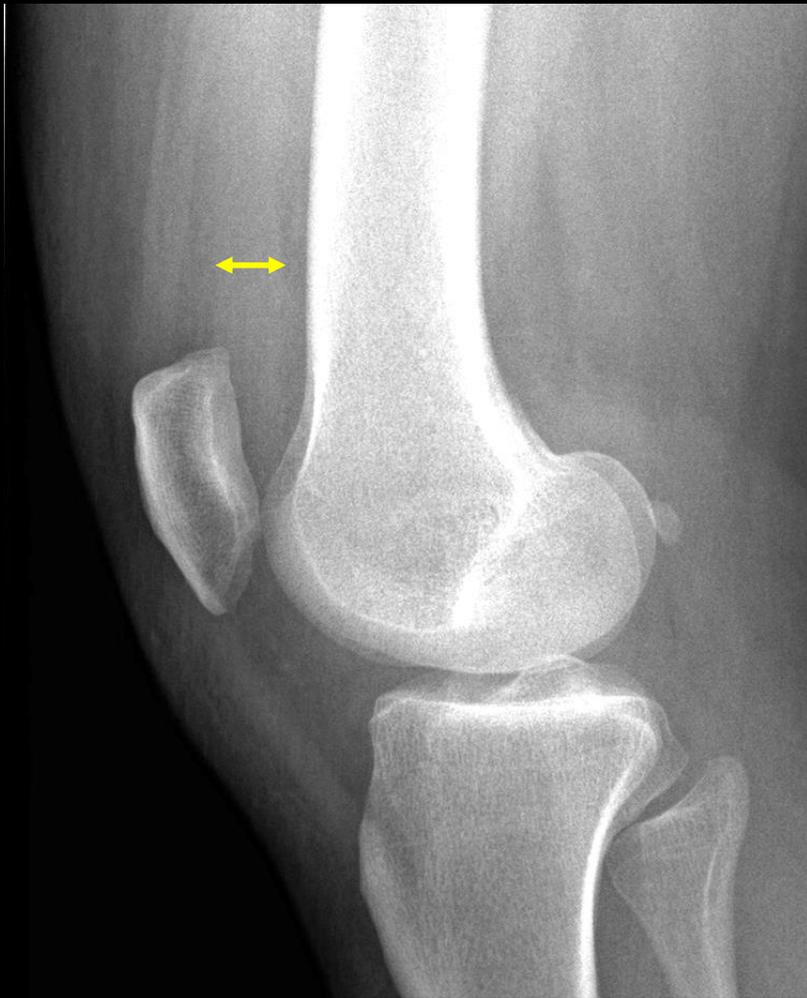
- Coude
- Genou
- Cheville
- Poignet
- Doigt/orteil



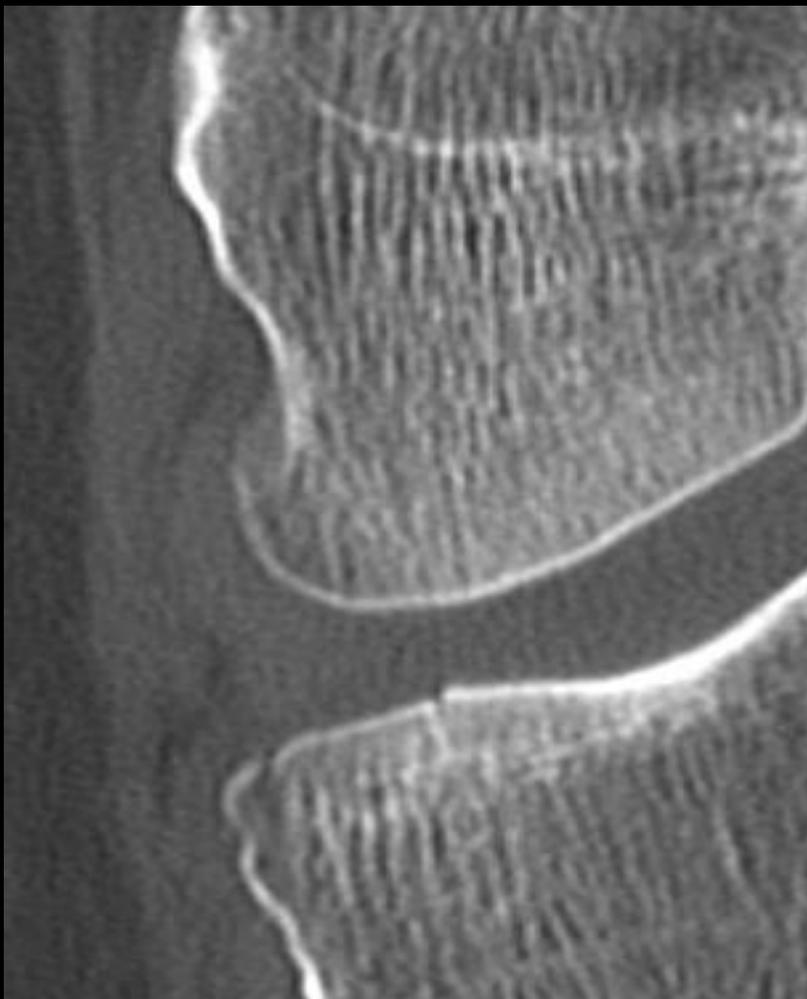
Hanche  
Épaule



3 patients différents



Tuméfaction articulaire > 5 mm



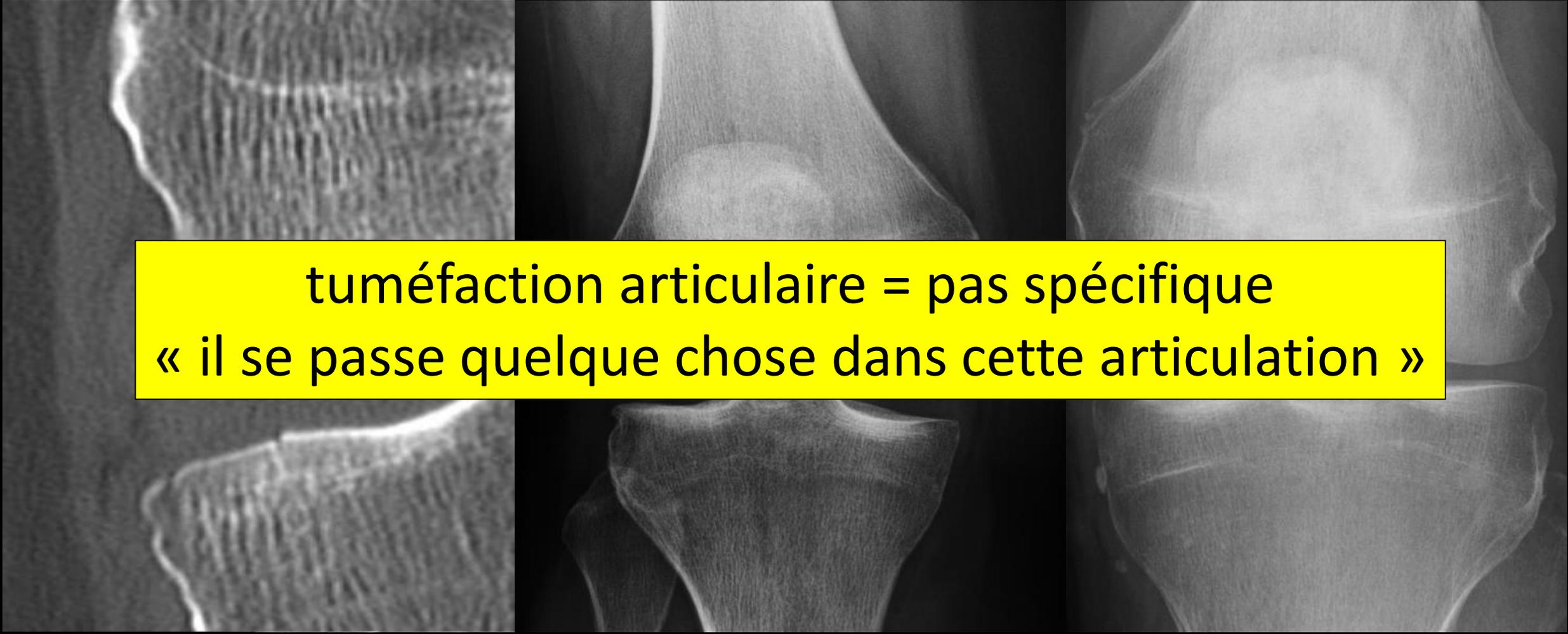
Fracture



Arthrose



Arthrite

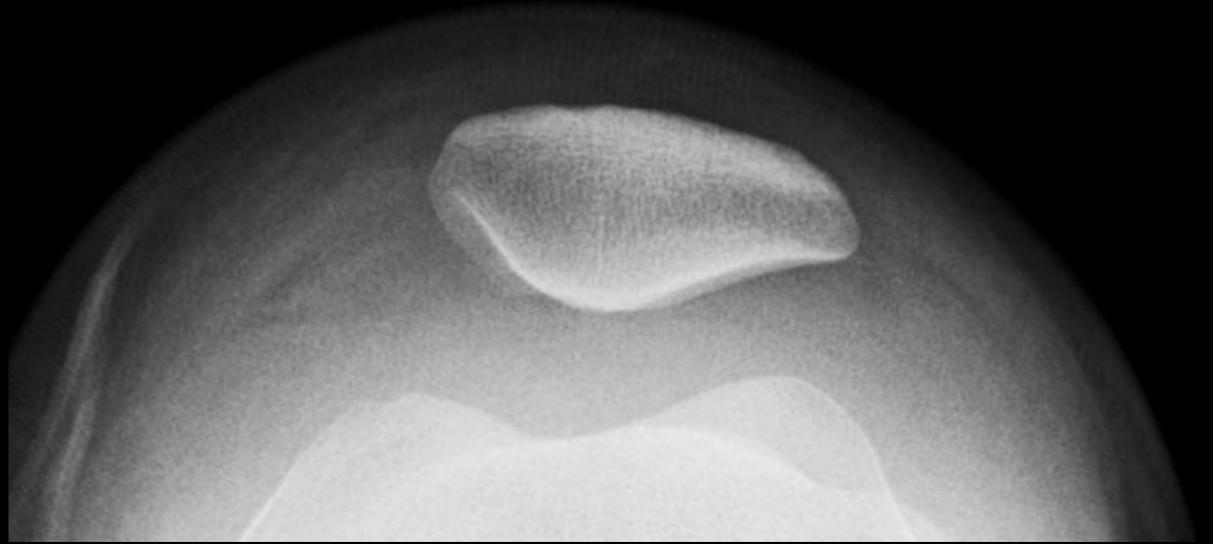


tuméfaction articulaire = pas spécifique  
« il se passe quelque chose dans cette articulation »

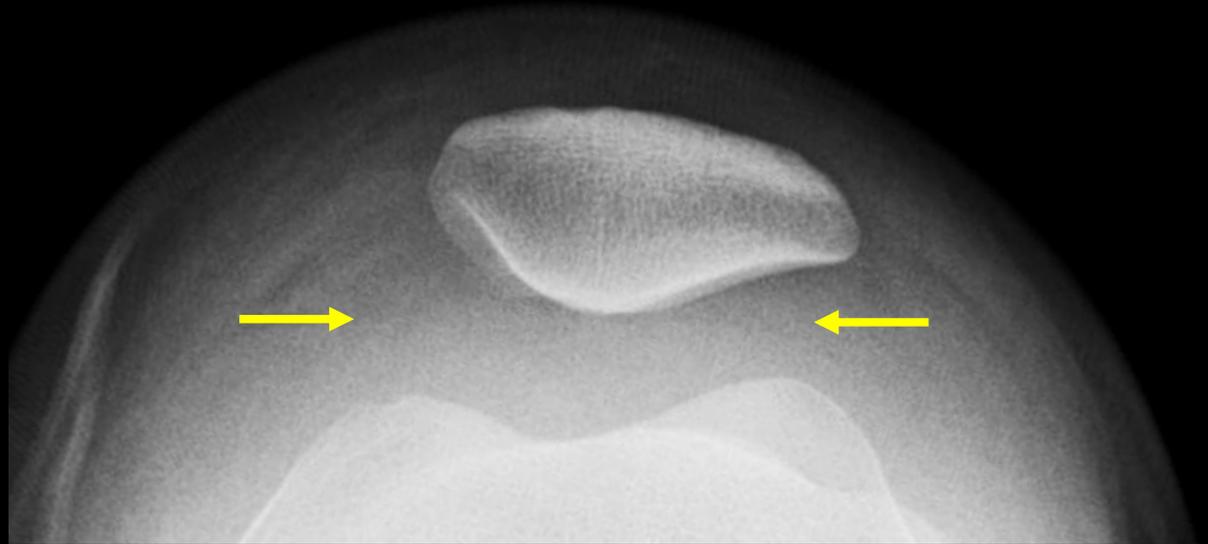
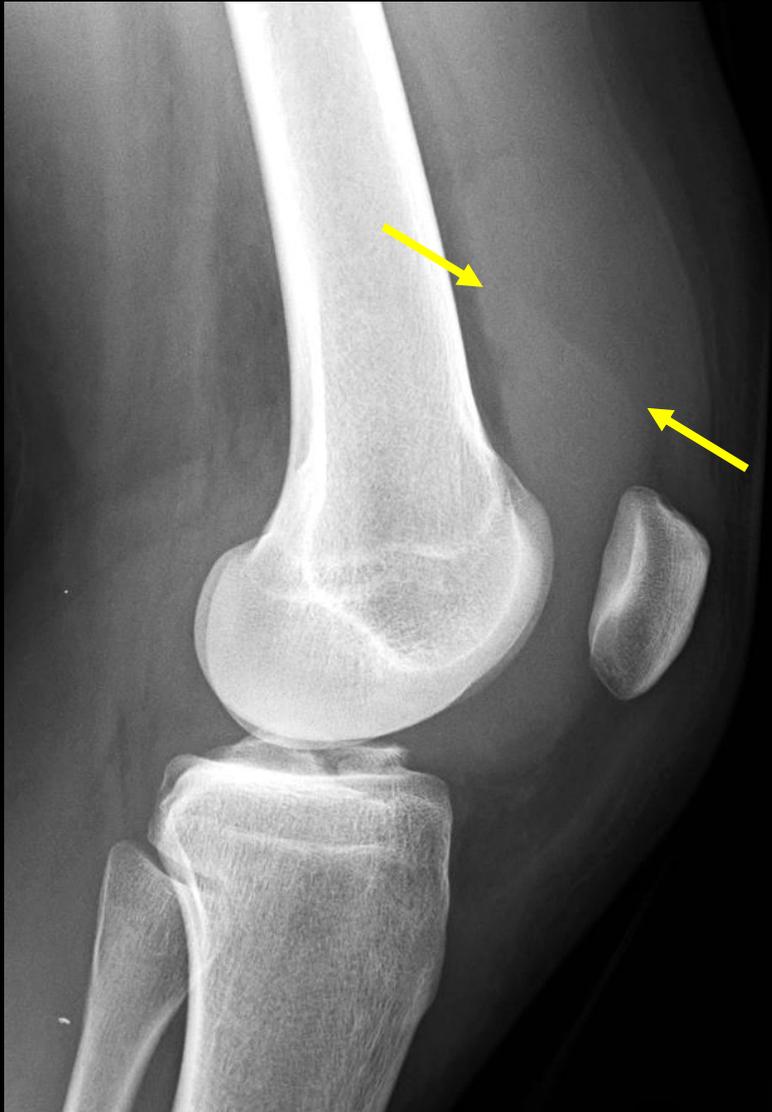
Fracture

Arthrose

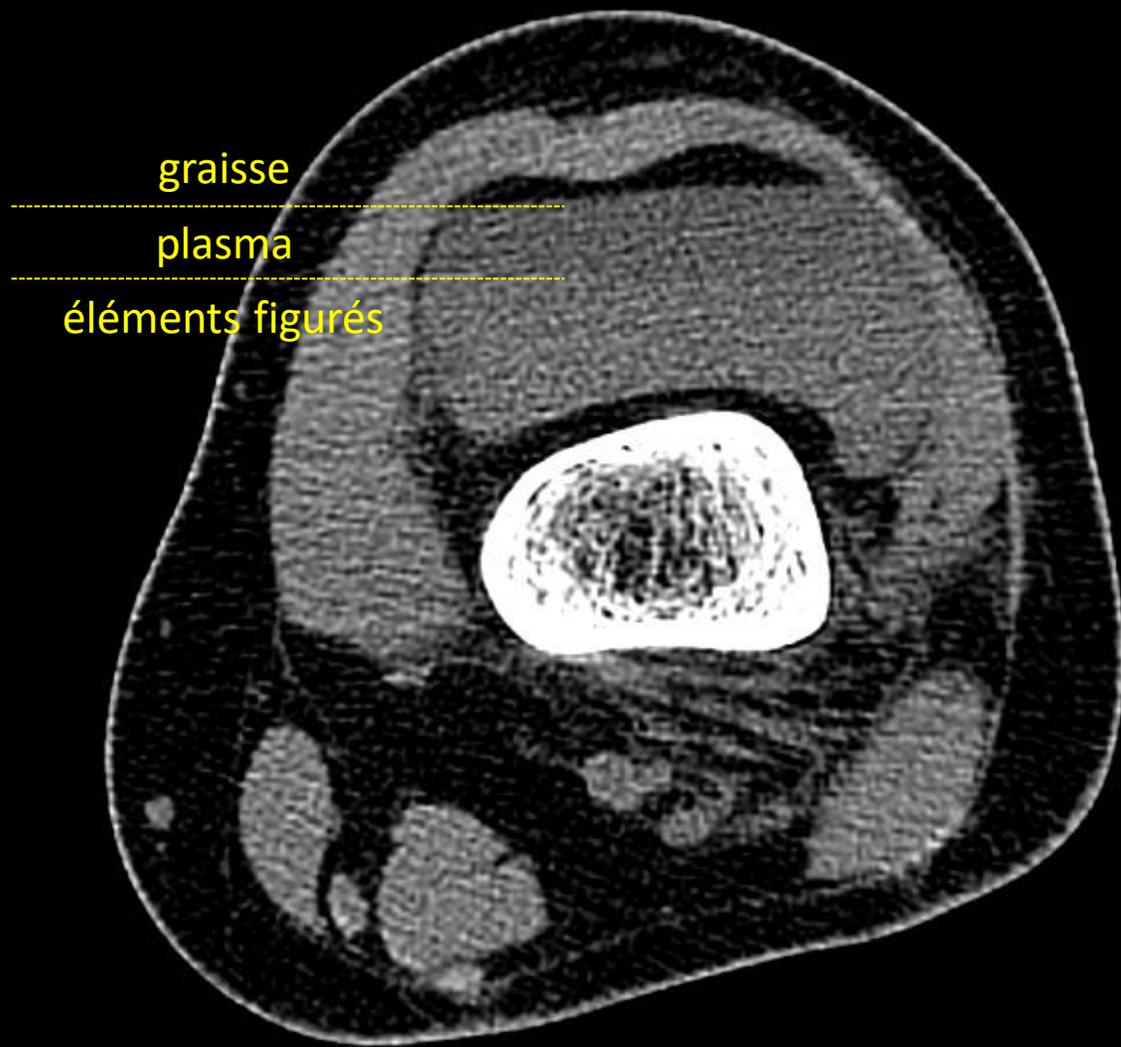
Arthrite



Fracture?  
Arthrose?  
Arthrite?  
Rien du tout?

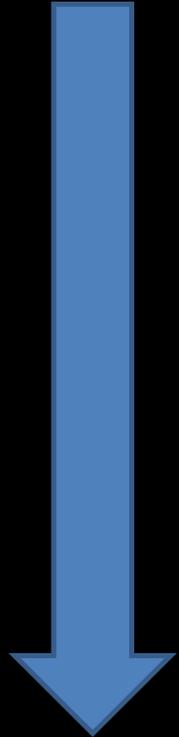


Fracture?  
Arthrose?  
Arthrite?  
Rien du tout?



Lipohémartrose = fracture intra-articulaire +++  
Hémarthrose = pas spécifique (lésion ligamentaire, hémophilie...)

# Lecture systématique

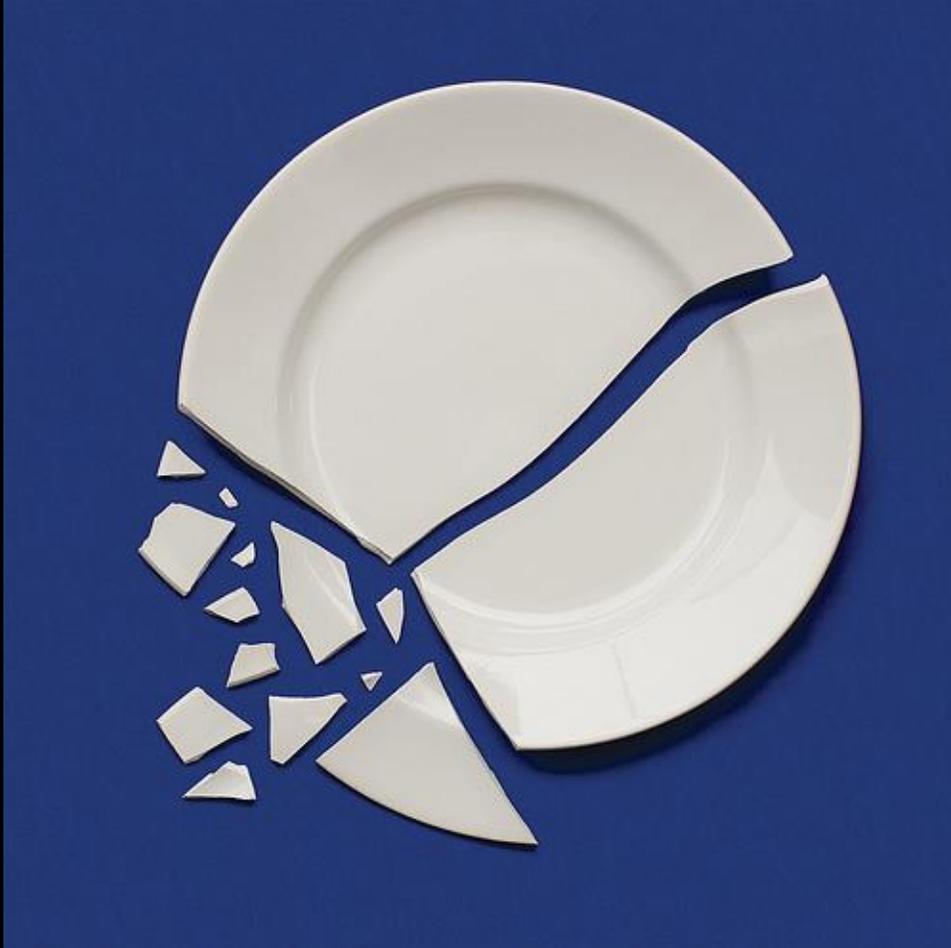


Tissus mous → signes d'alerte?

Os → fracture? fracture compliquée?

Interlignes → atteinte articulaire? luxation?

# C'est quoi une fracture?



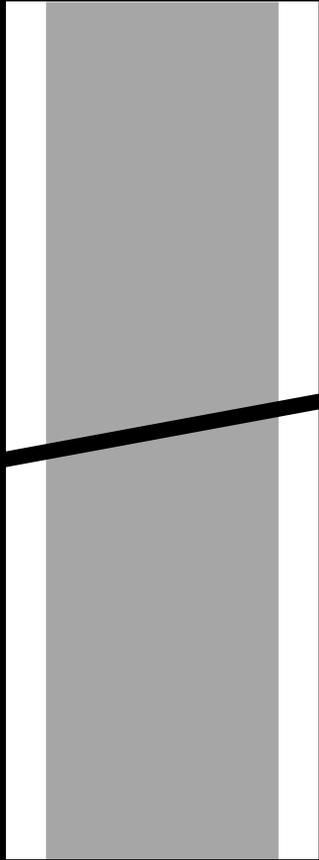
## « solution de continuité »

Cette expression vient du latin *solutio*, de *solvere*, dissoudre ; elle exprime la séparation d'éléments auparavant liés.

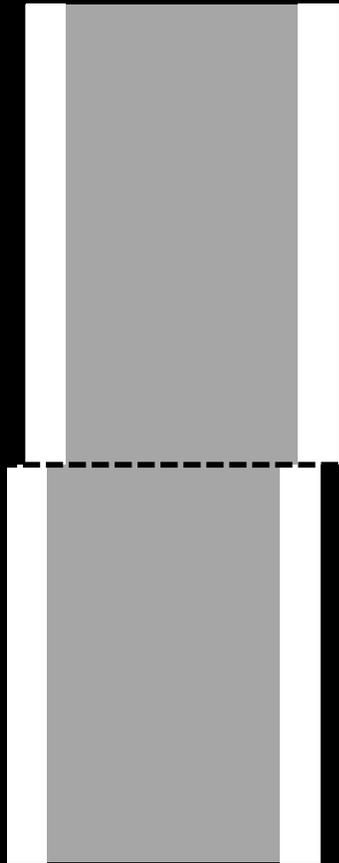
Elle est attestée dès 1314 dans le vocabulaire de la chirurgie et désignait les plaies et les fractures : il n'y a plus de continuité dans la peau, dans l'os. Dans le domaine médical, l'expression est encore utilisée au xxi<sup>e</sup> siècle.

Source: Wikipedia

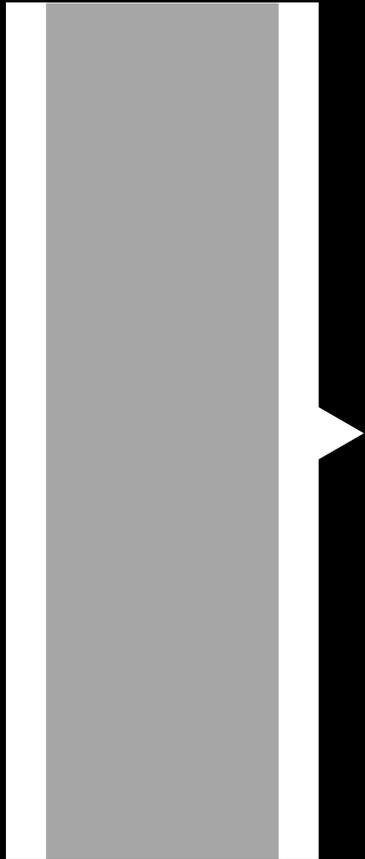
# Interruption corticale (os en moins)



# Interruption/irrégularité corticale

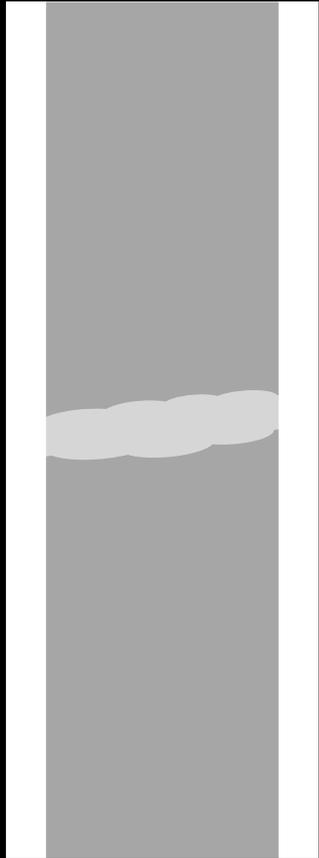


# Image d'addition (os en plus)



Fracture triquétrum

# Bande d'ostéocondensation (os en plus)



face



profil

# Description systématique

Il y a une fracture



- Localisation?
- Fragments?
- Orientation du trait?
- Déplacement?

| Localisation | Fragment(s) | Orientation du trait | Déplacement |
|--------------|-------------|----------------------|-------------|
|--------------|-------------|----------------------|-------------|

- Os longs
  - diaphysaire (1/3)
  - métaphysaire
  - épiphysaire
- Extension articulaire



Fracture métaphysaire distale du radius avec refend articulaire

Localisation

Fragment(s)

Orientation du trait

Déplacement



2 fragments



comminutive / pluri-fragmenaire  
(> 2 fragments)

Localisation

Fragment(s)

Orientation du trait

Déplacement



transverse



oblique



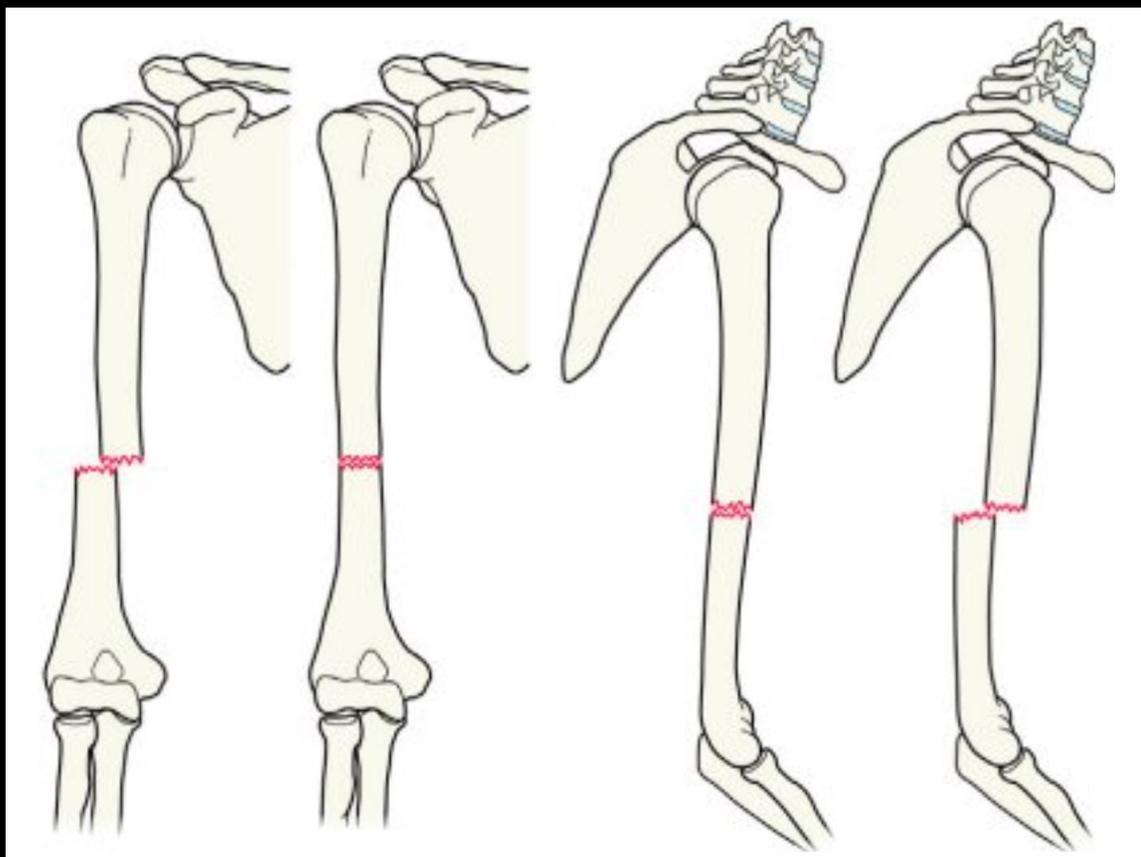
spiroïde

Localisation

Fragment(s)

Orientation du trait

Déplacement



latérale

postérieure

## Translation

Médiale / Latérale

Antérieure / Postérieure

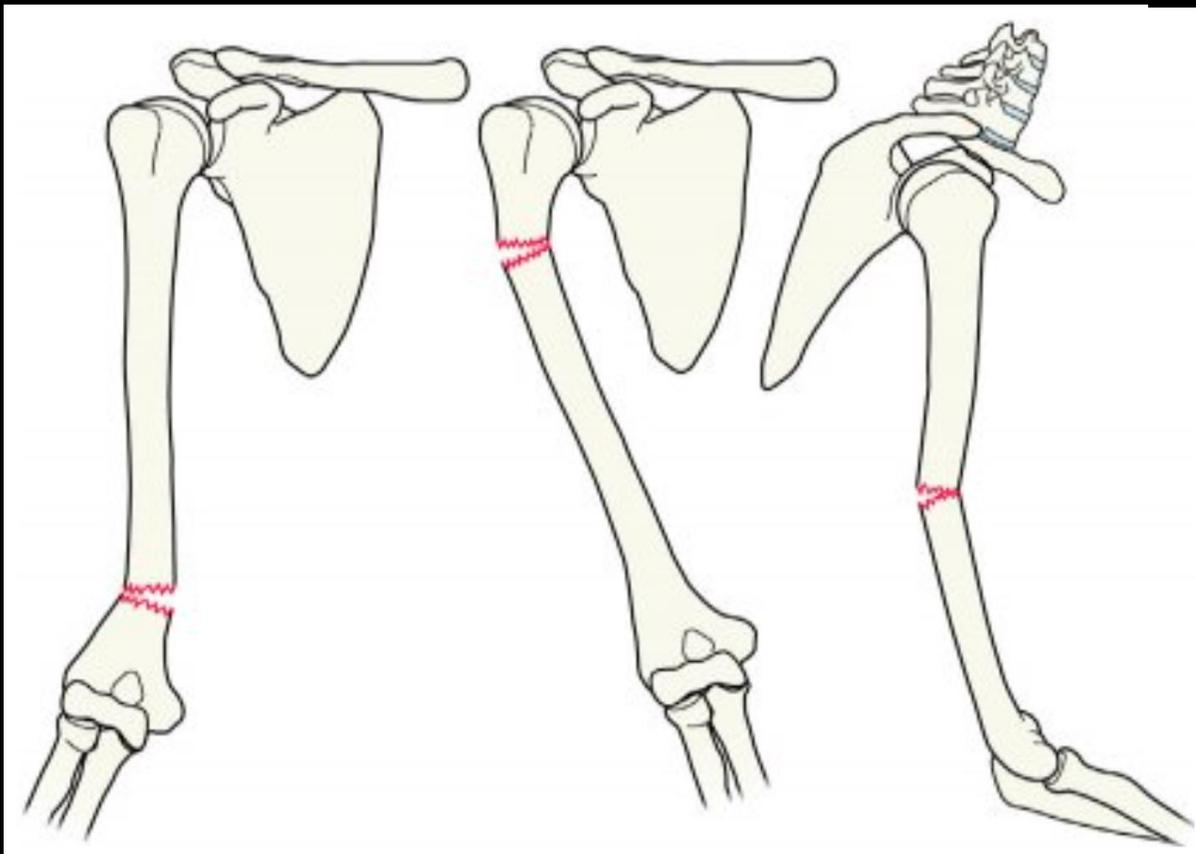
Fragment distal par rapport au  
fragment proximal

Localisation

Fragment(s)

Orientation du trait

Déplacement



## Angulation

À sommet médial / latéral

À sommet antérieur / postérieur

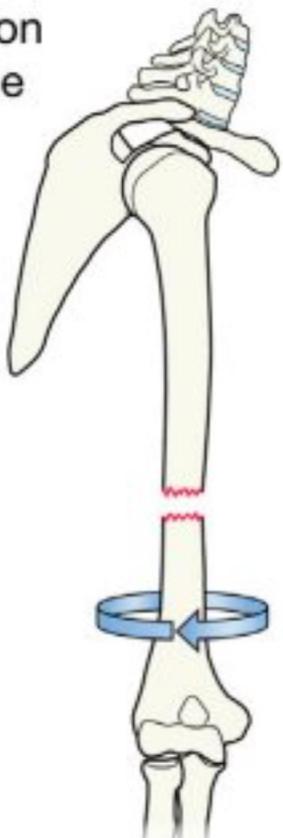
Localisation

Fragment(s)

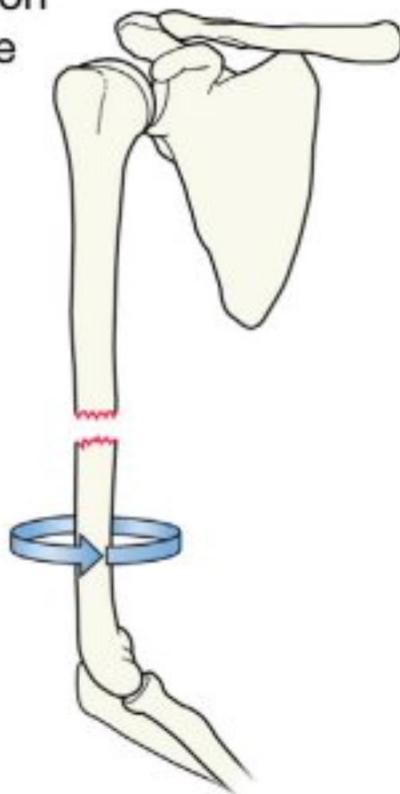
Orientation du trait

Déplacement

Rotation  
externe



Rotation  
interne



Rotation

Médiale / latérale

Clinique > radiographie

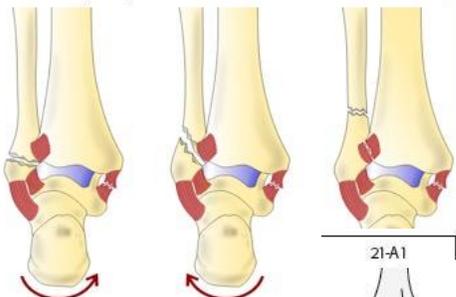
# Classification

## Weber A

- Fracture inferior to syndesmosis
- Syndesmosis intact
- Medial malleolus may be fractured
- Usually stable
- Reduction and cast
- ORIF occasionally needed

## Weber B

- Fracture at level of syndesmosis
- Syndesmosis intact or partially torn
- Possible medial fracture or deltoid damage
- Stability variable
- May require ORIF



## Weber C

- Above level of ankle joint
- Tibiofibular syndesmosis damaged → widening of joint
- Usually medial fracture or deltoid injury
- Unstable
- ORIF required

# Fernandez classification

I. bending fracture



II. shear fracture



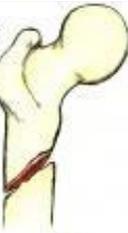
III. compression fracture



A1.1



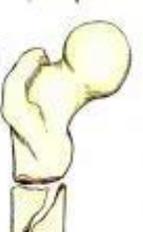
A2.1



A3.1



B1.1



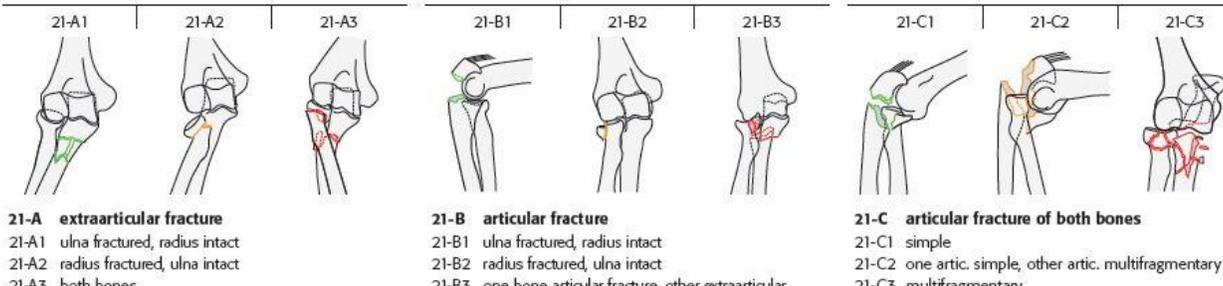
B2.1



B3.1



V.

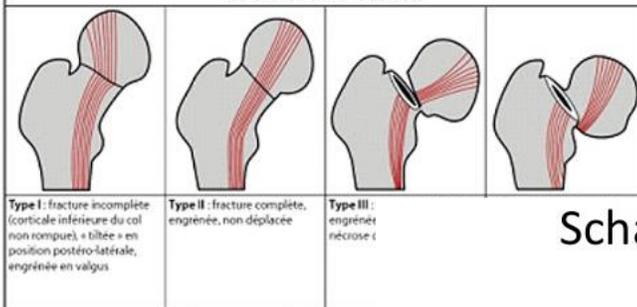


**21-A extraarticular fracture**  
 21-A1 ulna fractured, radius intact  
 21-A2 radius fractured, ulna intact  
 21-A3 both bones

**21-B articular fracture**  
 21-B1 ulna fractured, radius intact  
 21-B2 radius fractured, ulna intact  
 21-B3 one bone articular fracture, other extraarticular

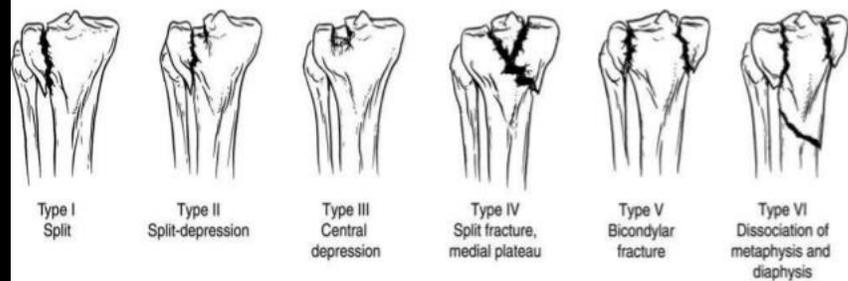
**21-C articular fracture of both bones**  
 21-C1 simple  
 21-C2 one artic. simple, other artic. multifragmentary  
 21-C3 multifragmentary

## Fractures de Garden

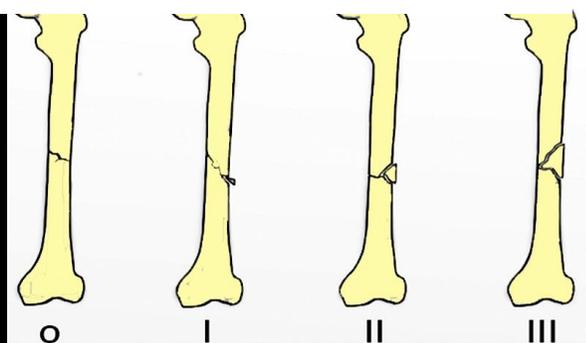


**Type I:** fracture incomplète (corticale inférieure du col non rompue), « tibia » en position postéro-latérale, engrénée en valgus  
**Type II:** fracture complète, engrénée, non déplacée  
**Type III:** fracture complète, engrénée, déplacée

# Schatzker classification



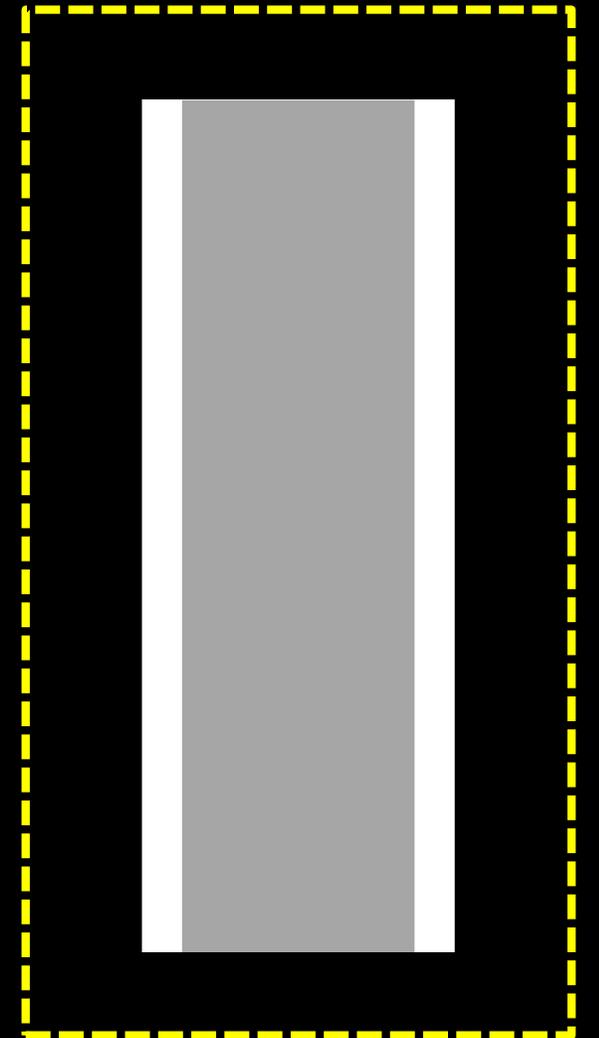
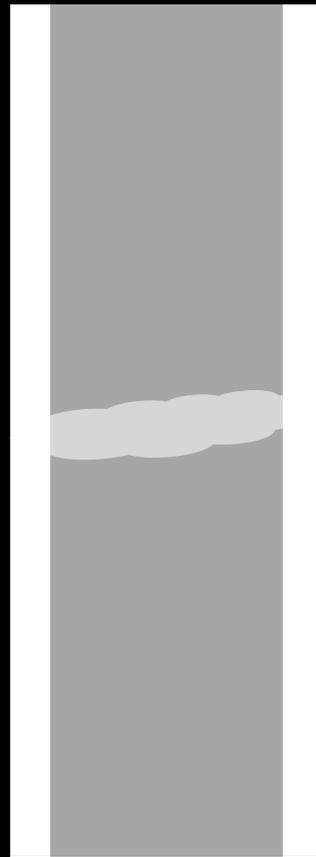
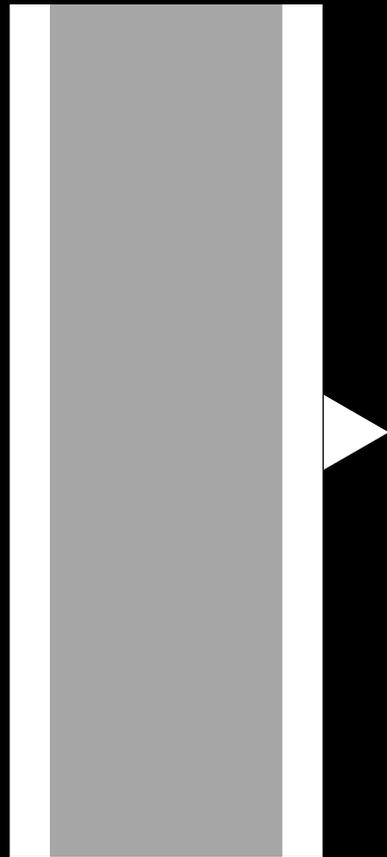
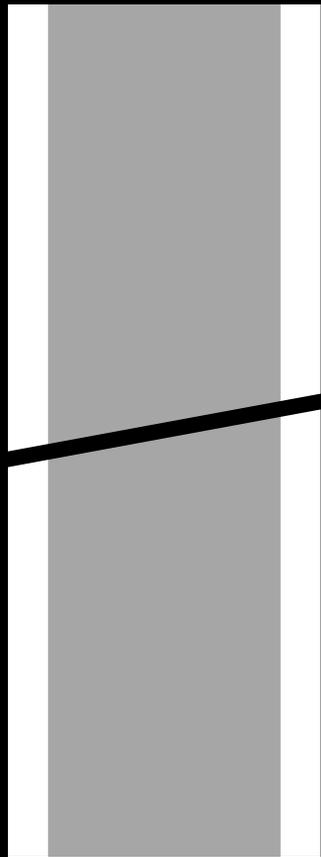
**Type I** Split  
**Type II** Split-depression  
**Type III** Central depression  
**Type IV** Split fracture, medial plateau  
**Type V** Bicondylar fracture  
**Type VI** Dissociation of metaphysis and diaphysis



## Winquist Classification of Femoral Shaft Fractures.

|  | Displaced fractures |        |        |
|--|---------------------|--------|--------|
|  | 2 Part              | 3 Part | 4 Part |
| I Minimal displacement                     |                     |        |        |
| II Anatomical neck                         |                     |        |        |
| III Surgical neck                          |                     |        |        |
| IV Greater tuberosity                      |                     |        |        |
| V Lesser tuberosity                        |                     |        |        |
| VI Fracture dislocation Anterior-posterior |                     |        |        |

Quand on ne voit pas de fracture...



Avant d'écrire...

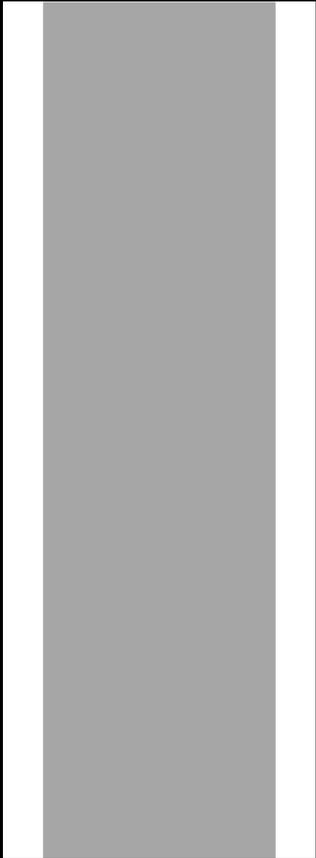
« pas de lésion osseuse post-traumatique récente décelée ce jour sous réserve des conditions techniques »

Ou plutôt avant d'écrire...

~~« pas de lésion osseuse post-traumatique  
récente décelée ce jour sous réserve des  
conditions techniques »~~

« pas de fracture visible »

# Quand on ne voit pas de fracture...



- Pas les bonnes incidences → votre responsabilité



FACE



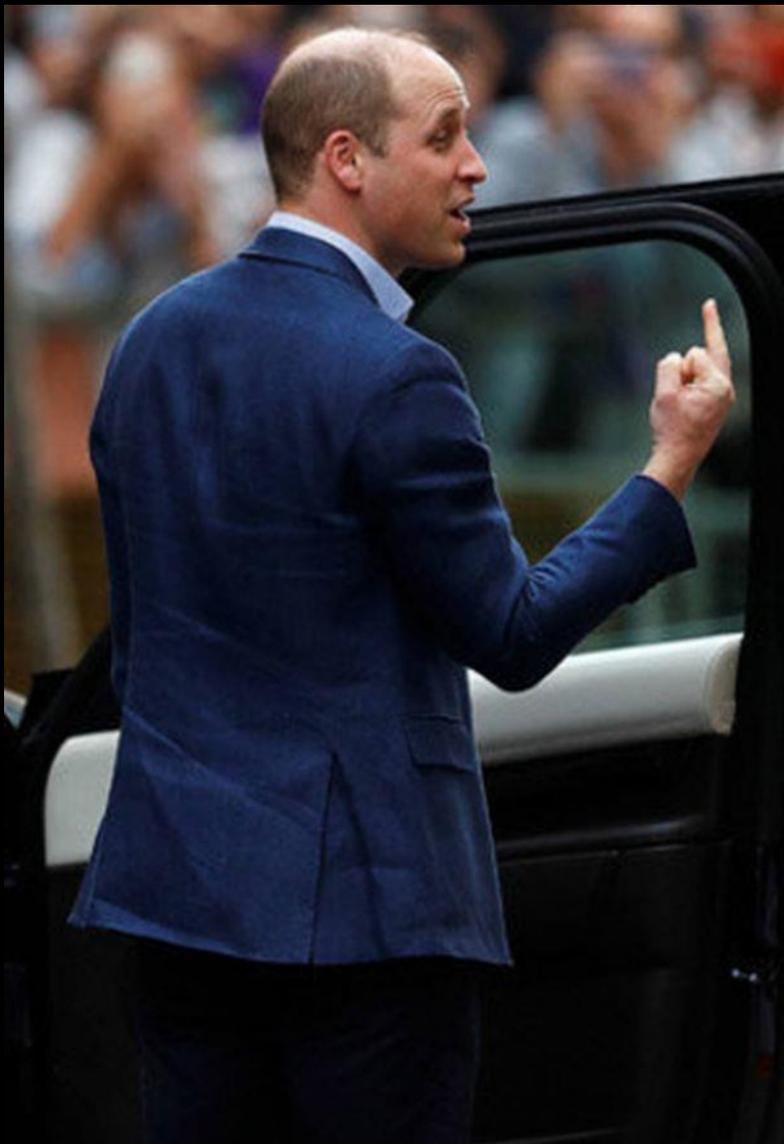
3/4



FACE

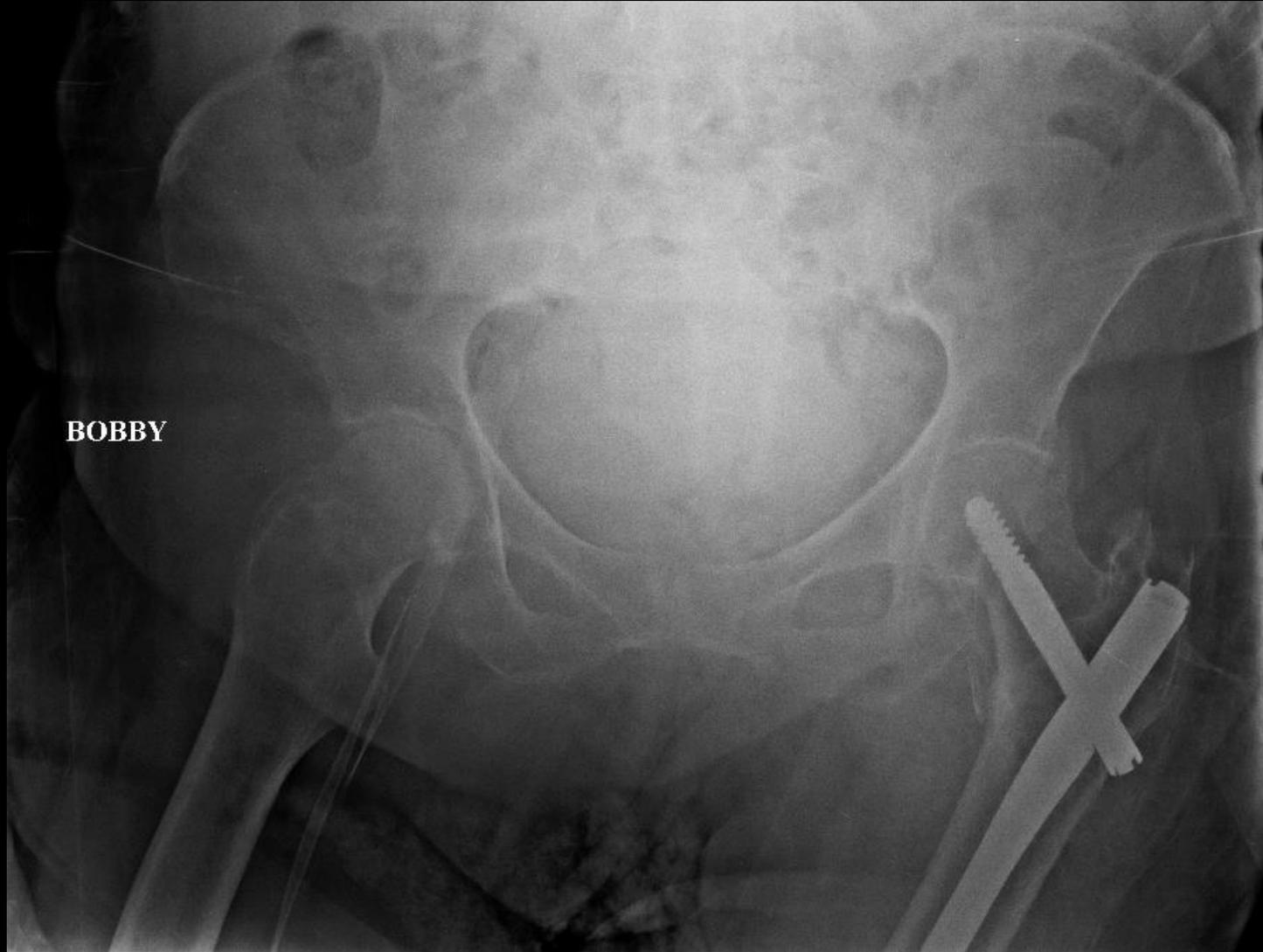


PROFIL

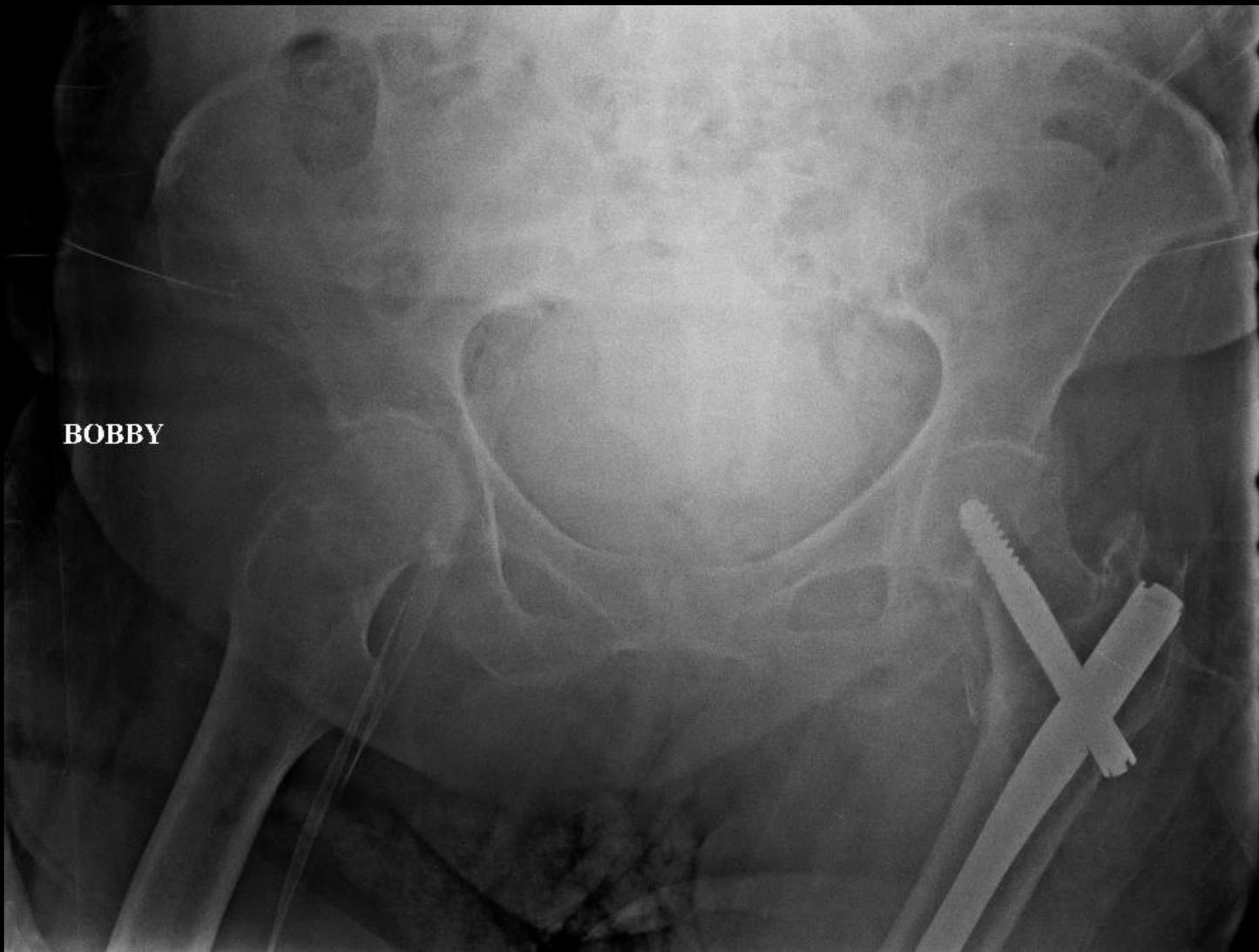


Toujours 2 incidences orthogonales!!!

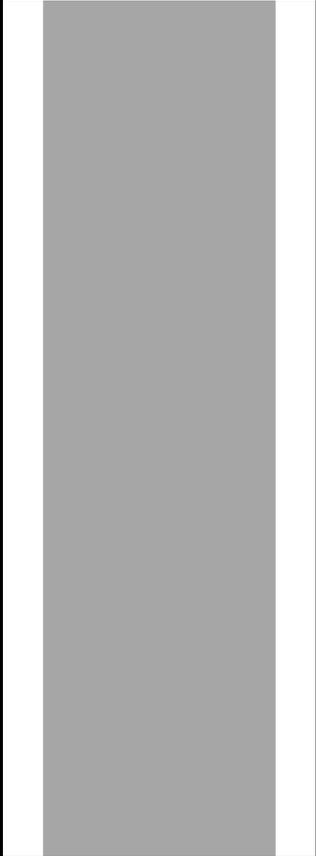
Os - CAS 5 - douleur de hanche gauche post-chute



**BOBBY**



# On ne voit rien...



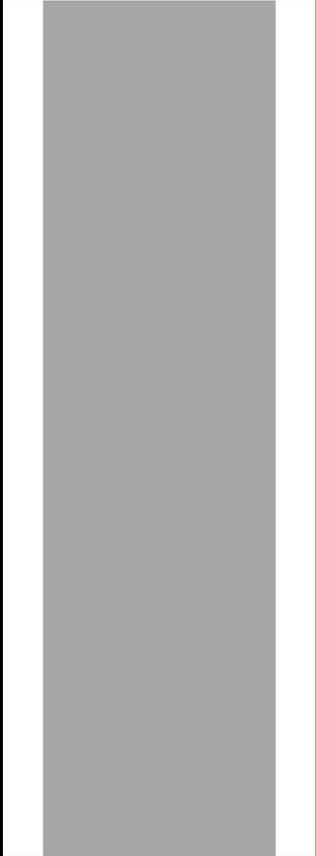
- Pas les bonnes incidences
- Anatomie difficile

Os - CAS ??? - doigts coincés dans une porte





# On ne voit rien...



- Pas les bonnes incidences
- Anatomie difficile
- Fracture trabéculaire / contusion osseuse



profil



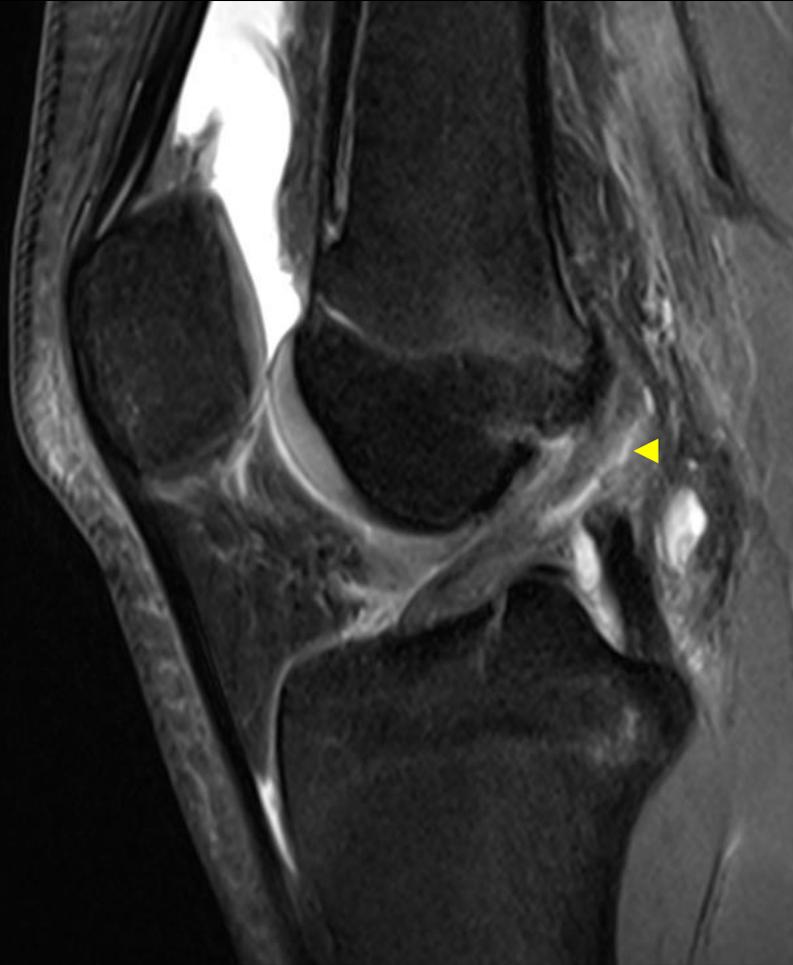
face



oblique externe



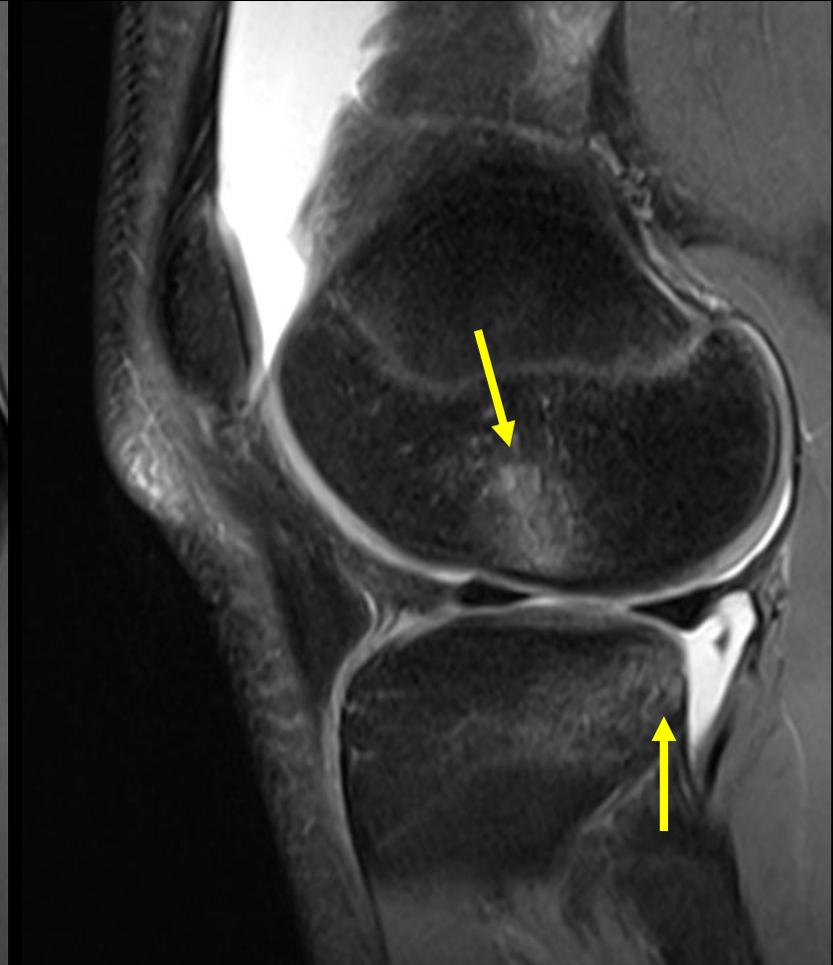
oblique interne



sagit DPFS

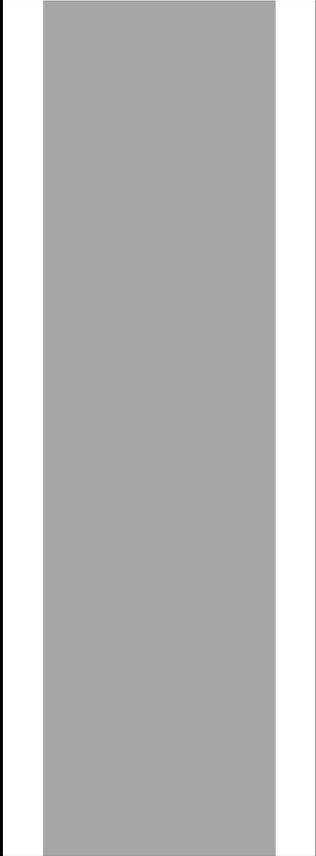


sagit DPFS



sagit DPFS

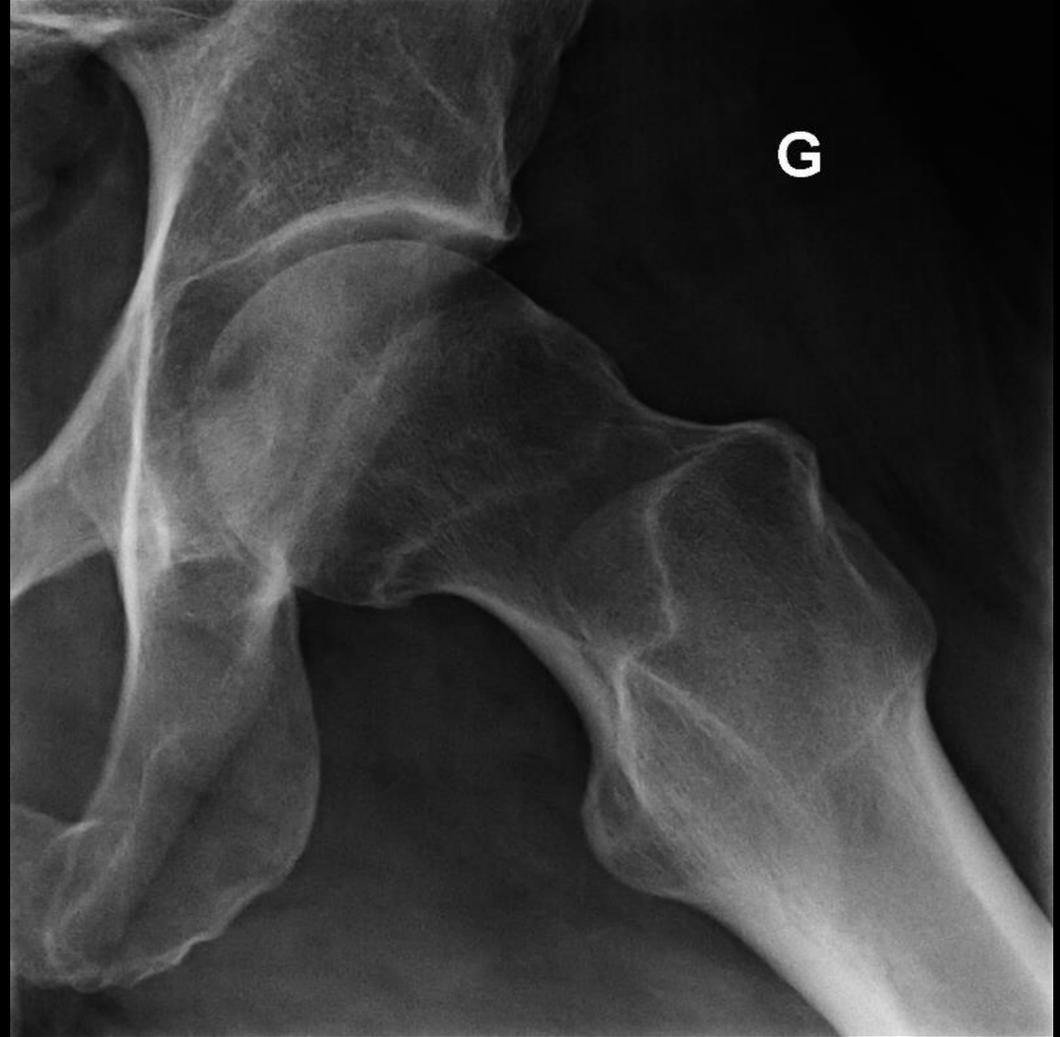
# On ne voit rien...

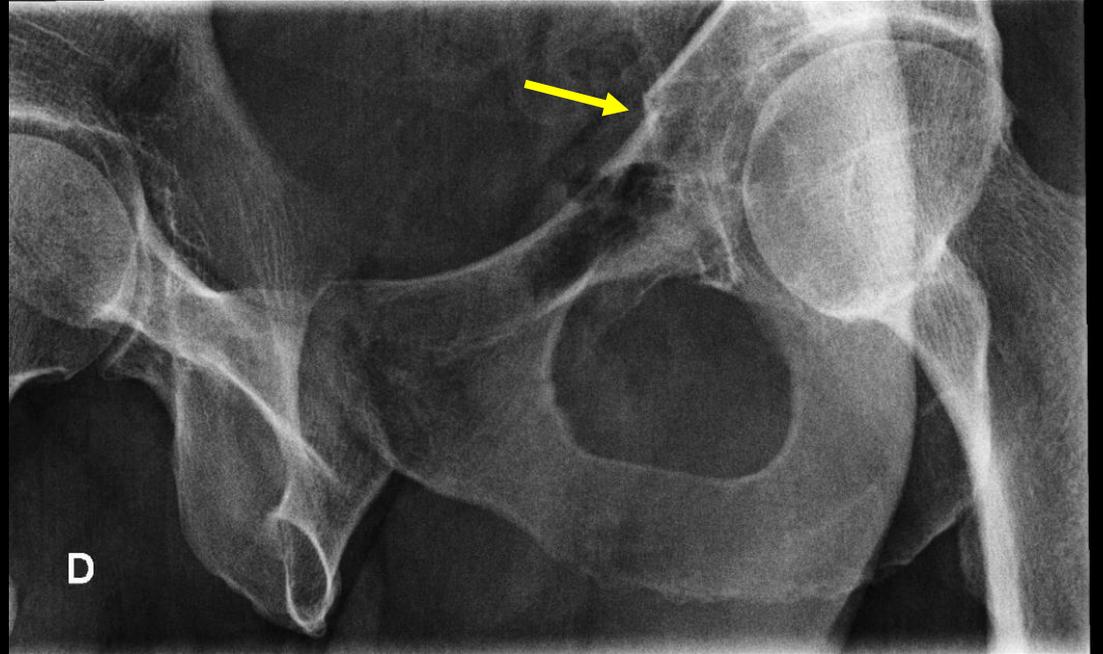


- Pas les bonnes incidences
- Anatomie difficile
- Fracture trabéculaire / contusion osseuse
- Le doute persiste...

# Que faire en cas de doute?

- Aller voir le patient +++
- Incidences complémentaires





# Incidences complémentaires



FACE



PROFIL



# Que faire en cas de doute?

- Aller voir le patient +++
- Incidences complémentaires
- Comparatifs droit/gauche (os accessoire?)
- Suivi (« traiter comme tel et revoir à J10 »)

# Suivi radio



+ 5 semaines



# Que faire en cas de doute?

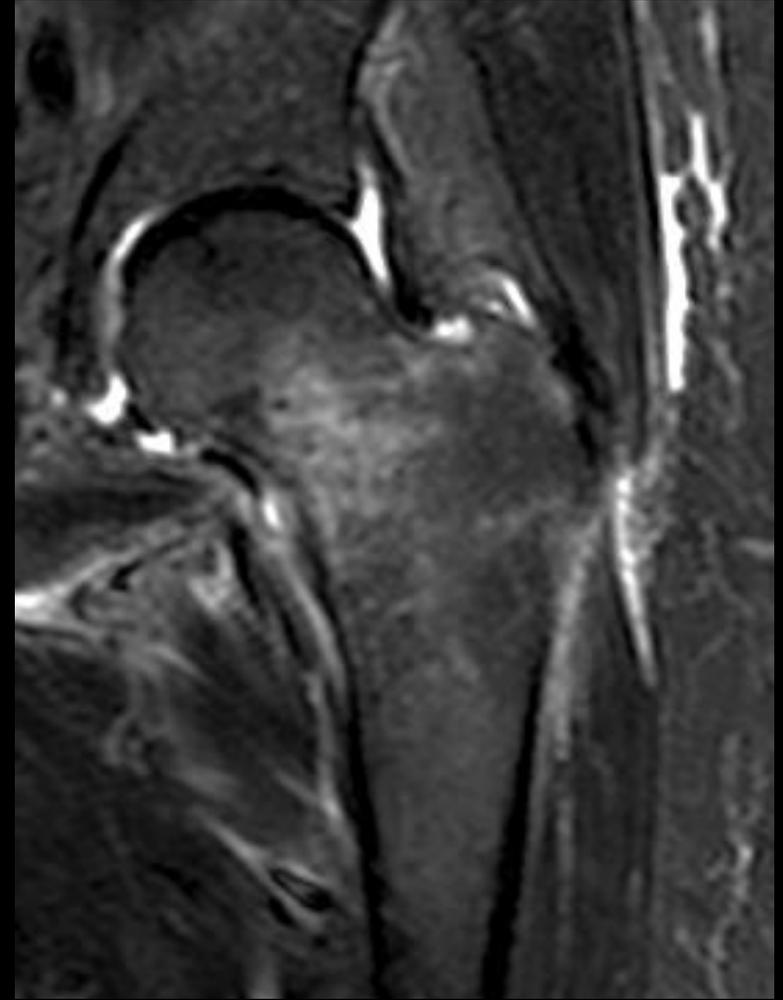
- Aller voir le patient +++
- Incidences complémentaires
- Comparatifs droit/gauche (os accessoire?)
- Suivi (« traiter comme tel et revoir à J10 »)
- Autre imagerie CT/IRM/US



RX



CT



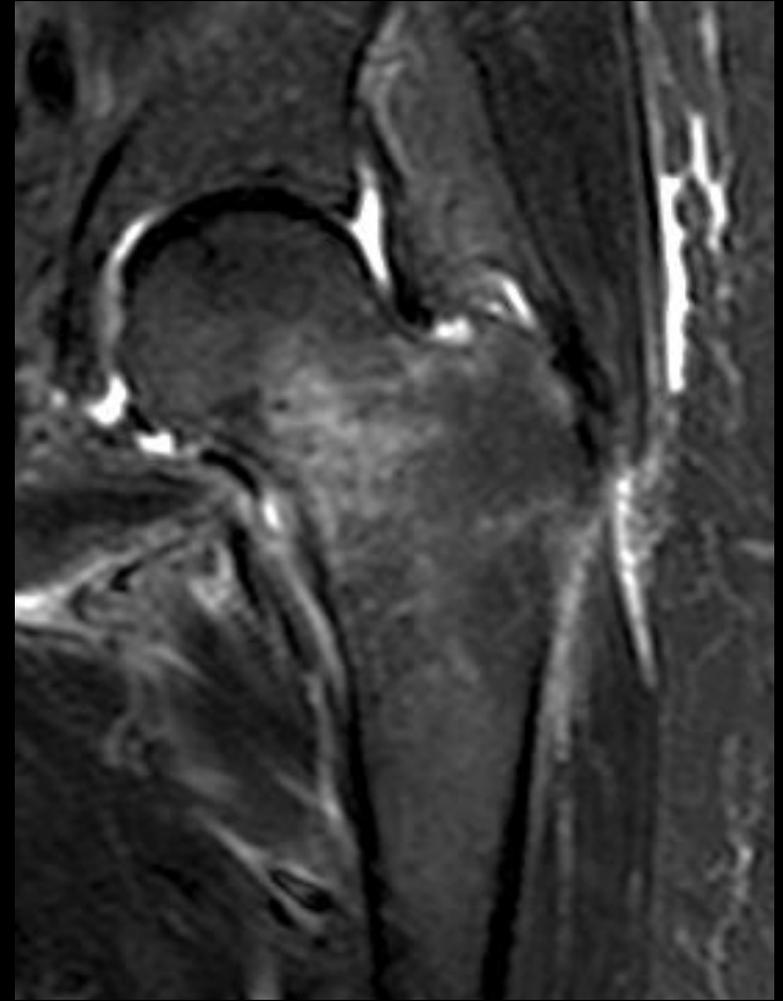
coro STIR



RX



CT



coro STIR

# Performance des différentes techniques

|                 | RX  | CT  | IRM | US |
|-----------------|-----|-----|-----|----|
| Os cortical     | ++  | +++ | -   | ++ |
| Os trabéculaire | +   | ++  | +   | -  |
| Médullaire      | +/- | +   | +++ | -  |
| Parties molles  | +   | ++  | +++ | ++ |

# Performance des différentes techniques

|                 | RX  | CT  | IRM | US |
|-----------------|-----|-----|-----|----|
| Os cortical     | ++  | +++ | -   | ++ |
| Os trabéculaire | +   | ++  | +   | -  |
| Médullaire      | +/- | +   | +++ | -  |
| Parties molles  | +   | ++  | +++ | ++ |

**Accessibilité**

**+++**

**++**

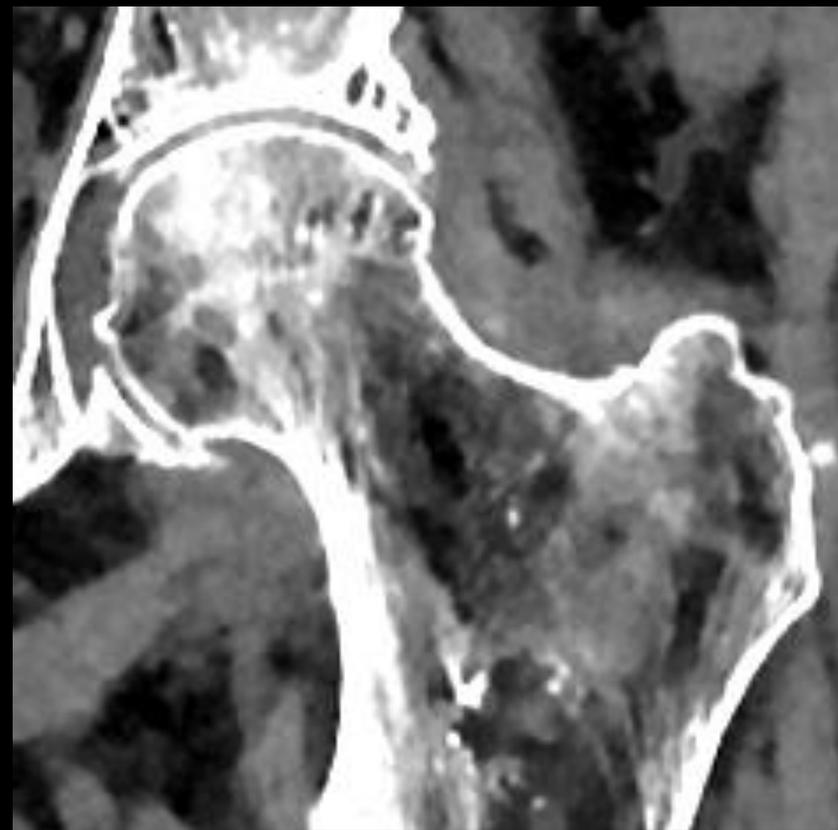
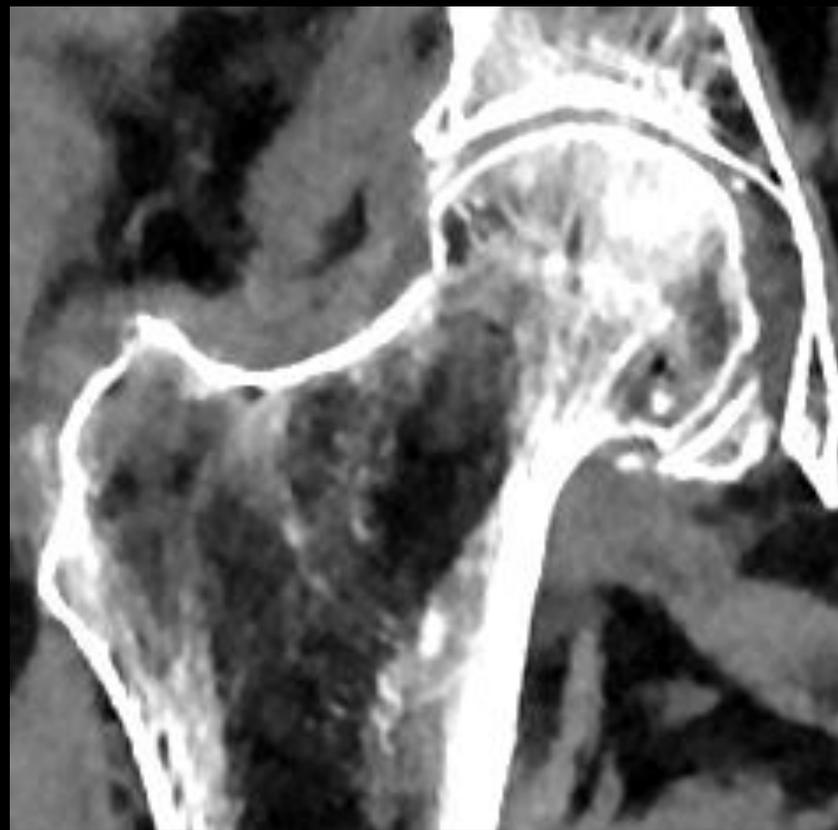
**+**

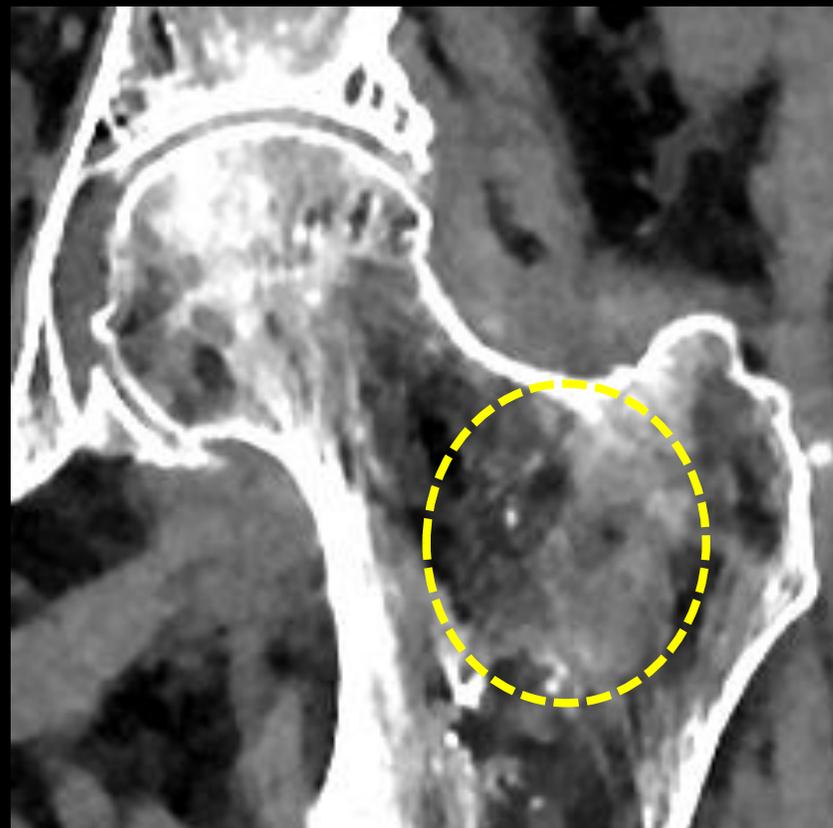
**+++**

# Value of CT to detect radiographically occult injuries of the proximal femur in elderly patients after low-energy trauma: determination of non-inferiority margins of CT in comparison with MRI

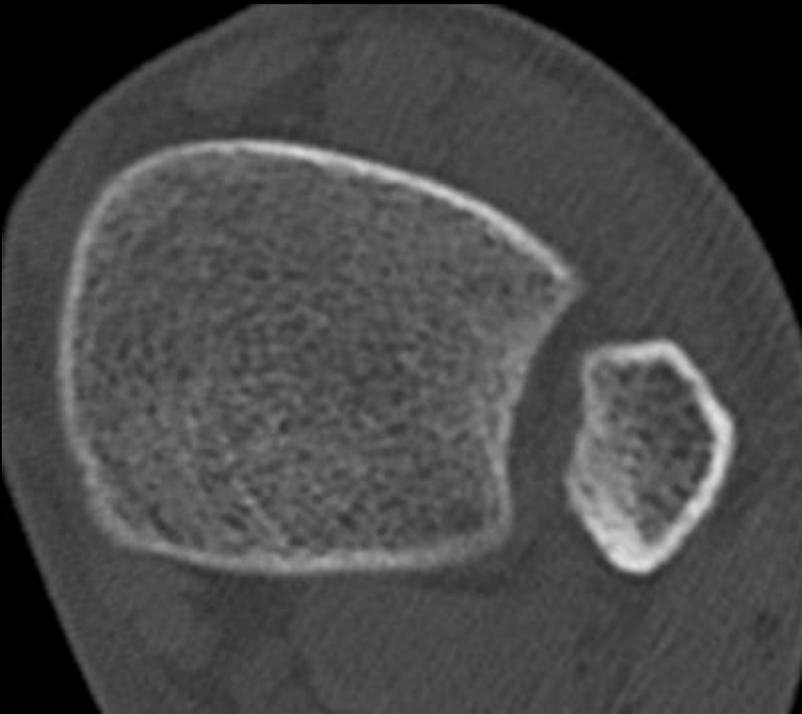
Solenne J. Lanotte<sup>1</sup> · Ahmed Larbi<sup>2</sup> · Nicolas Michoux<sup>1</sup> · Marie-Pierre Baron<sup>2</sup> · Aymeric Hamard<sup>2</sup> · Charbel Mourad<sup>1</sup> · Jacques Malghem<sup>1</sup> · Catherine Cyteval<sup>2</sup> · Bruno C. Vande Berg<sup>1</sup>

- 102 patients
- Admis aux urgences pour suspicion de fracture du fémur
- RX négative → CT, IRM et suivi clinique
- 4 lecteurs
  
- **CT = sensibilité de 83-93% par rapport à l'IRM et suivi**





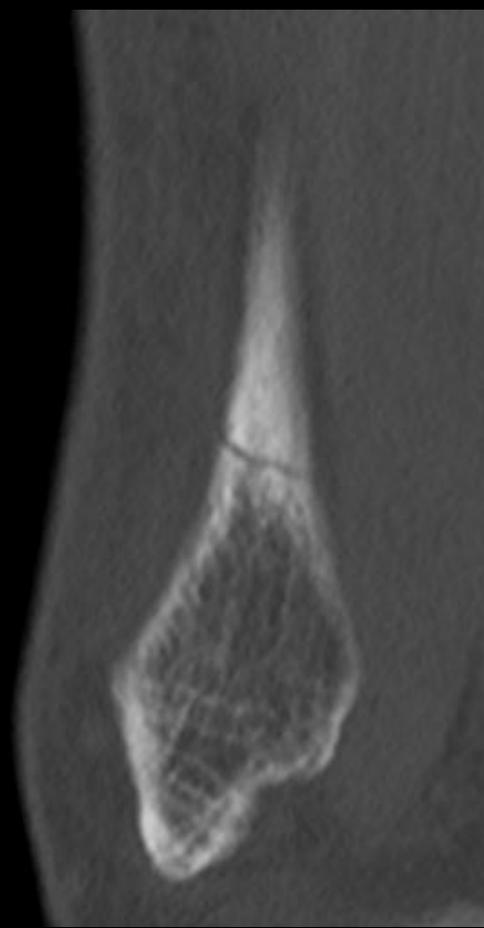
# Exploitez au maximum les possibilité techniques...



axial



MPR coro



MPR sagit



MIP sagit

# Maximum Intensity Projection (MIP)



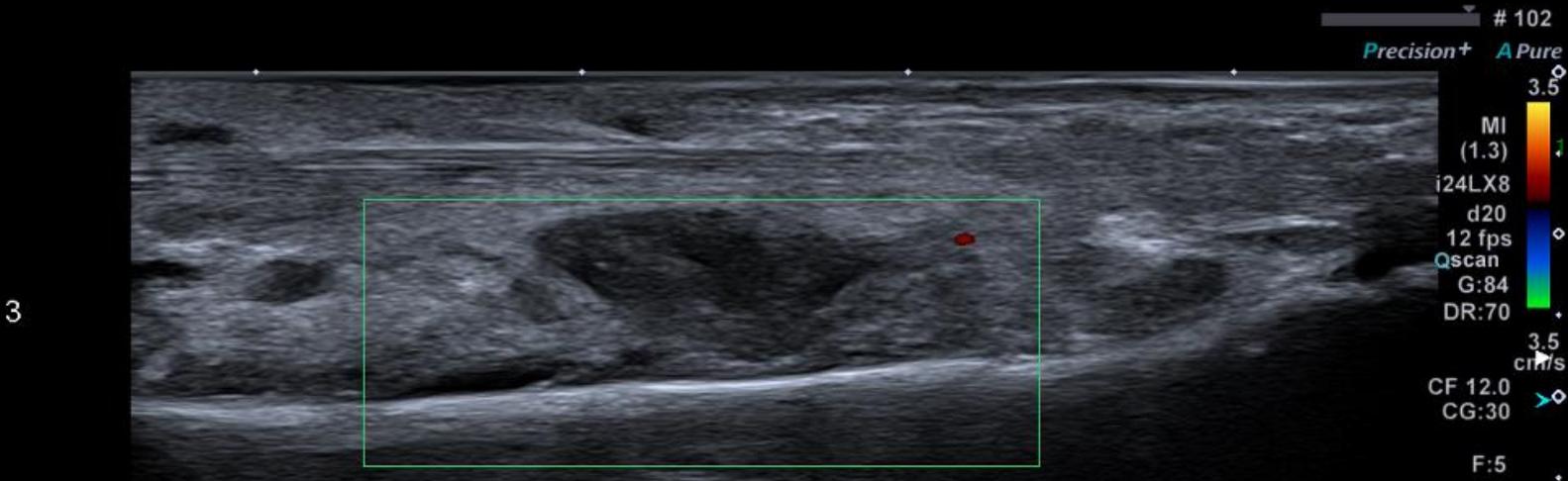
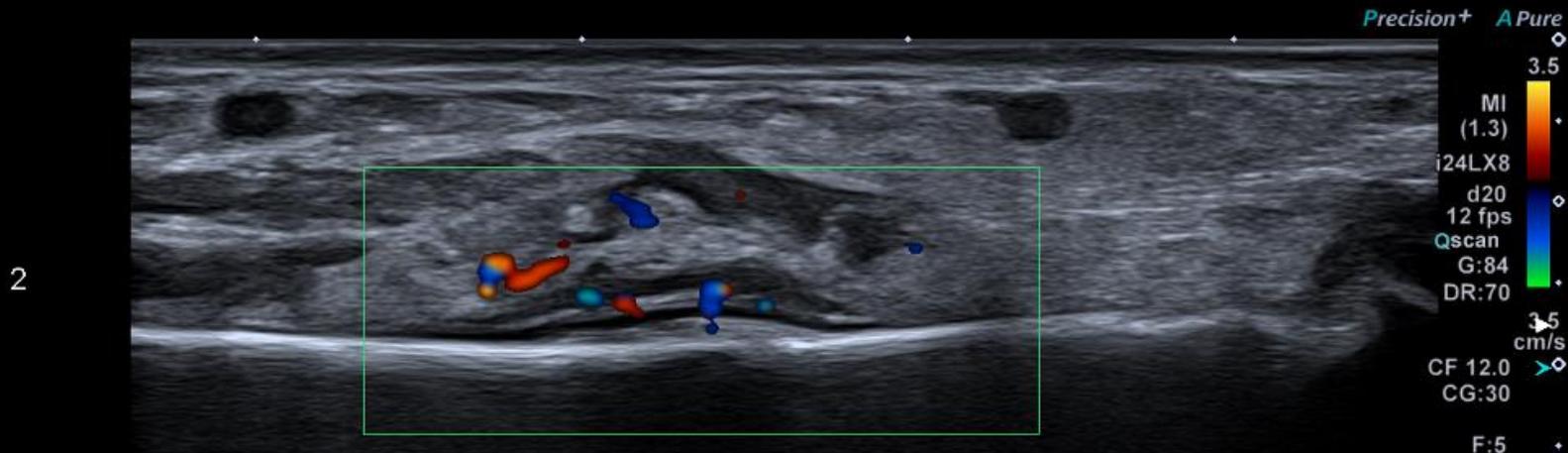
axial



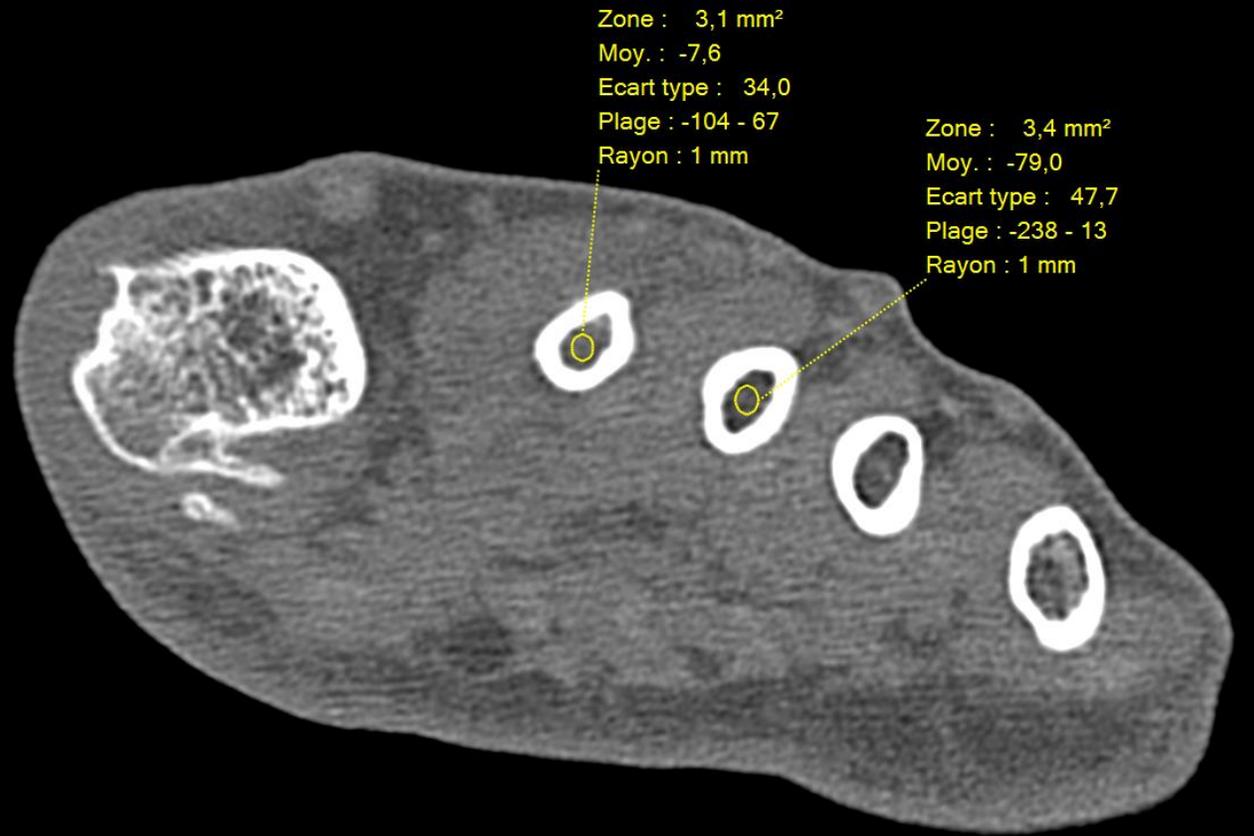
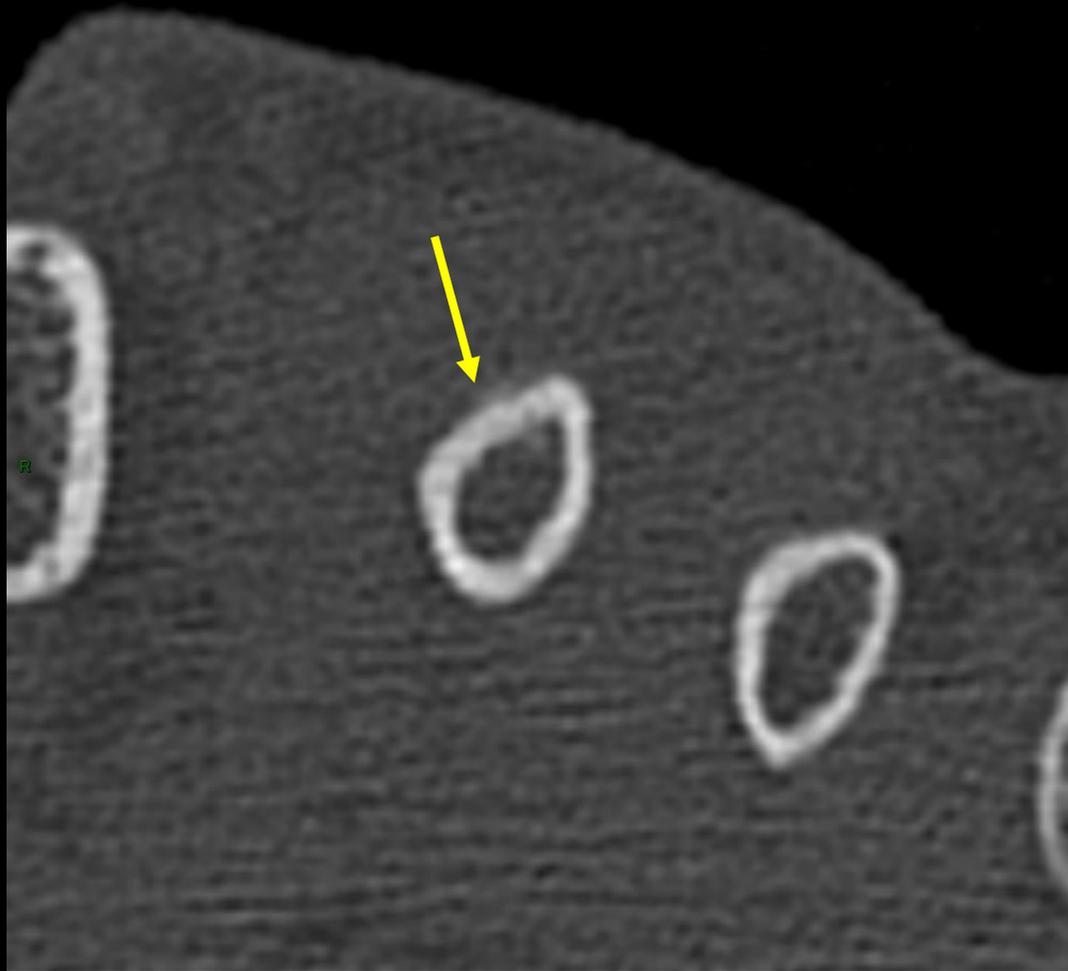
axial MIP



# Echographie



Cal osseux pas avant 3 semaines en RX!



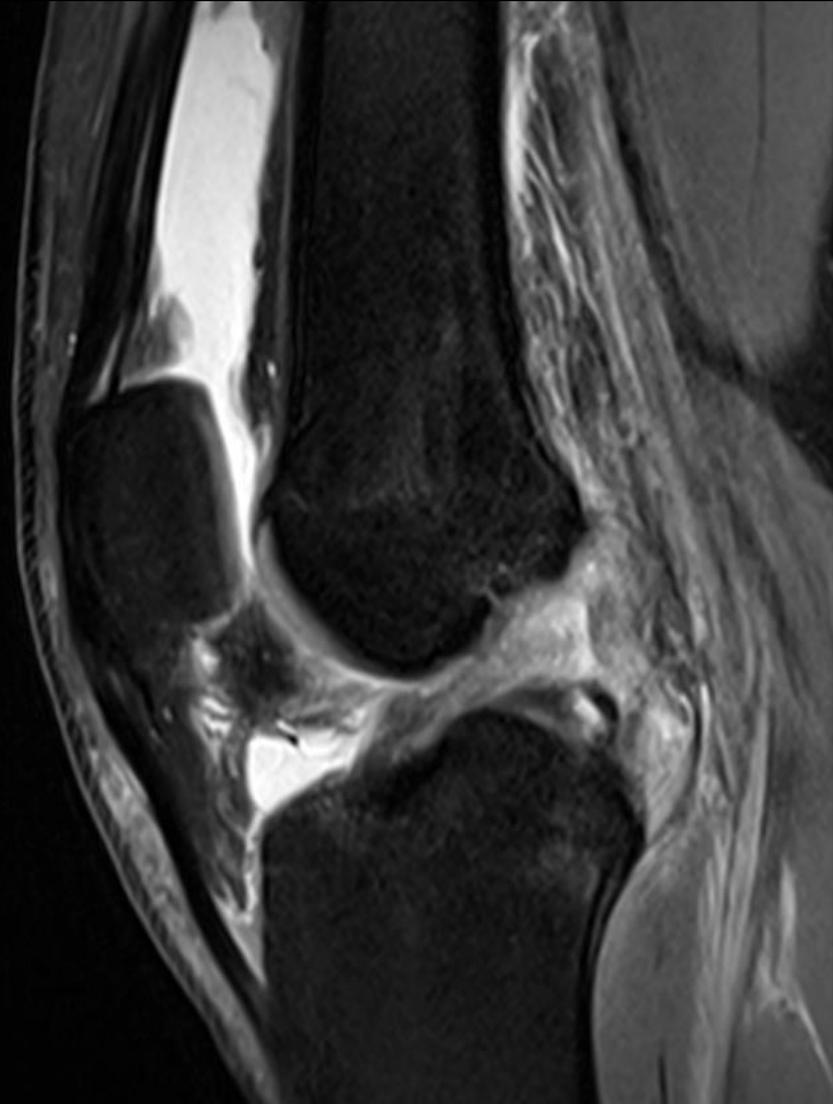
# Suivi radio



# Petite fracture – grande conséquence



Fracture de Segond



Rupture du LCA

# Petite fracture – grande conséquence



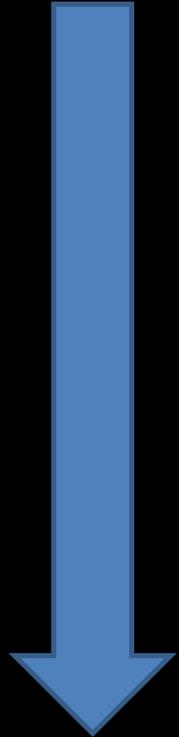
# Petite fracture – grande conséquence



# Quand faire un CT?

- **Forte suspicion clinique** mais **radiographies négatives**
- Radiographies positives mais **anatomie complexe**: bilan pré-thérapeutique (épaule, bassin, cheville, pied)
- **Structures fonctionnellement importantes**
- Bilan pré-thérapeutique - préciser:
  - Nombre de fragments?
  - Trait articulaire / Fragment intra-articulaire?
  - Déplacement?

# Lecture systématique



Tissus mous → signes d'alerte?

Os → fracture? fracture compliquée?

Interlignes → atteinte articulaire? luxation?



# Omarthrose?

D



# Luxation postérieure...

D





Toujours 2 incidences orthogonales!!!



## FRACTURE DE MAISONNEUVE

Fracture malléolaire médiale ou  
rupture du ligament collatéral médial

Lésion de la syndesmose tibio-  
fibulaire distale

Fracture diaphysaire fibulaire haute



> 5 mm (1 cm au dessus de la surface articulaire tibiale)



# Missed Fractures Resulting from Satisfaction of Search Effect

- 1<sup>ère</sup> lecture = 65 radiographies avec ou sans fracture couplées à des radiographies sans fracture
- 4 mois plus tard, 2<sup>ème</sup> lecture des mêmes 65 radiographies couplées à des radiographies avec fracture (distracteur)

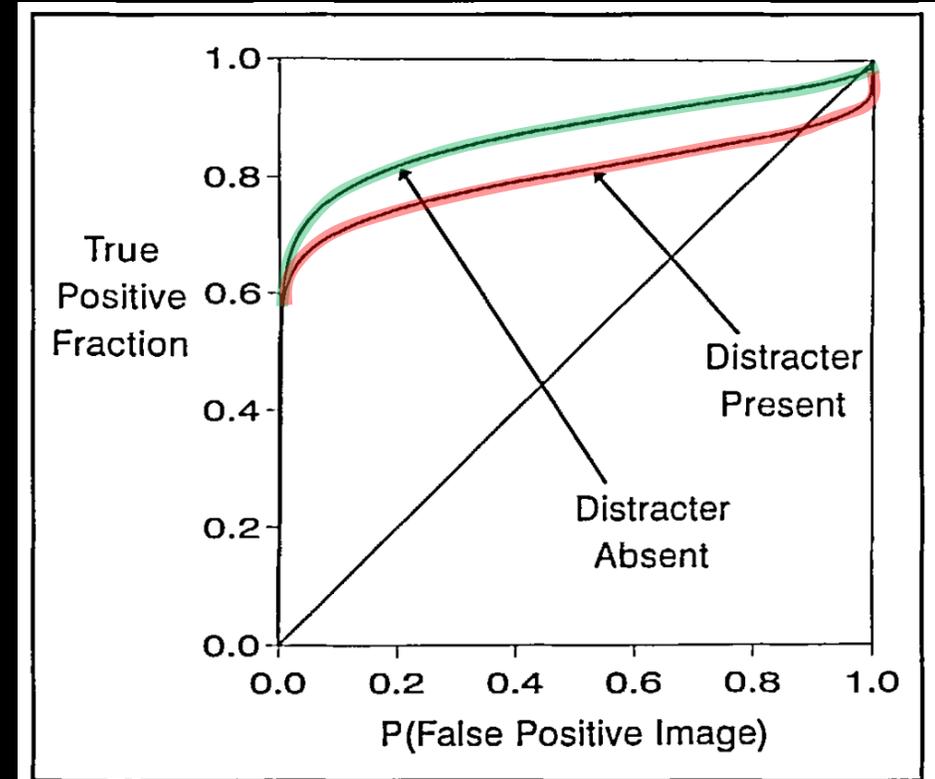
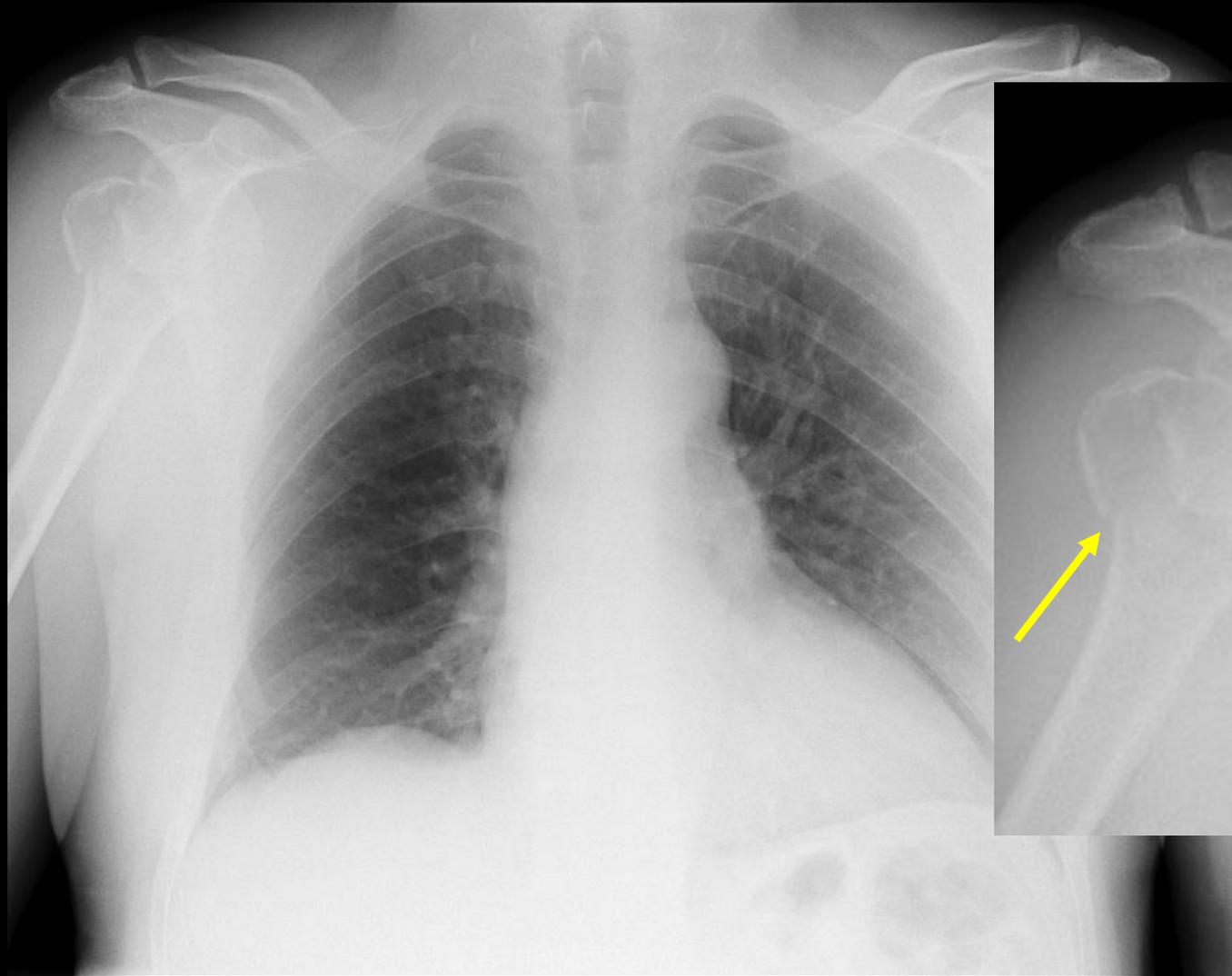


Figure 3. AFROC curves for target fractures when the distracter is present and reported and for the same subset of trials when the distracter fracture is absent. Each nondistracter image contributes one false-positive response.

*Berbaum, K.S., El-Khoury, G.Y., Franken, E.A. et al. Missed fractures resulting from satisfaction of search effect. Emergency Radiology 1, 242–249 (1994).*

<https://doi.org/10.1007/BF02614025>



Patient inconscient, polytrauma, douleur +++ masquant une autre lésion

Chute en trottinette électrique



)

Chute en trottinette électrique



Luxation péri-lunaire du carpe

# **ATTENTION AUX PIÈGES**

Ces « fractures » qui n'en sont pas...

# Os accessoires



Os peroneum



Os trigone



Os subfibulaire



Os subtibial

# Noyau d'ossification non fusionné

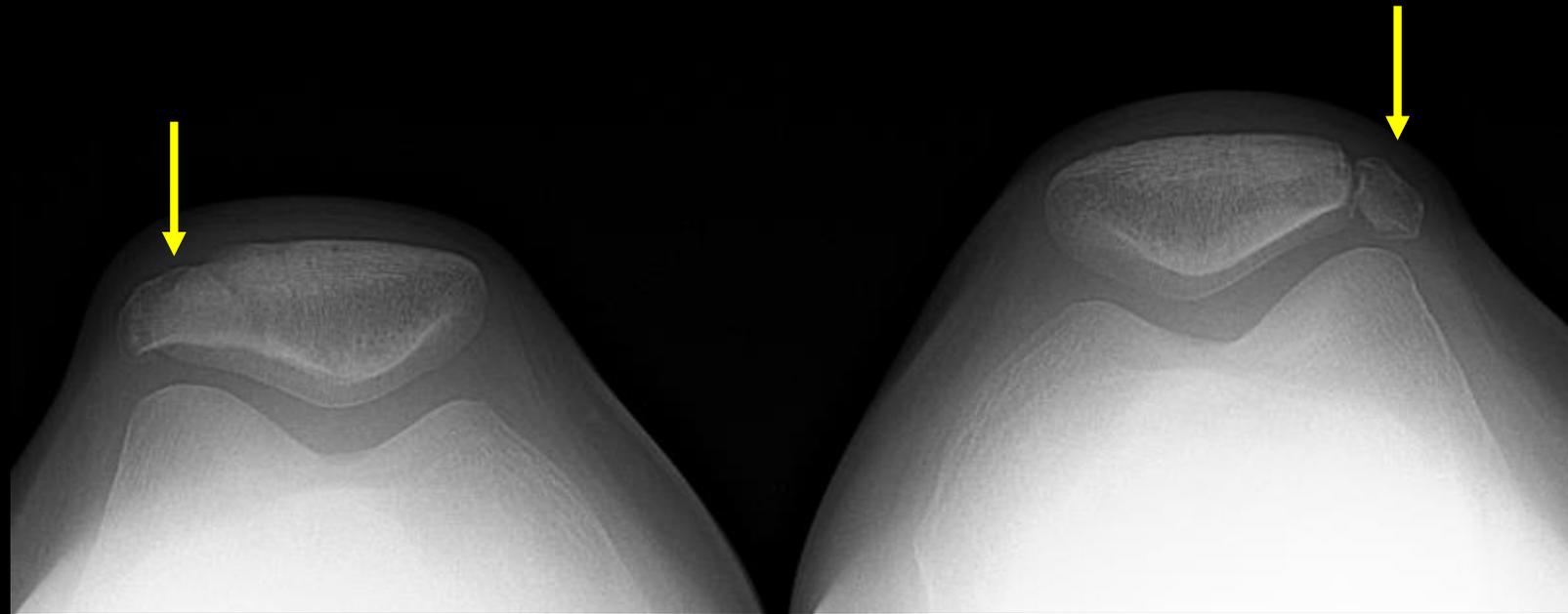


fracture

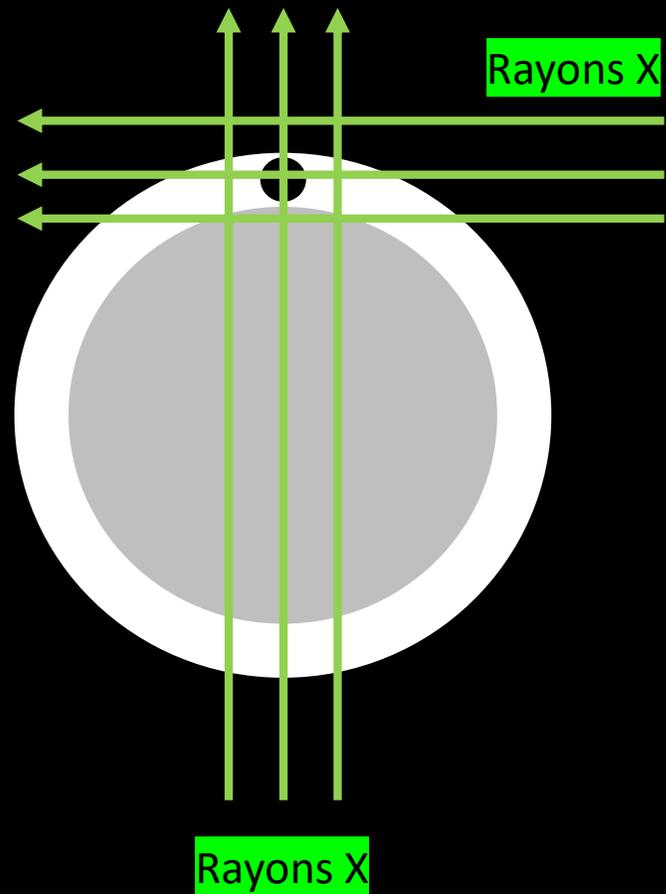


noyau d'ossification

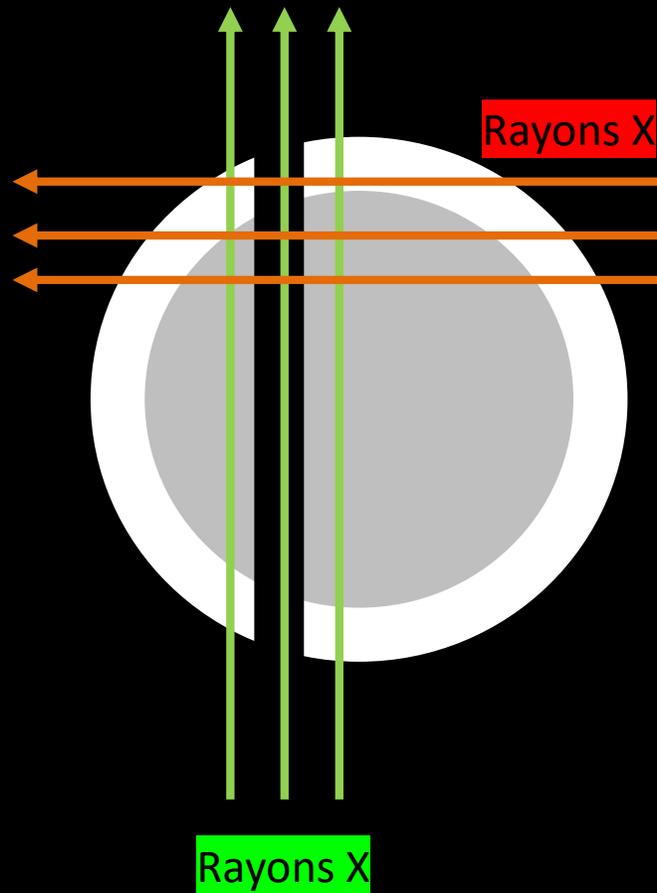
# Noyau d'ossification non fusionné



# Canal vasculaire

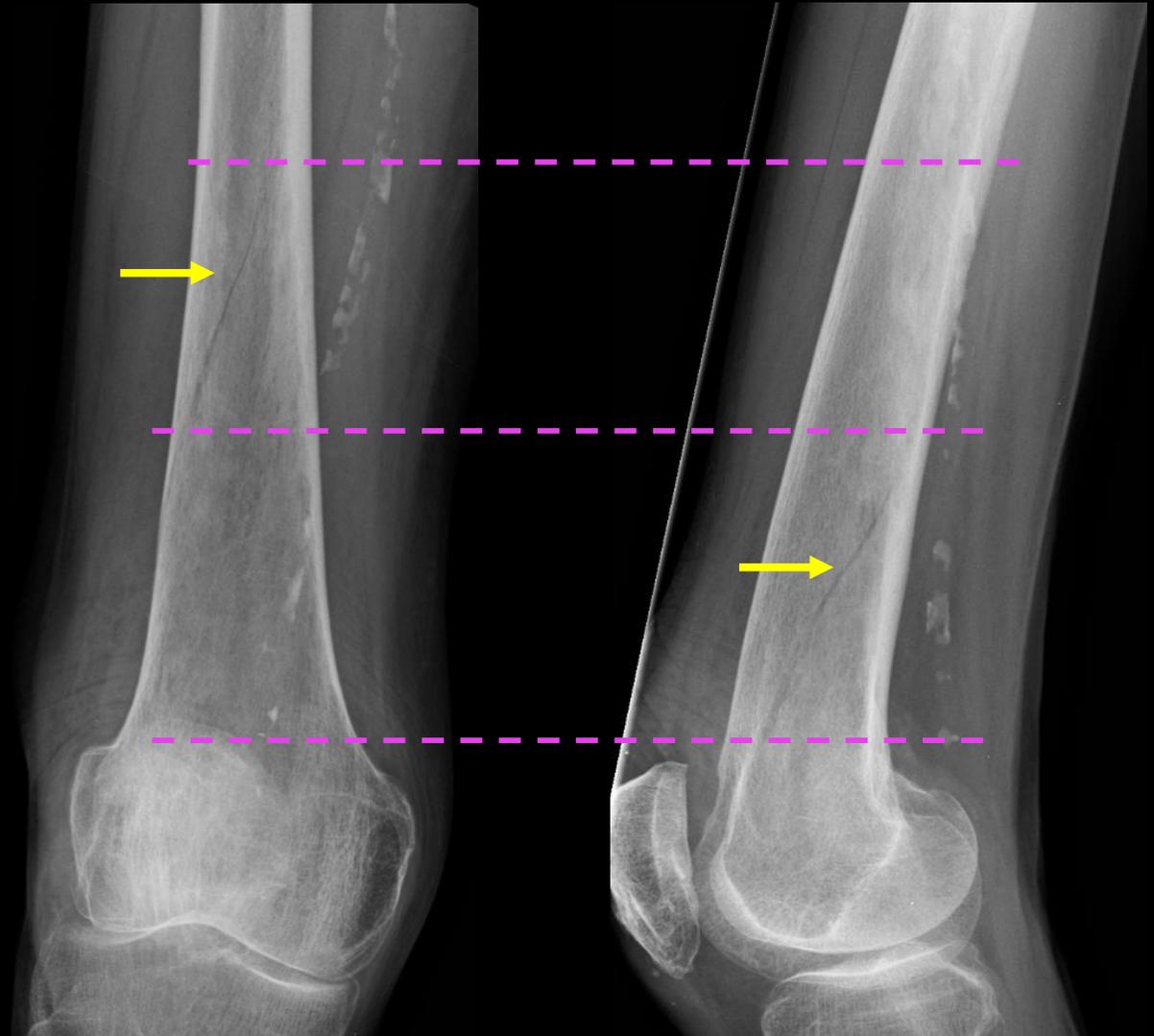


# Fracture ≠ Canal vasculaire



Rayons X

fracture



**ATTENTION À LA CAUSE DE LA FRACTURE**  
Ces fractures qui « cachent » quelque chose...

# Fracture pathologique

Fracture survenant sur un os fragilisé localement

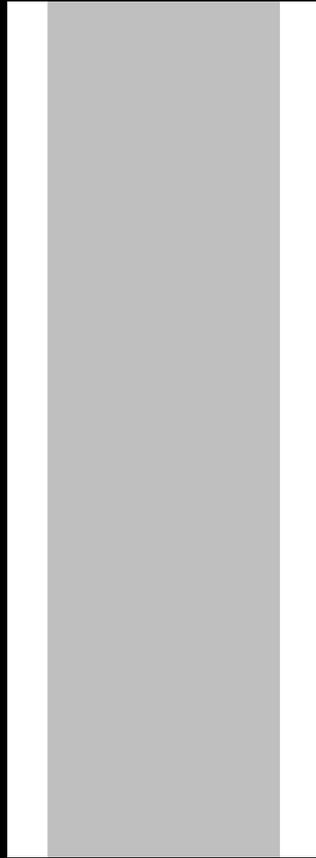
- Tumeur bénigne (kyste osseux, TCG...)
- Tumeur maligne (métastases, sarcome...)
- Infection, radiothérapie...



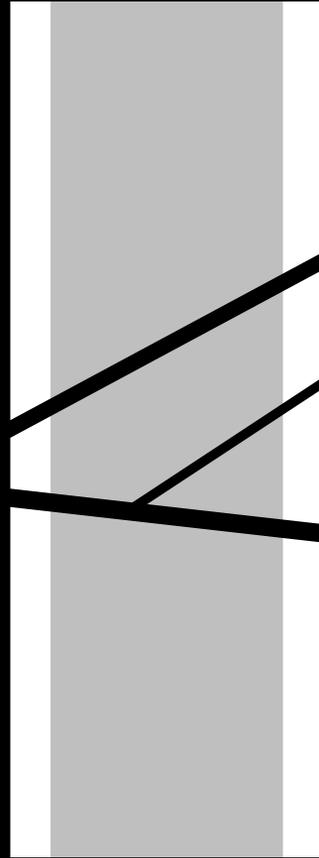
Fracture pathologique tumorale

# Fracture pathologique: y penser quand...

- Antécédent (cancer, radiothérapie...)
- Absence de traumatisme ou traumatisme mineur
- Douleur ou tuméfaction avant la survenue de la fracture



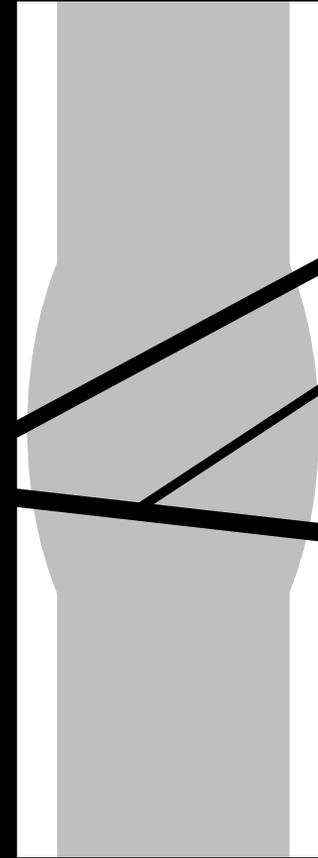
Os normal



Fracture  
commune



Fracture  
pathologique



Fracture  
pathologique



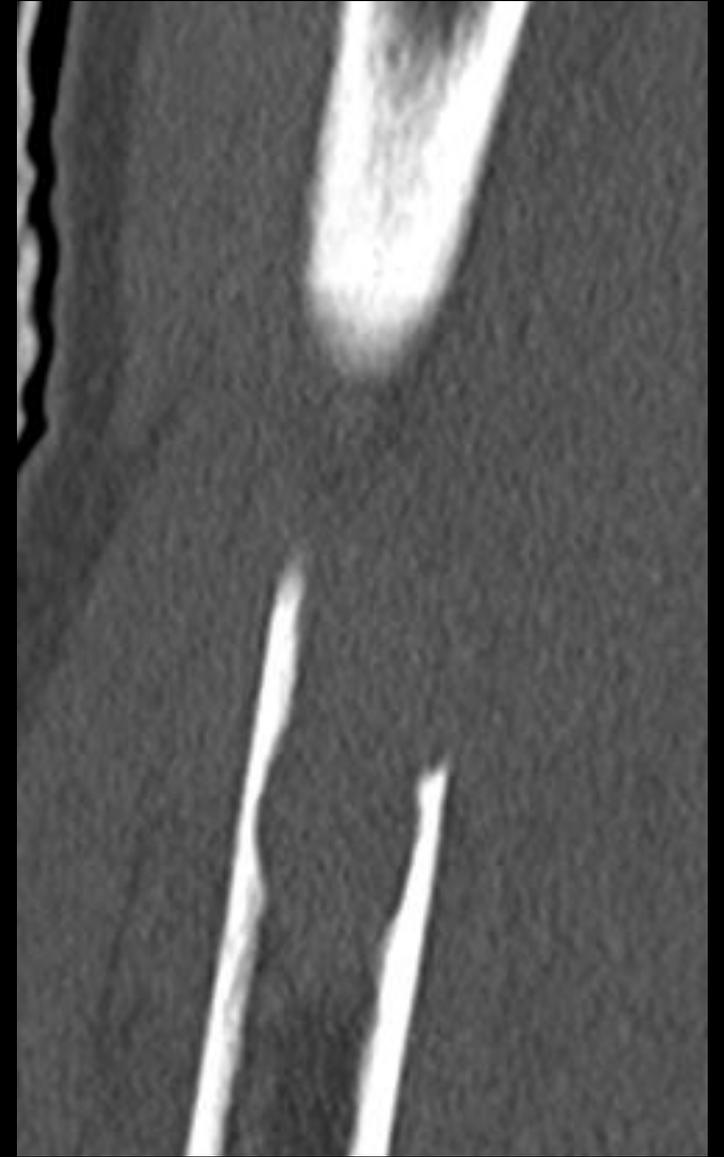
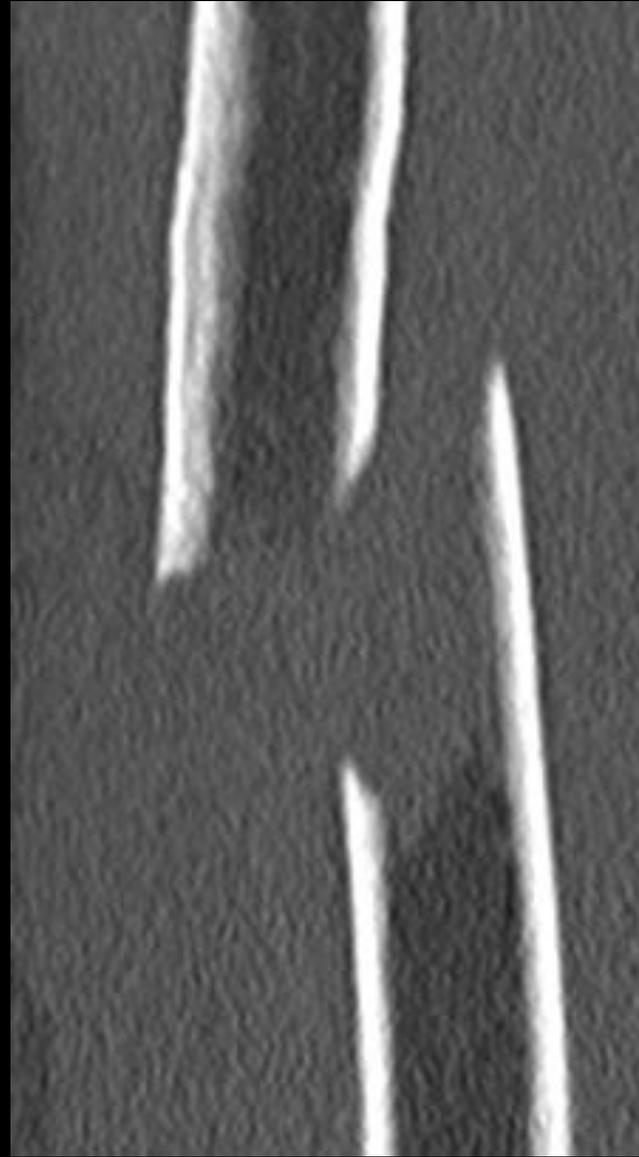
Bords nets → fracture commune



Bords irréguliers (ostéolyse)  
→ fracture pathologique



Bords irréguliers (ostéolyse)  
→ fracture pathologique





# APPELER LE PRESCRIPTEUR OU L'ORTHOPEDISTE !!!

Concertation multidisciplinaire :

- imagerie complémentaire par CT ou IRM
- bilan d'extension pré-opératoire
- biopsie pré-opératoire
- planification du geste chirurgical (abord chirurgical, biopsie peropératoire, choix du matériel orthopédique...)

# TAKE HOME MESSAGE

- « Cassé » / « pas cassé » = finalement pas si facile
- Bilan radiographique de qualité = 2 incidences orthogonales, incidences complémentaires au besoin
- Discordance radio-clinique, anatomie complexe : CT ou IRM
- Fracture pathologique: radiologue = lanceur d'alerte

# TRAUMA APPENDICULAIRE

## RX/CT

Thomas Kirchgesner, Souad Acid, Vasiliki Perlepe,  
Frédéric Lecouvet, Jacques Malghem, Bruno Vande Berg

Unité d'imagerie ostéo-articulaire  
Cliniques universitaires Saint-Luc, Bruxelles



Cliniques universitaires  
**SAINT-LUC**  
UCL BRUSSELS