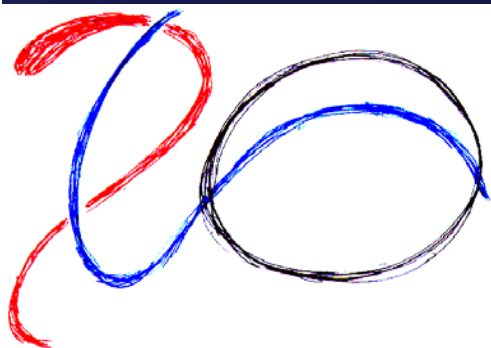


# IMAGERIE PREOPERATOIRE DES MYOSITES OSSIFIANTES DU COUDE PAR TOMODENSITOMETRIE SPIRALEE

F. ROFFI (1), S. MOKHTARI (1), E. KOCHÉIDA (1),  
C. LEBRETON (1), D. SAFA (1), P. DENORMANDIE  
(2), C. VALLEE (1), R. CARLIER (1)



- (1) Service d'imagerie médicale
- (2) Service de chirurgie orthopédique et traumatologique  
AP-HP GHU Ouest Hôpital Raymond Poincaré Garches



IMAGERIE MÉDICALE  
HÔPITAL UNIVERSITAIRE  
RAYMOND POINCARÉ

# INTRODUCTION

- La myosite ossifiante neurogène (MON) a été décrite initialement par Déjerine (1918)
- Elle consiste en une (des) ossification(s) hétérotopique(s) péri articulaire(s) rencontrée(s) chez des patients victimes de lésions neurologiques sévères

# INTRODUCTION

- La MON a été dénommée :
  - ostéome
  - para-ostéoarthropathie
  - ossification hétérotopique
  - ossification para articulaire
  - hyperostose
  - myosite ossifiante post traumatique
- Le terme aujourd'hui utilisé pour caractériser cette entité est celui de myosite ossifiante neurogène (MON)

# INTRODUCTION

- Il ne faut pas confondre la MON avec les autres myosites ossifiantes :
  - Myosite ossifiante post chirurgicale dite traumatique (MOT)
  - Myosite ossifiante circonscrite (MOC)
  - Myosite ossifiante progressive (MOP)
  - Myosite ou ossification péri articulaire des brûlés

# INTRODUCTION

- La MON survient fréquemment chez des patients victimes de traumatismes médullaires ou cérébraux sévères
- Elle se développe au cours des premières semaines ou mois qui suivent le traumatisme
- La MON est responsable :
  - d'une limitation de l'amplitude articulaire (ankylose dans sa forme la plus sévère)
  - de compression ou d'engainement vasculo-nerveux

# INTRODUCTION

- Chez le traumatisé crânien sévère avec score de Glasgow initial faible ( $< 7$ ) et coma prolongé, la MON du coude est fréquente et représente le deuxième site lésionnel après la hanche
- Une résection chirurgicale est indiquée devant :
  - un défaut de mobilité cliniquement non acceptable
  - et/ou devant des signes cliniques et/ou électriques de compression nerveuse ulnaire ou radiale

# MATERIELS ET METHODES

- Entre 2002 et 2007, 23 MON de coudes chez 20 traumatisés crâniens ont bénéficié d'une résection chirurgicale
- Il s'agissait d'une population essentiellement masculine (83 %), jeune (âge moyen=30 ans) avec des traumatismes crâniens sévères (score de Glasgow initial toujours inférieur à 7, durée moyenne du coma 30 jours)
- 3 coudes étaient totalement ankylosés (ostéome engainant)

# MATERIELS ET METHODES

- Le délai moyen de prise en charge chirurgicale était de 56 jours après le bilan TDM
- Le bilan pré-opératoire comportait :
  - une évaluation clinique
  - une étude radiologique standard
  - une étude tomodensitométrique spiralée (TDM)
  - un électromyogramme (EMG)



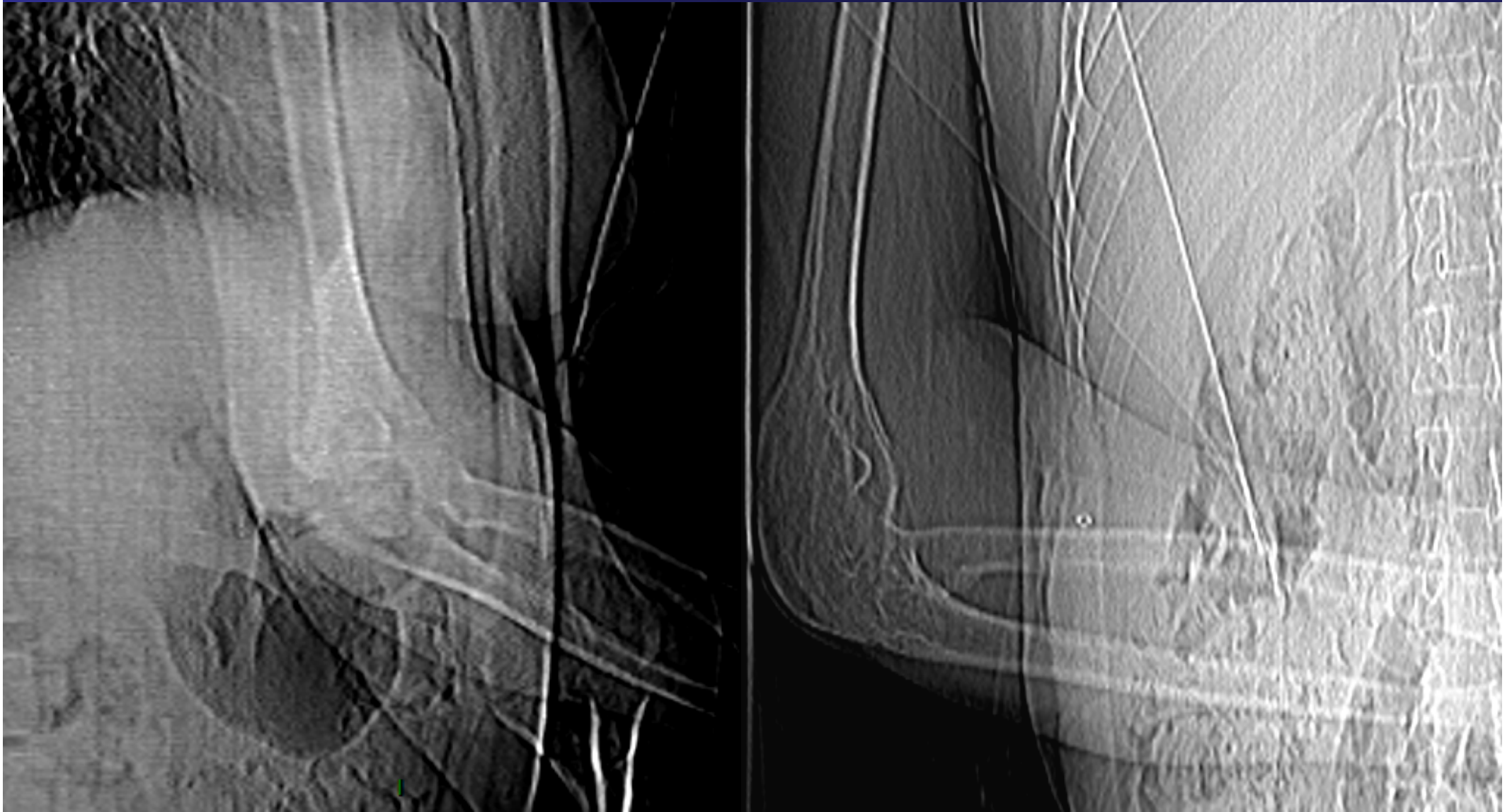
# MATERIELS ET METHODES : TDM

- L'étude TDM préopératoire a été effectuée pour les 21 coudes sur un scanner CT MX Philips 16 barrettes
- Le premier temps de l'examen consistait en un positionnement soigneux du patient aux capacités fonctionnelles limitées

# MATERIELS ET METHODES : TDM

- Buts du positionnement du patient :
  - placer le patient le plus possible au centre de l'anneau de façon à acquérir les images avec un champ de vue limité (24cm) pour une résolution spatiale optimale
  - s'amender des mouvements respiratoires en plaçant le coude à étudier contre la table du scanner sous le poids du corps
- Aucun des patients n'a pu être positionné bras tendu (ankylose, défaut d'extension, déficit neurologique)

Exemples de topogramme de l'exploration de MON du coude.  
Le patient est en décubitus latéral avec le coude à explorer  
contre la table



# MATERIELS ET METHODES : TDM

- Paramètres techniques (1) :
  - acquisition axiale hélicoïdale large sur le coude en incluant la radio-ulnaire proximale
  - coupes de 2 mm tous les 1 mm
  - injection programmée de produit de contraste non systématique
  - injection non réalisée dans les cas où les radiographies standards montraient une ossification postérieure pure sans contact avec les éléments vasculaires antérieurs

# MATERIELS ET METHODES : TDM

- Paramètres techniques (2) :
  - Voie d'abord à la main ou au poignet du côté à examiner
  - Garrot à l'avant bras
  - Opacification en 2 temps avec
    - bolus initial (80 cc à 1,5 ml/seconde pour imprégnation)
    - puis injection automatique au cours de l'acquisition hélicoïdale (40 cc à 3 ml/seconde)
  - Reconstructions multi planaires en double obliquité et VRT par le même opérateur dans tous les cas (console MXVIEW)

# TDM : PARAMETRES TECHNIQUES

Procedure .....	68TOSTCOUD		
Description .....	COUDE GAUCHE	Resolution .....	STANDARD
Series Number .....	2098	Collimation .....	16x0.75 mm
Content Date .....	13 Jan, 2006	Slice Thickness .....	2.00 mm
Content Time .....	10:43:46.23	Slice Increment .....	1.00 mm
Patient Position .....	Head First Supine	Rotation Time .....	0.75 Sec.
Scan Options .....	HELIX	Voltage .....	140 kV
Slice Location .....	87.5 mm	mAs .....	550 mAs
Contrast .....	Yes	Filter .....	C
Contrast Agent .....	CONTRAST	Image Matrix .....	512 x 512
Image Type .....	AXIAL\HELIX		

La pile de coupe pour l'exploration doit être large et inclure la radio ulnaire proximale



# MATERIELS ET METHODES : TDM

- Analyse de l'examen par le même radiologiste :
- Morphologie de la MON :
  - Zones d'insertions osseuses
  - Continuité ou fragmentation
  - Contact avec la capsule articulaire
- Interligne articulaire :
  - Pincement
  - Symphyse
- Déminéralisation éventuelle des structures osseuses orthotopiques (risque fracturaire)
- Retentissement nerveux ou tendineux (gouttière ou tunnel)
- Retentissement vasculaire (déplacement simple, compression, thrombose, occlusion, gouttière ou tunnel)



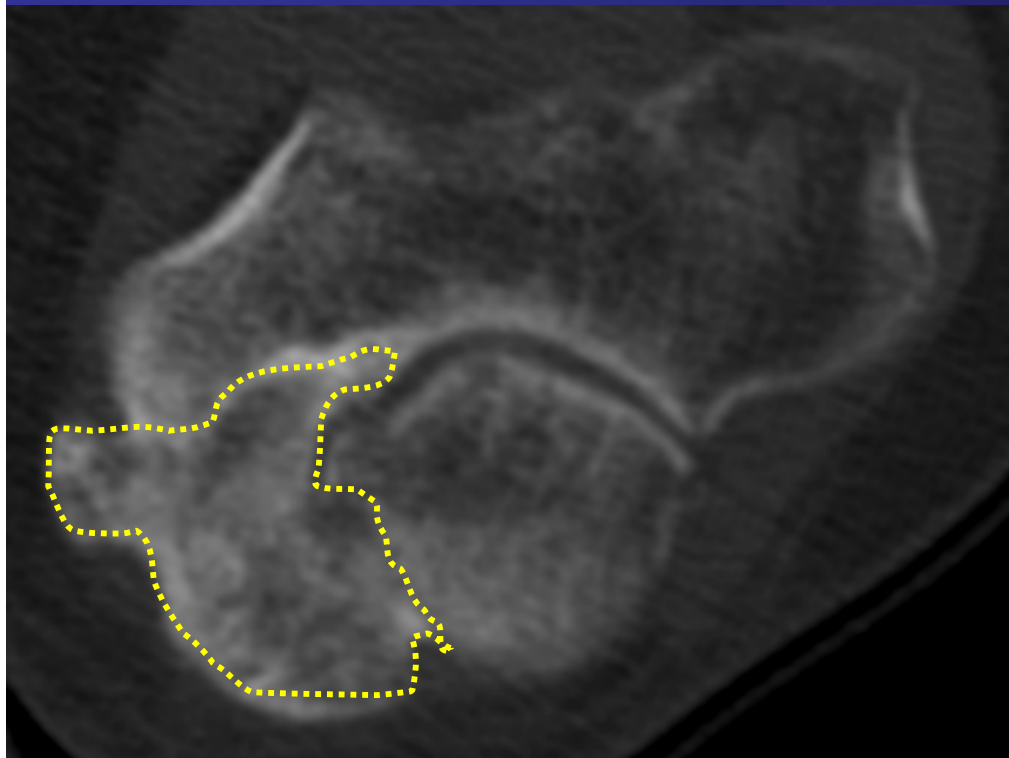
# RESULTATS

- L'exploration TDM a toujours été possible moyennant un temps d'installation assez long (20minutes)
- Les coupes axiales natives ne permettaient pas, dans plus de 60% des cas, de faire une analyse morphologique précise de la MON du fait des déformations le plus souvent en flexion avec prono-supination fixée
- Les reconstructions multi planaires en double obliquité et l'analyse VRT permettaient de retrouver des références anatomiques nécessaires à une interprétation précise dans tous les cas

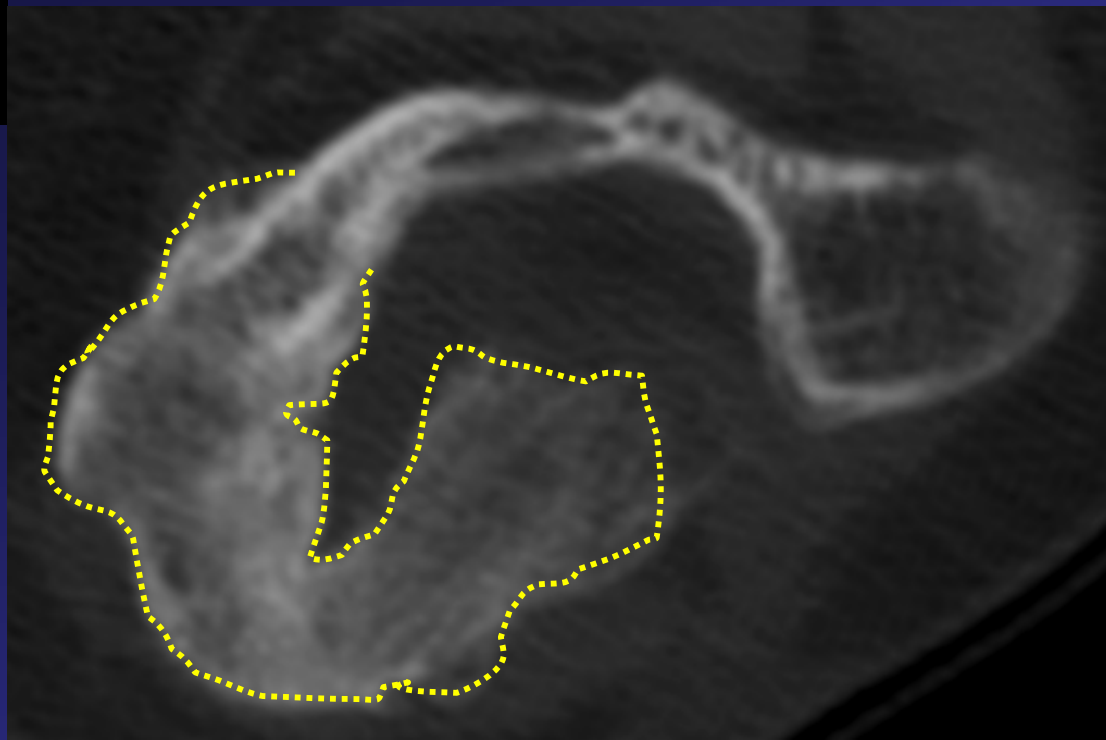
# RESULTATS : CARACTERES DE L'OSSIFICATION

- Localisation :
  - 1) épicondyle médial (n=13, 56 % des cas)
  - 2) postérieure olécraniennne (n=6, 26 % des cas)
  - 3) antérieure (n=1, 4 % des cas)
  
  - Association des localisations antérieures et postérieures dans 3 cas (13 % des cas) : MON dite "engainante"

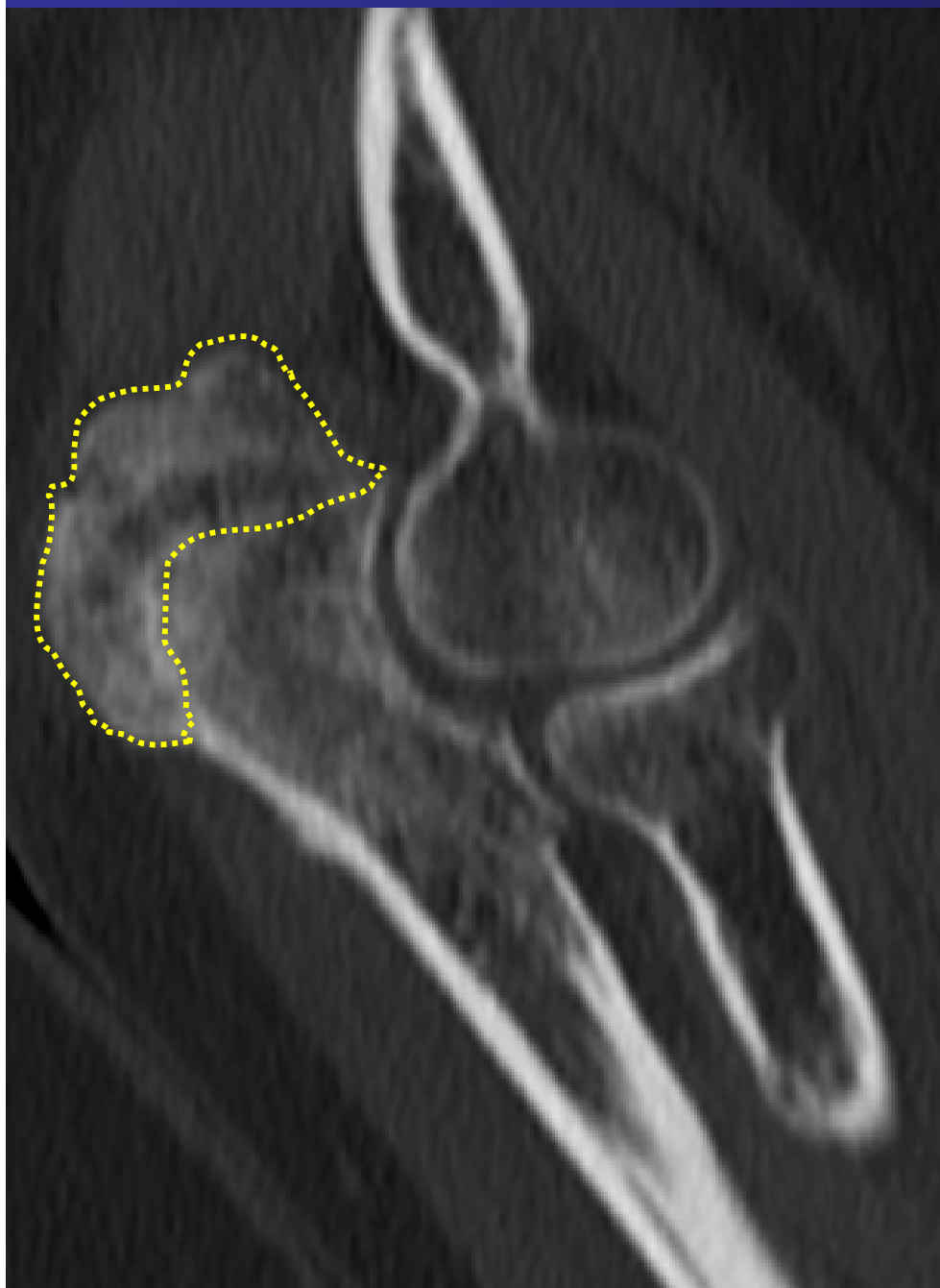
# MON POSTERO-INTERNE



Coupes axiales  
Fenêtres osseuses  
Volumineuse ossification postéro interne  
entre l'épicondyle médial et l'olécrane

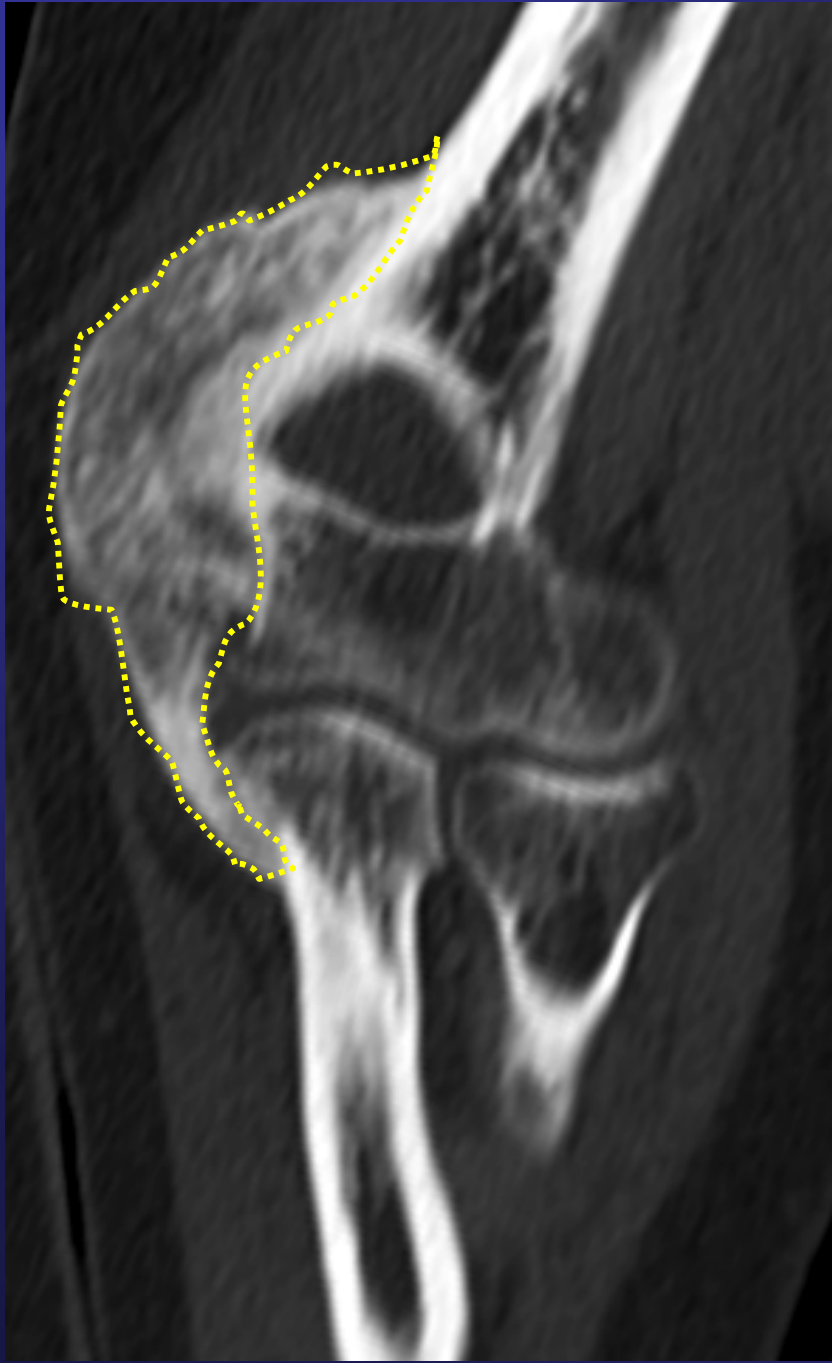


# MON POSTERO-INTERNE



Coupes sagittales  
Fenêtres osseuses

# MON POSTERO-INTERNE



Coupe coronale  
Fenêtres osseuses  
Ossification continue de la colonne interne

RECONSTRUCTION VRT

MODE CINE

MON POSTERO-INTERNE

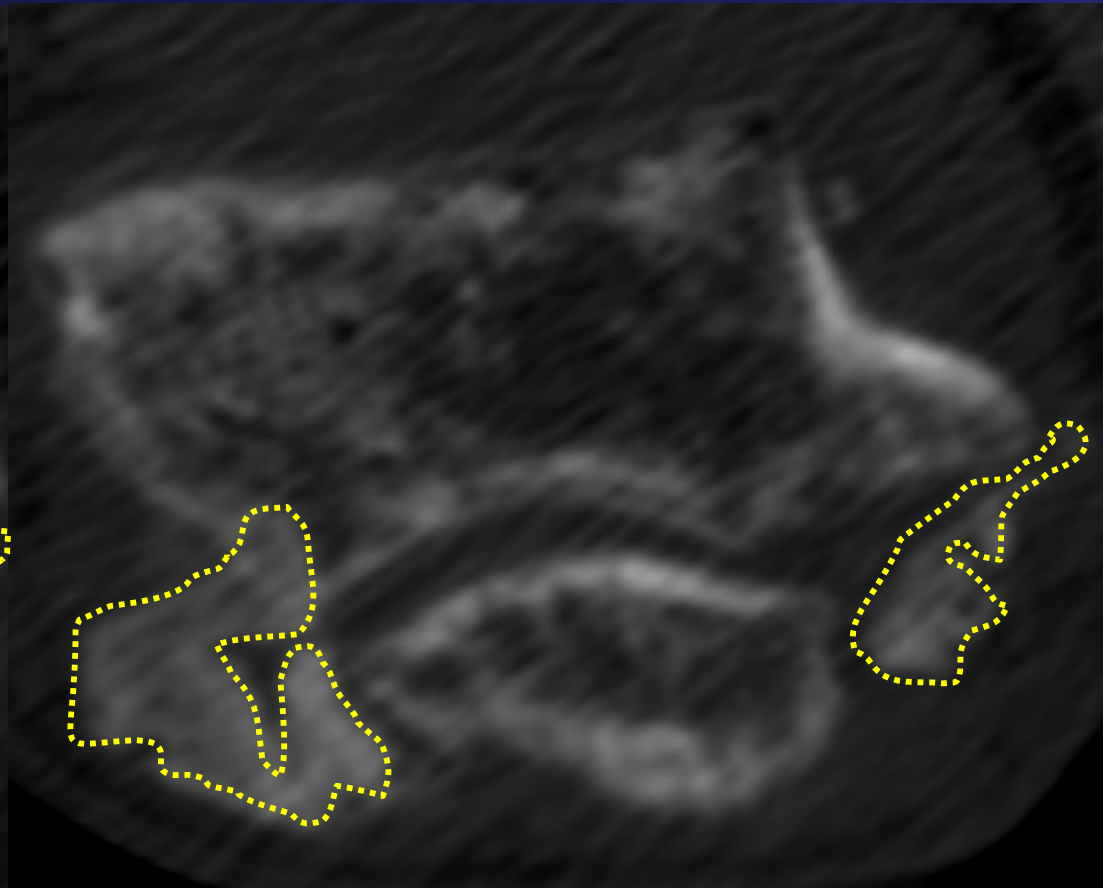
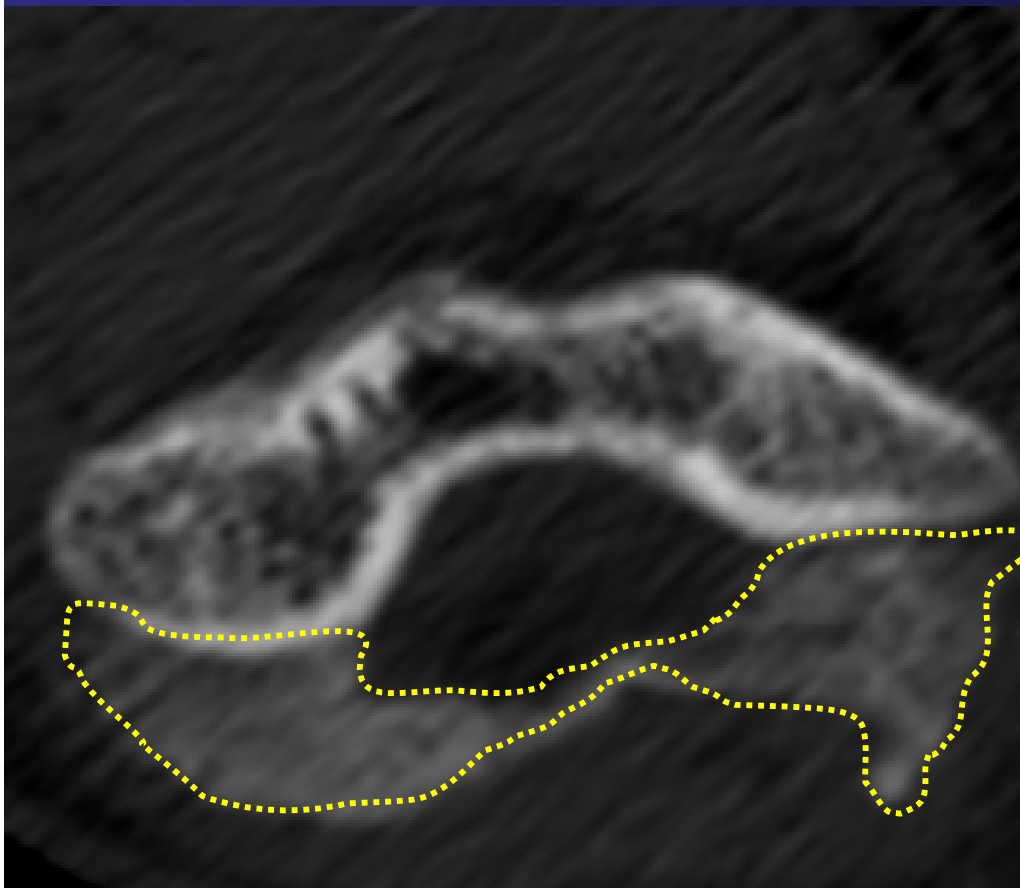


# MON POSTERIEURE

Coupes axiales

Fenêtres osseuses

Ossification hétérotopique plurifragmentaire  
de siège purement postérieur



RECONSTRUCTION VRT

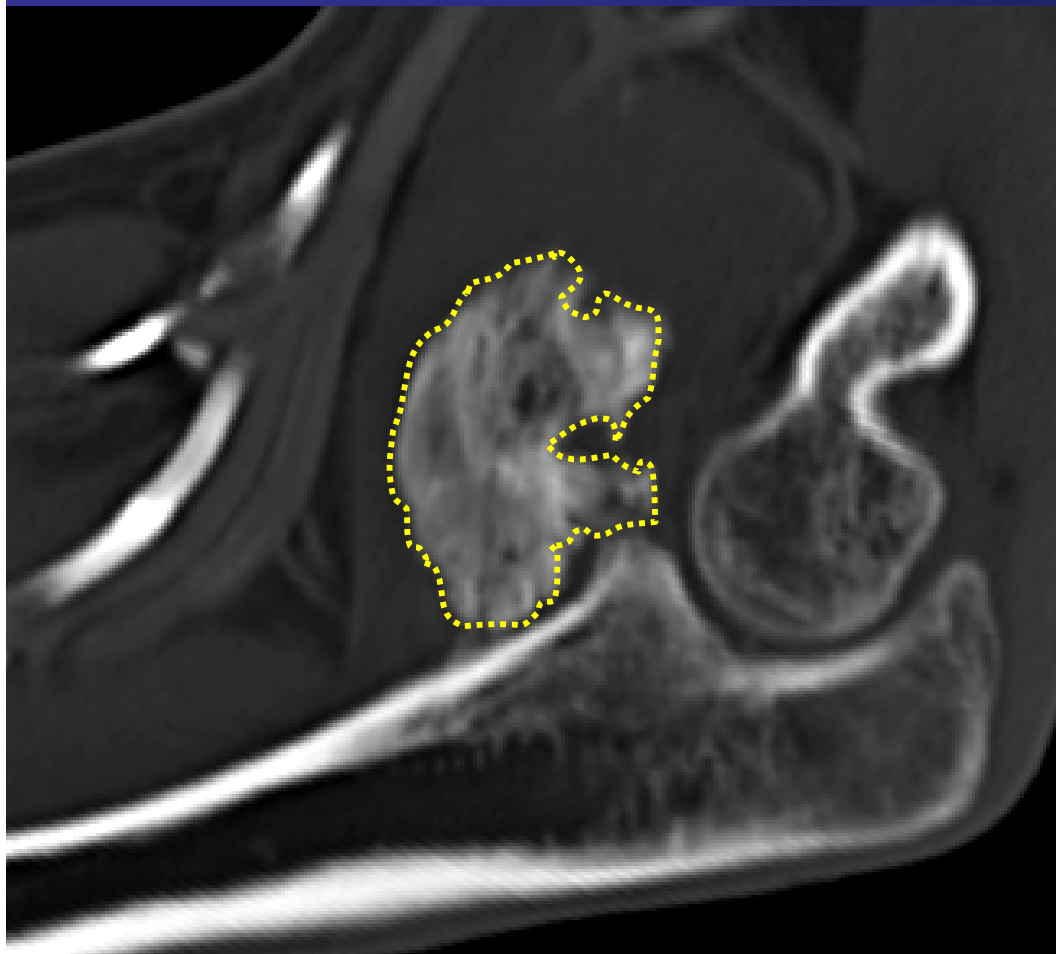
MODE CINE

MON POSTERIEURE





# MON ANTERIEURE

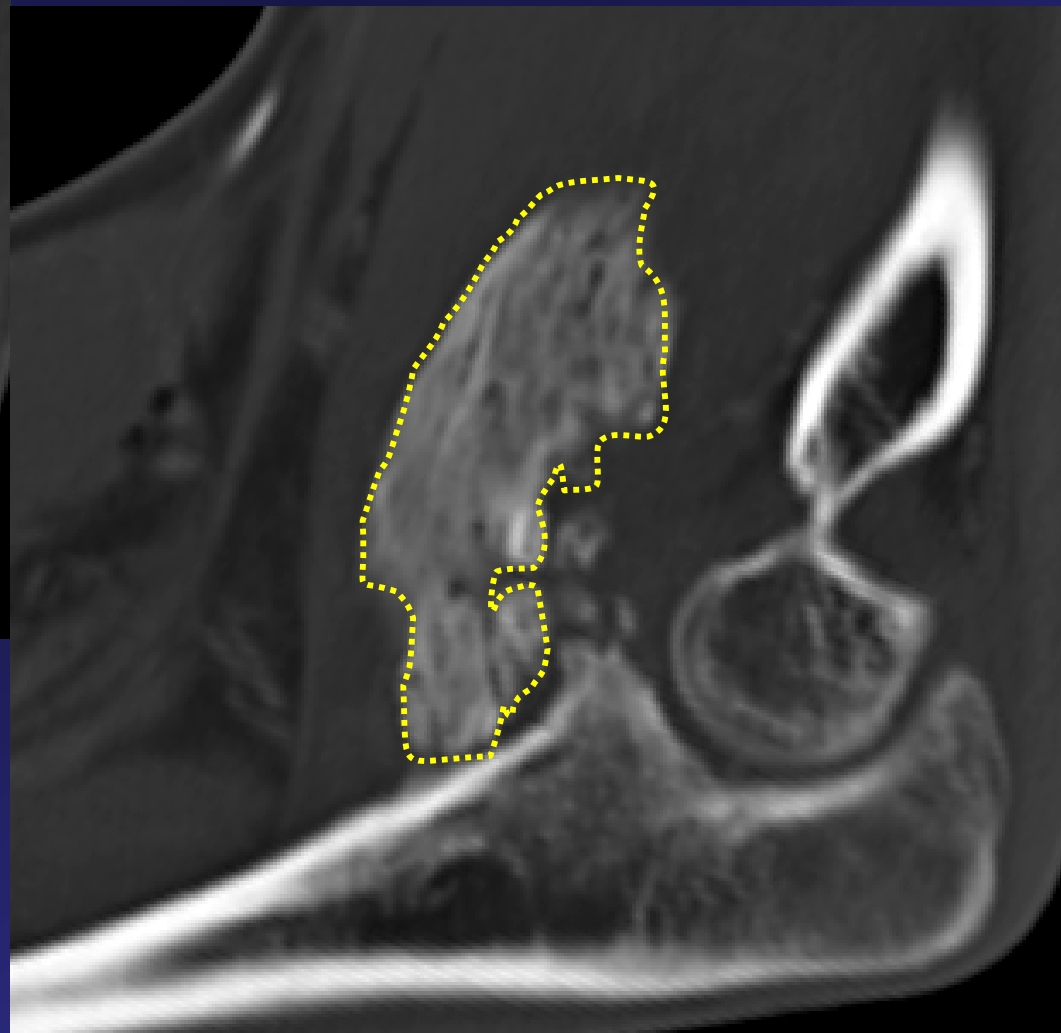


Scanner injecté

Coupes sagittales

Fenêtres osseuses

Volumineuse ossification hétérotopique antérieure

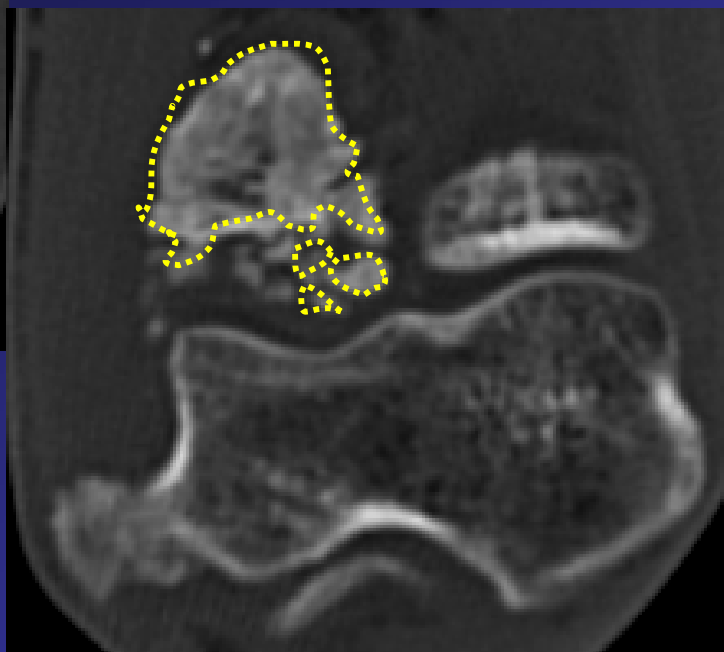
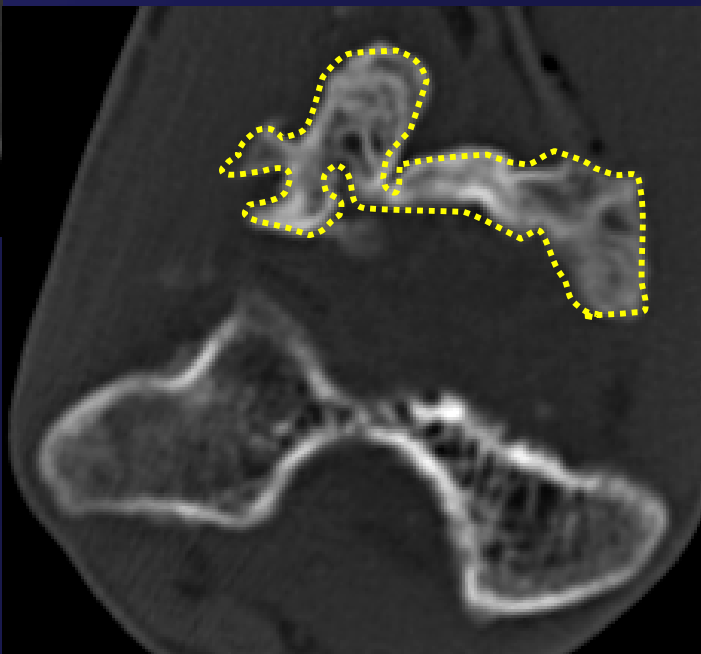
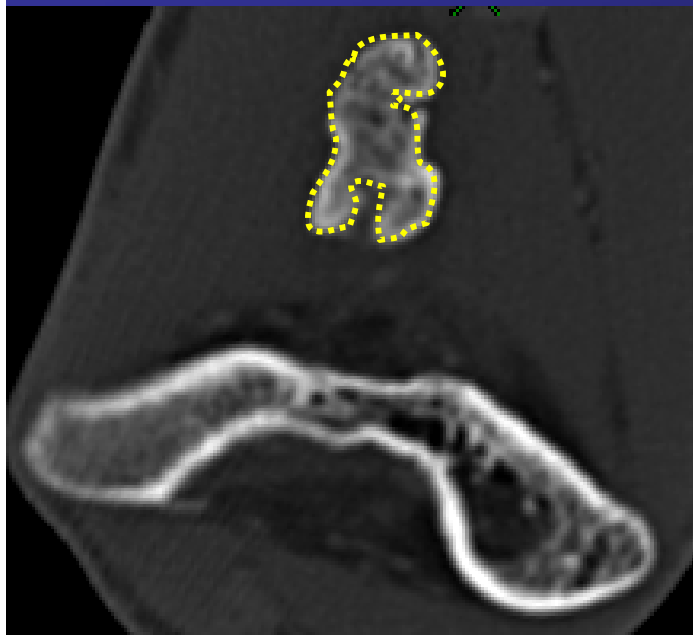


# MON ANTERIEURE

Coupes axiales

Fenêtres osseuses

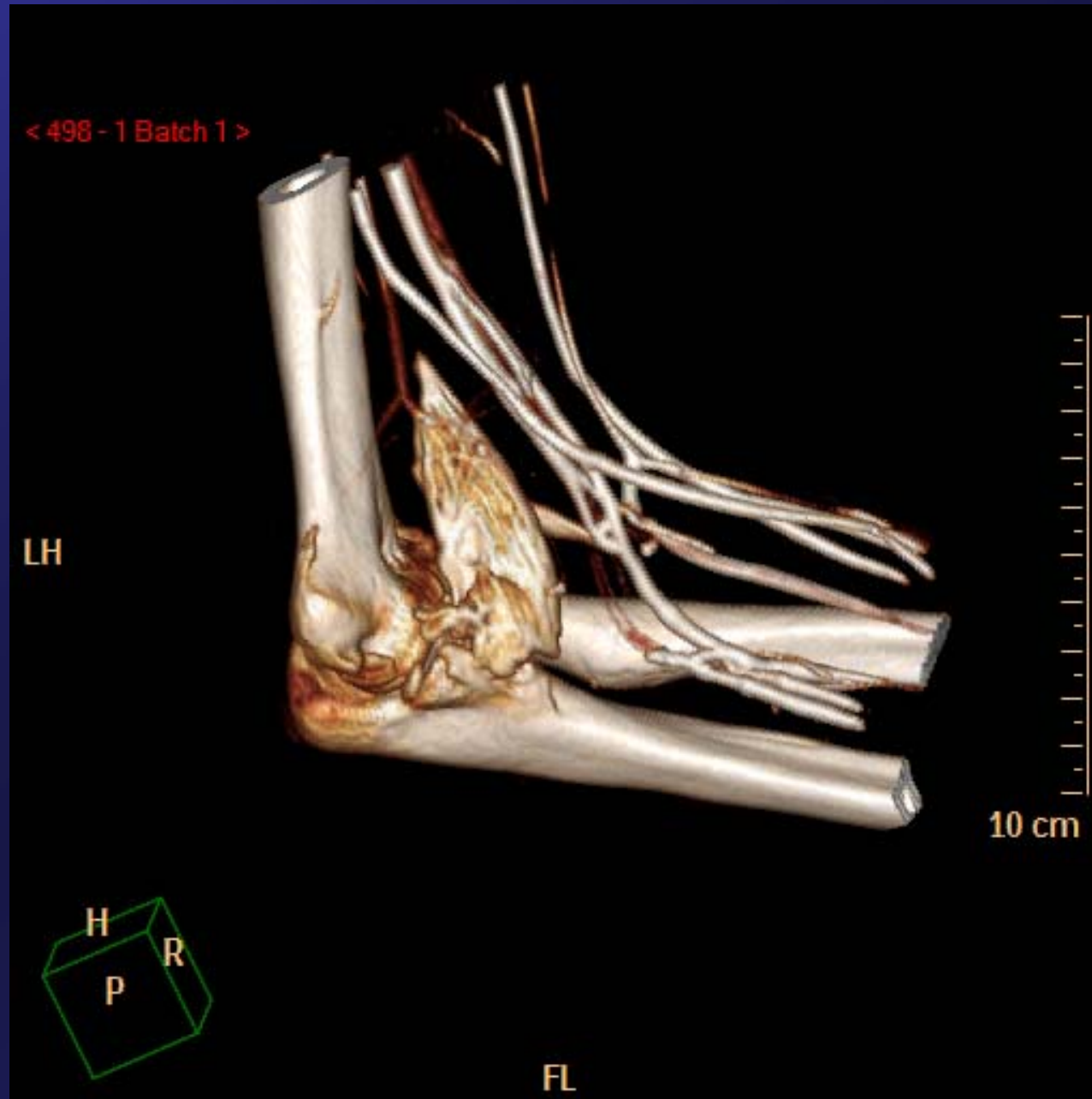
Volumineuse ossification hétérotopique antérieure  
plurifragmentaire



RECONSTRUCTION VRT

MODE CINE

MON ANTERIEURE

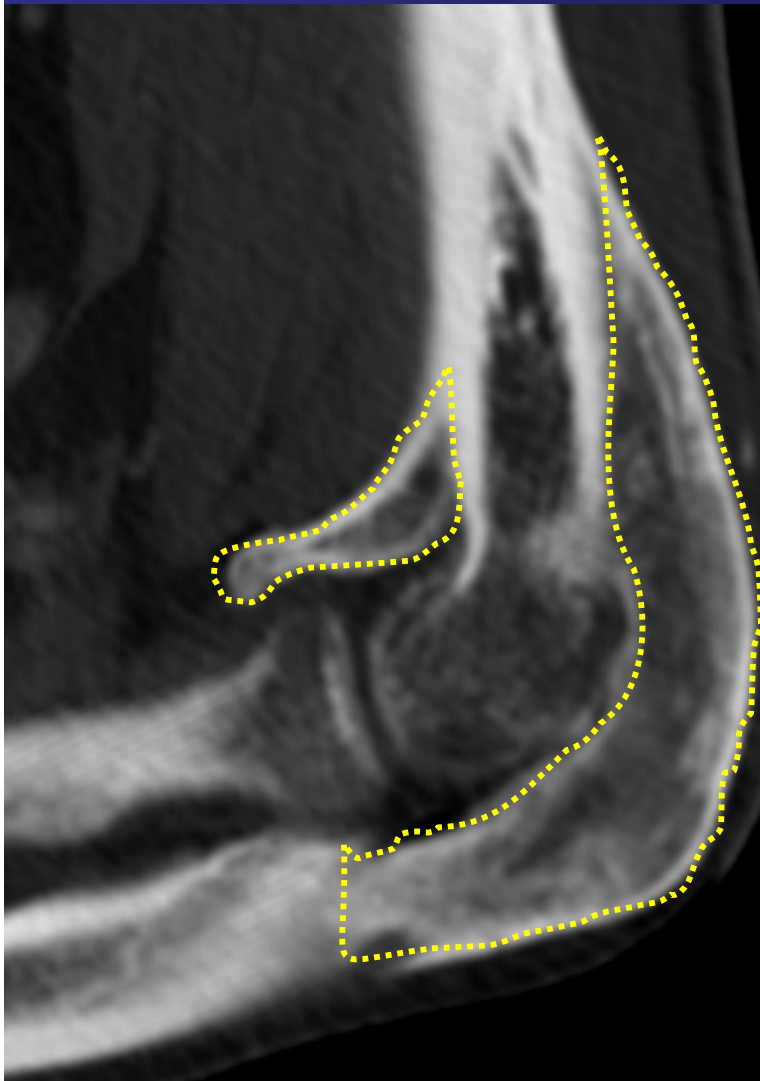


# MON ANTERIEURE ET POSTERIEURE : MON " ENGAINANTE "

Coupes sagittales

Fenêtres osseuses

Pont osseux postérieur et ossification antérieure

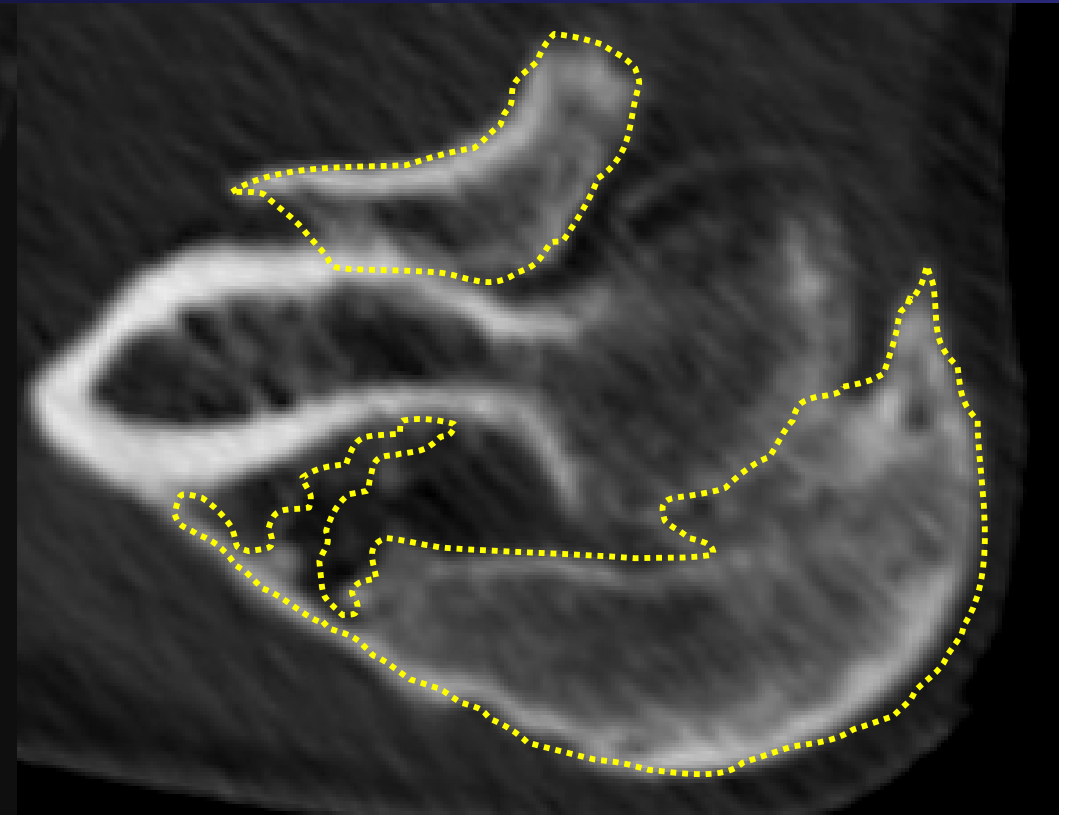
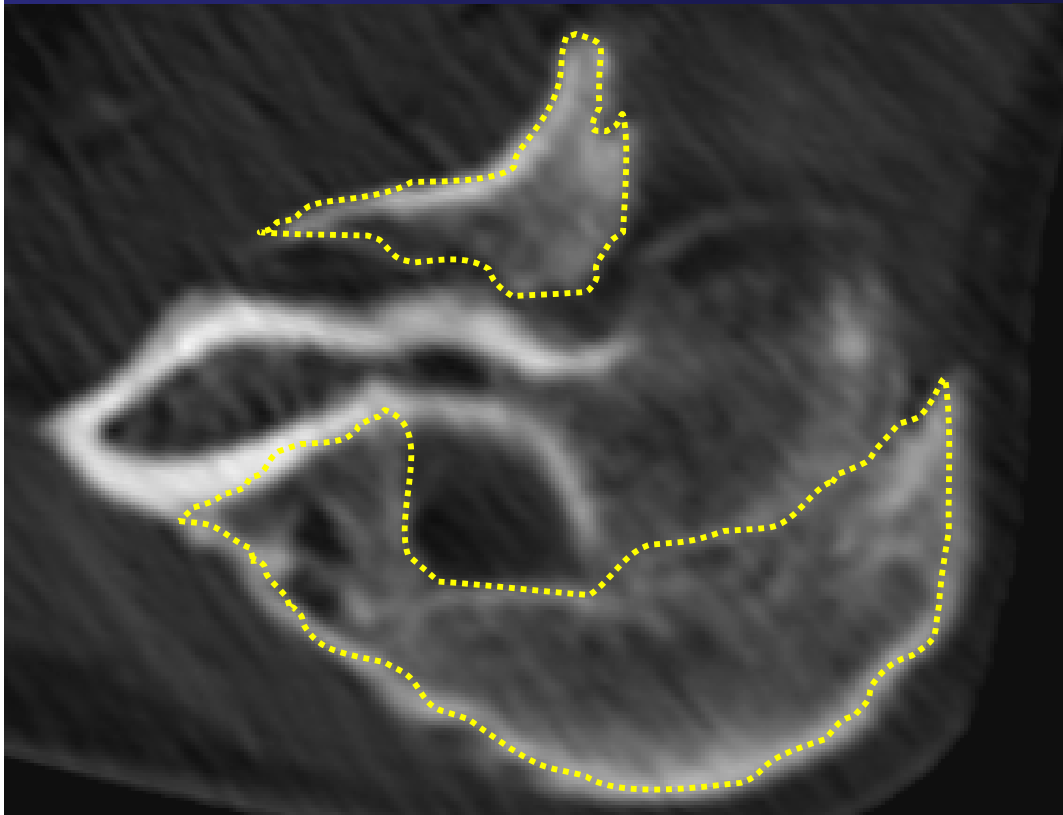


# MON ANTERIEURE ET POSTERIEURE : MON " ENGAINANTE "

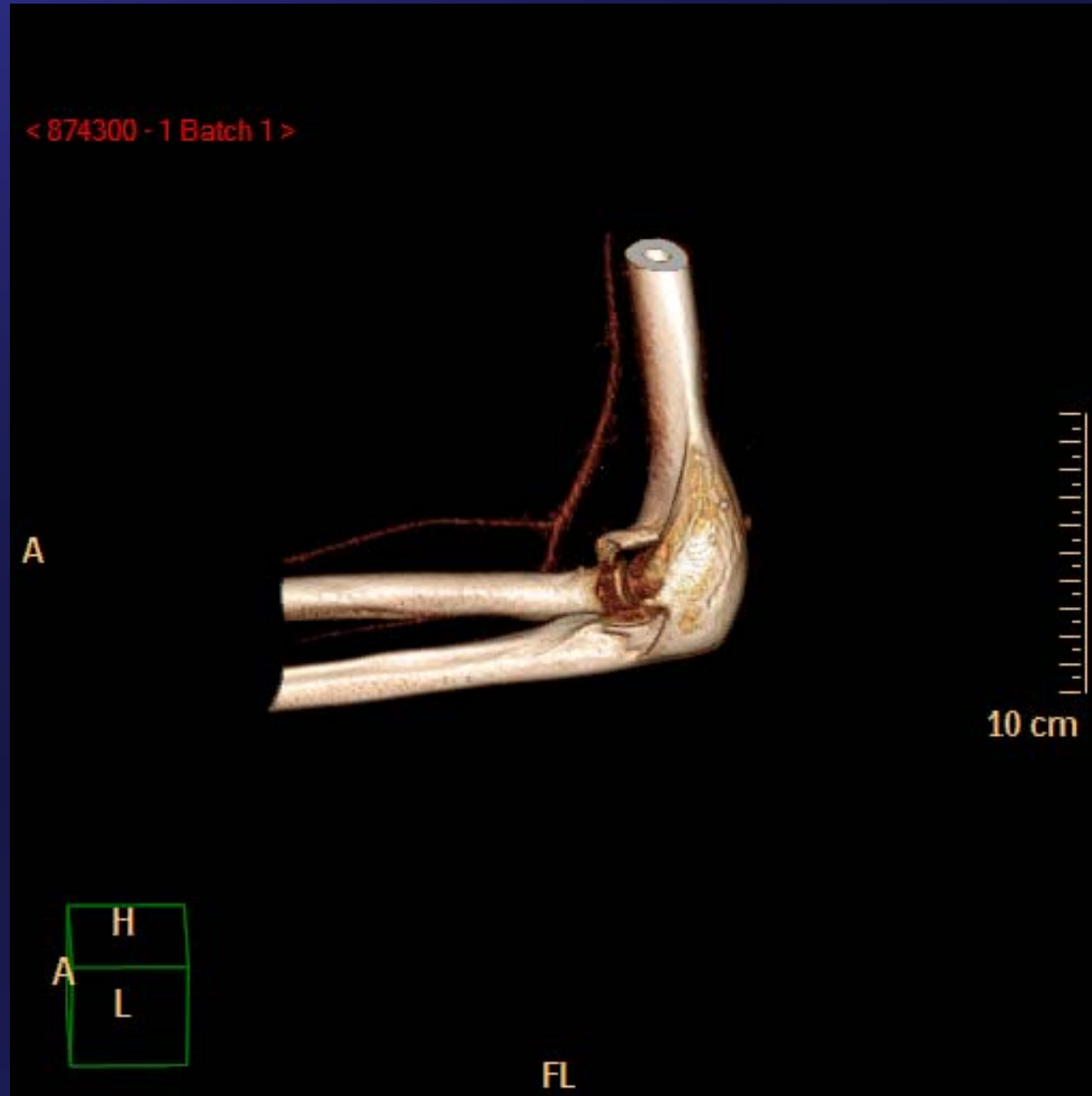
Coupes axiales

Fenêtres osseuses

Développement plus prononcé de l'ossification postérieure



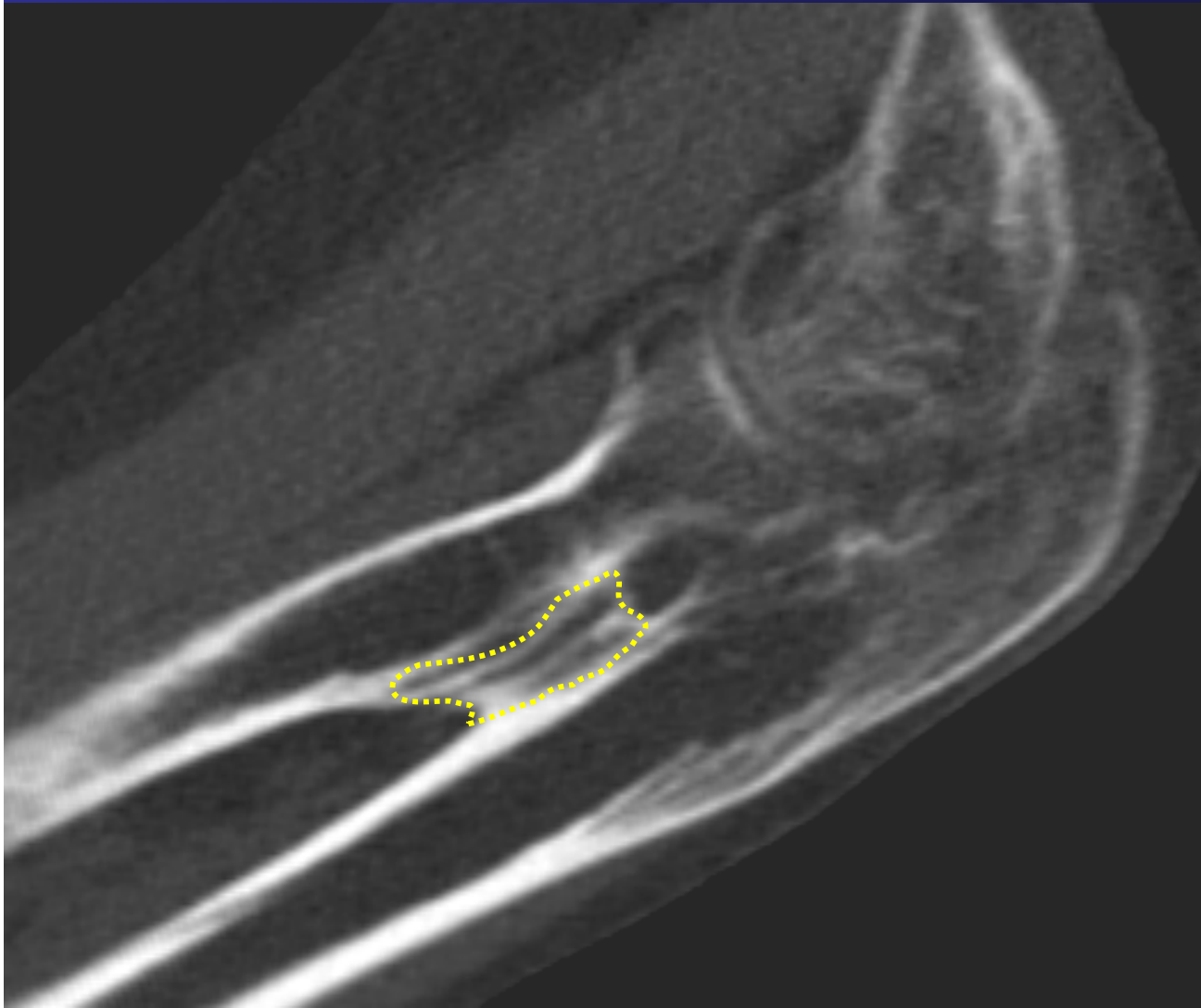
RECONSTRUCTION VRT  
MODE CINE  
MON POSTERIEURE ET ANTERIEURE



# RESULTATS : CARACTERES DE L'OSSIFICATION

- Localisation
  - Extension à la Radio ulnaire proximale dans 3 cas (13 % des cas)
  - Aucune atteinte radio-ulnaire proximale isolée
- Concordance excellente entre la description radiologique sur les reconstructions multi planaires, l'analyse 3D et les constatations chirurgicales

# MON : ATTEINTE DE LA RADIO-ULNAIRE PROXIMALE



Ossification hétérotopique  
de la radio-ulnaire proximale



# RECONSTRUCTION VRT

## MODE CINE

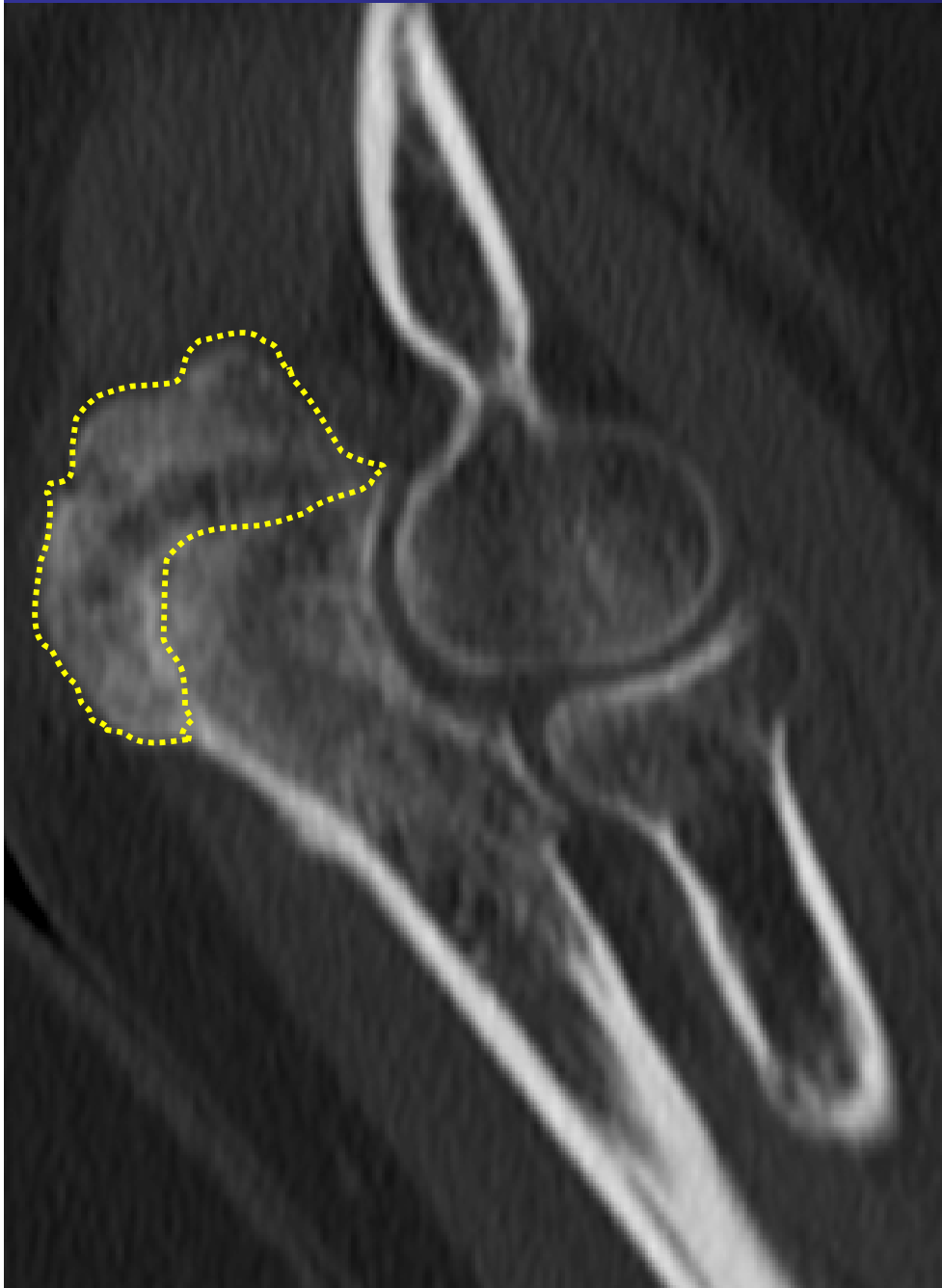
### ATTEINTE DE LA RADIO-ULNAIRE PROXIMALE



# RESULTATS : CARACTERE DE L'OSSIFICATION

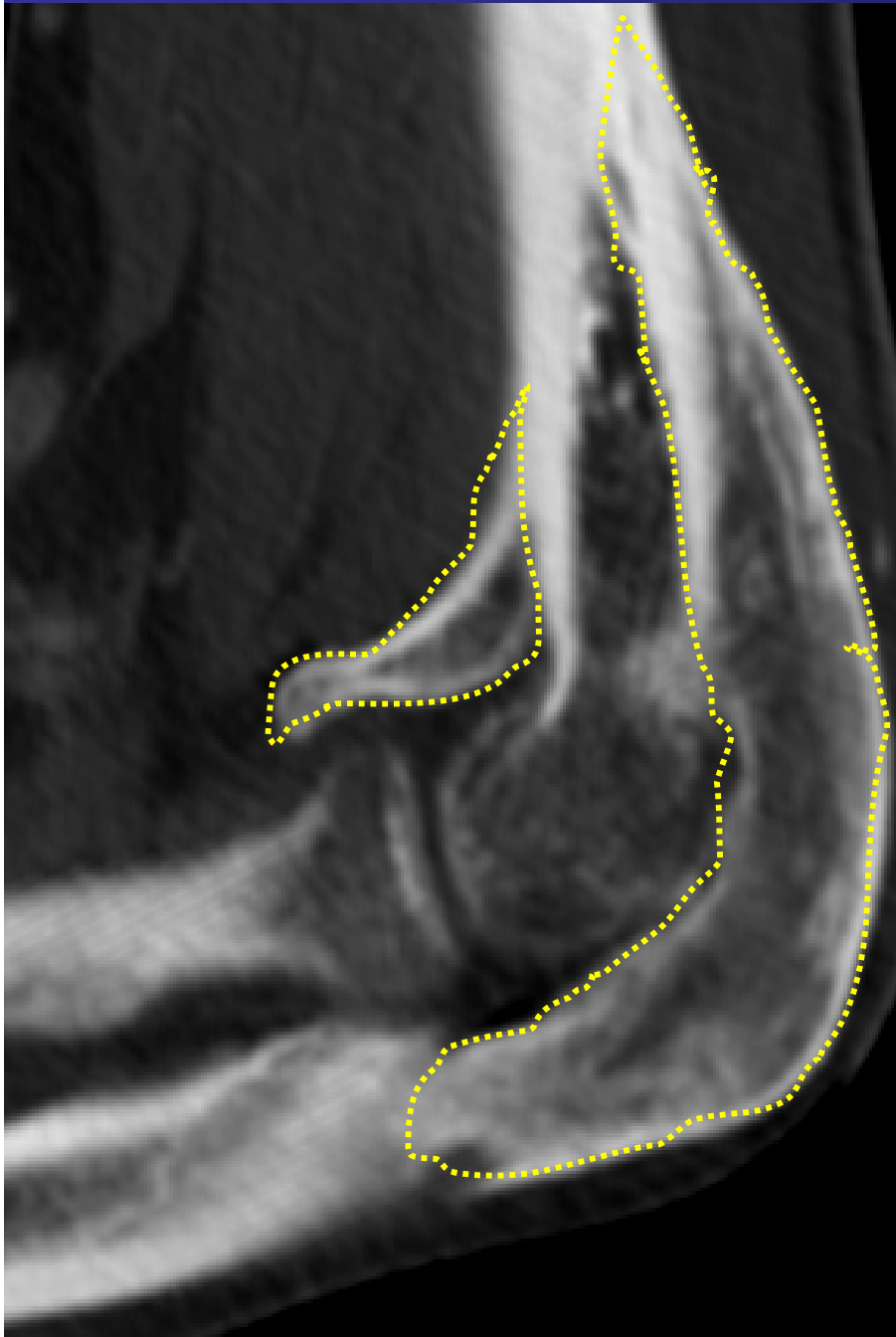
- Continuité dans 16 cas
- Fragmentation dans 7 cas
- Pont osseux extra articulaire dans 15 cas
- Dans les autres cas, la MON ne présente pas d'implantation de part et d'autre de l'articulation mais c'est son volume ou sa localisation qui sont responsables de la limitation de l'amplitude articulaire
- Les constatations chirurgicales sont superposables à la description radiologique

## MON : ASPECT CONTINU



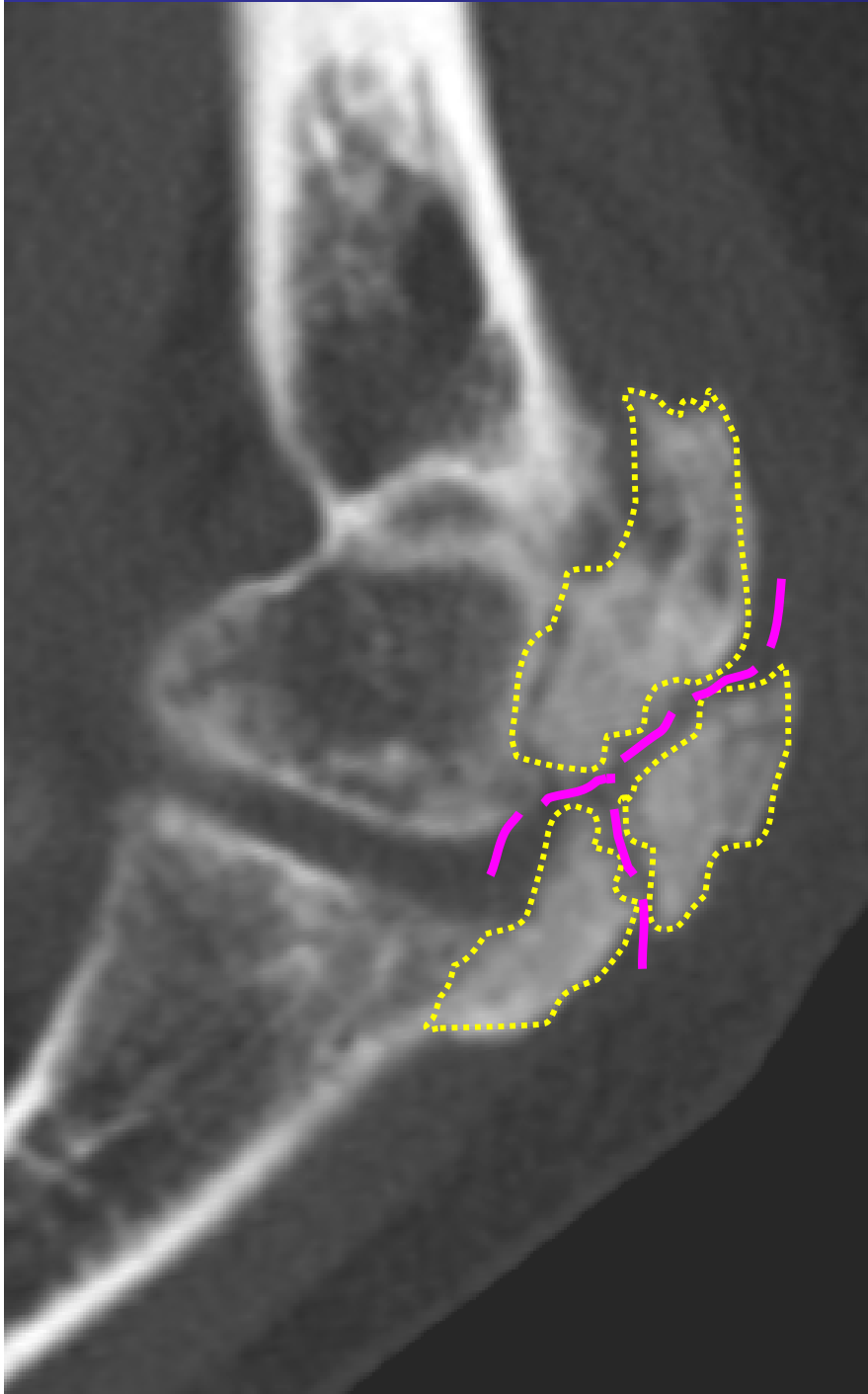
Aspect continu et non fragmenté de l'ossification hétérotopique postérieure

## MON : PONT OSSEUX EXTRA ARTICULAIRE



Pont osseux extra articulaire postérieur de part et d'autre de l'articulation huméro-ulnaire  
Par ailleurs, aspect continu et non fragmenté de l'ossification antérieure et postérieure

# MON : ASPECT DE PSEUDARTHROSE



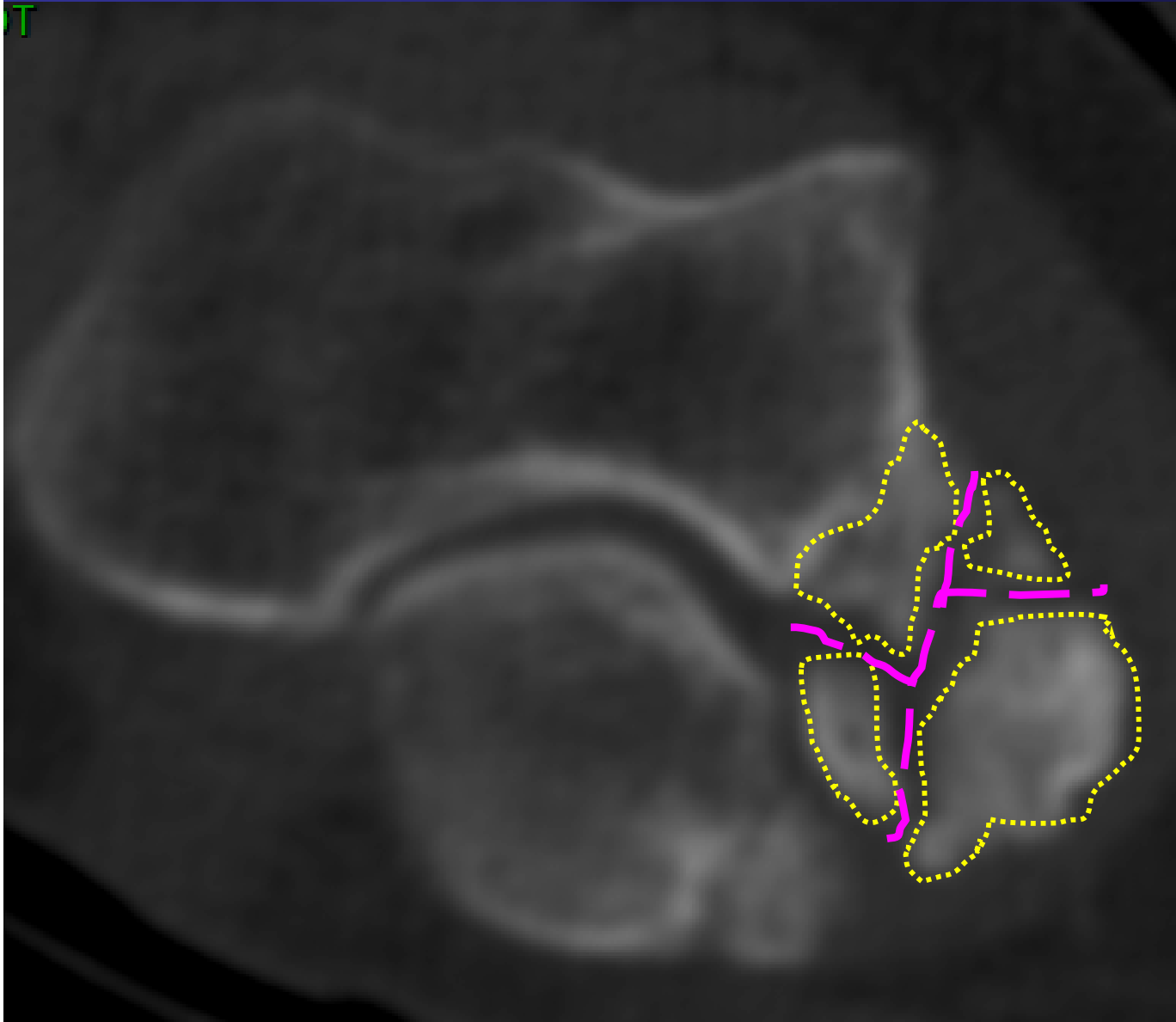
Coupe sagittale

Fenêtre osseuse

Aspect " pseudarthrosique " de la MON

# MON : ASPECT DE PSEUDARTHROSE

OT

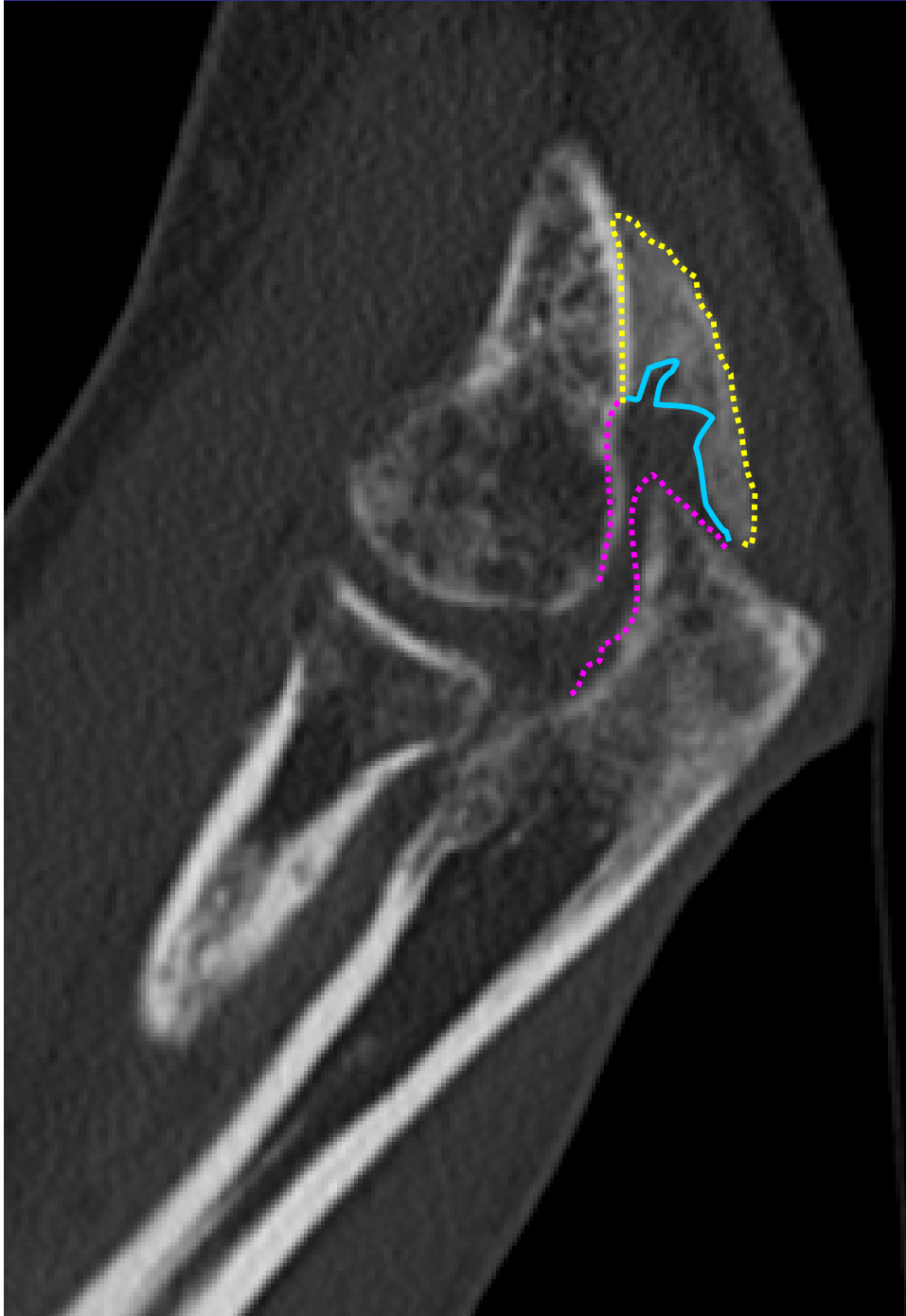


Coupe axiale  
Fenêtre osseuse  
Aspect " pseudarthrosique "

# RESULTATS : CARACTERE DE L'OSSIFICATION

- Rappports avec la capsule articulaire :
  - Au niveau du coude, le contact avec la capsule articulaire est souvent étendu en particulier pour les 2 localisations principales
  - L'ossification vient au contact de l'articulation dont elle est séparée par une fine lamelle hypodense correspondant à la capsule
  - Dans toutes les localisations, il y avait un contact capsulaire
  - Concordance parfaite avec les données opératoires mais rien ne permet de prédire sur le scanner si l'ablation du fragment ossifié se fera sans ou avec déchirure capsulaire

# MON : CONTACT CAPSULAIRE



Coupe sagittale

Fenêtres osseuses

Visualisation du contact entre la capsule  
et l'ossification hétérotopique

MON

Capsule

Zone de contact



# MON : CONTACT CAPSULAIRE



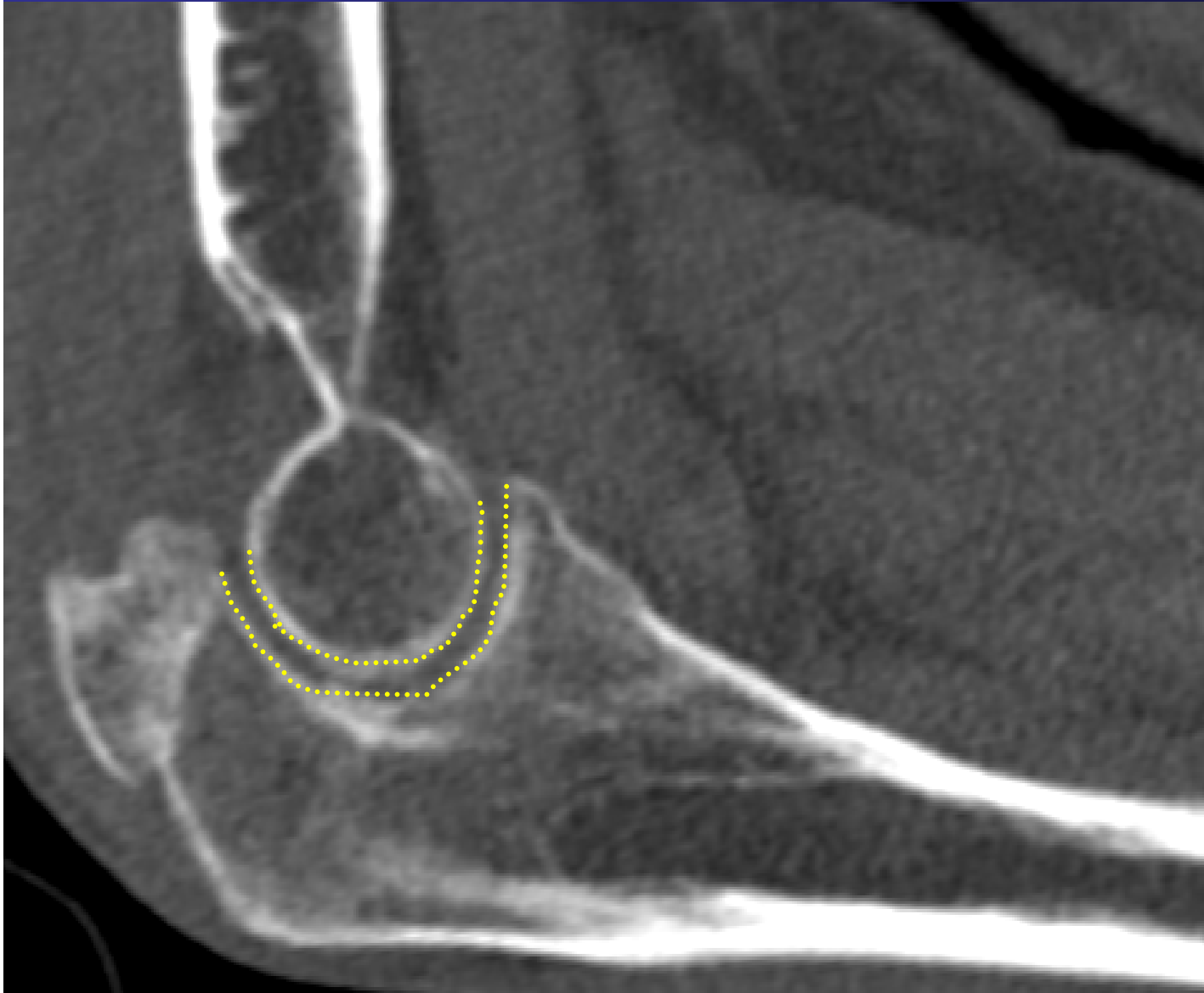
Coupe sagittale  
Fenêtre parties molles

MON  
Capsule  
Zone de contact

# RESULTATS : CARACTERE DE L'OSSIFICATION

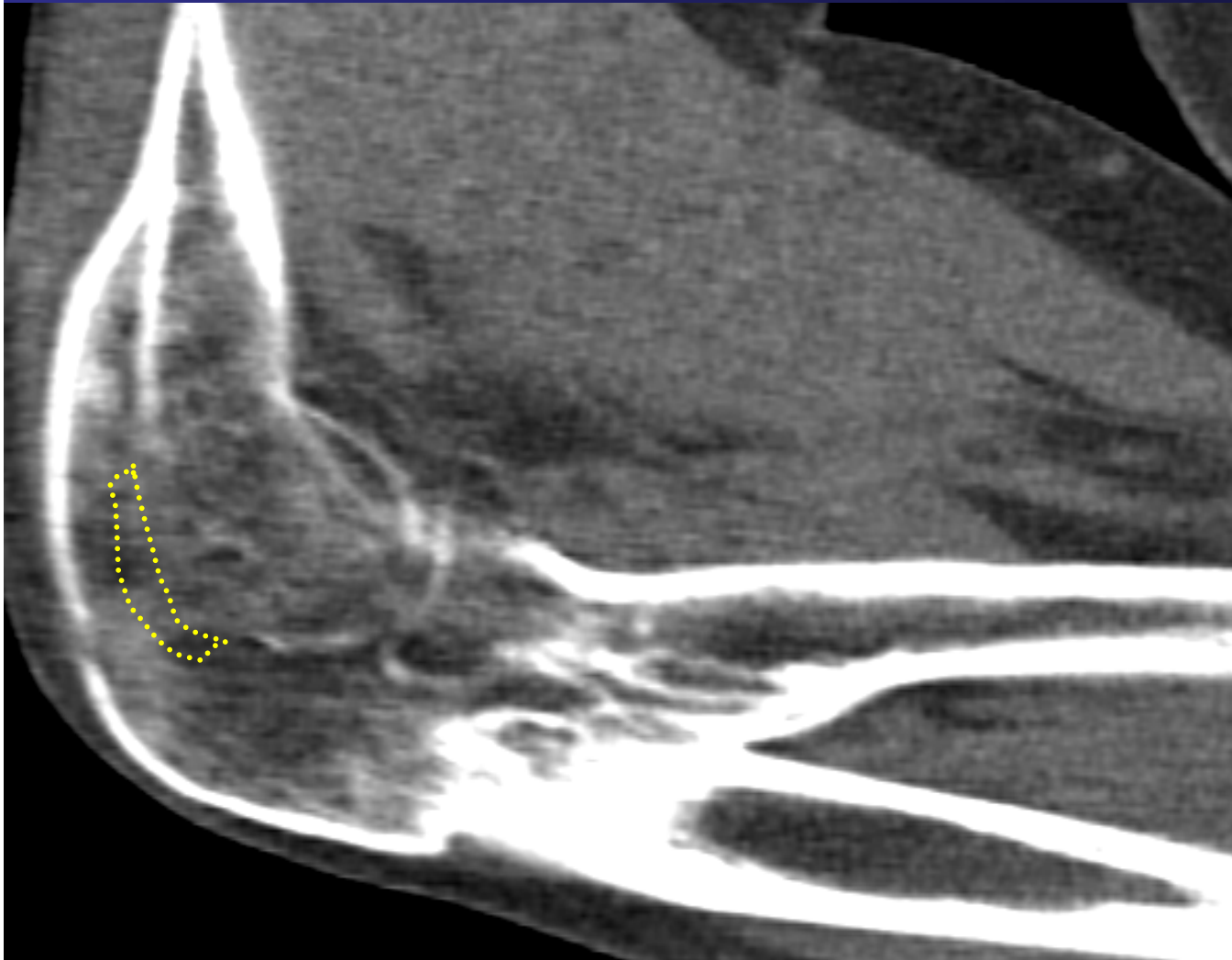
- Interligne articulaire
  - Dans 15 cas, l'interligne articulaire était préservé
  - Il a été mis en évidence un pincement global ou focal des interlignes articulaires dans 8 cas

# Respect de l'interligne articulaire



Plan sagittal  
Fenêtre osseuse  
MON postérieure  
Pas d'atteinte de  
l'interligne articulaire

# Non respect de l'interligne articulaire



Plan sagittal  
Fenêtre osseuse  
MON postéro-interne  
Atteinte de l'interligne  
articulaire condylien  
postérieur

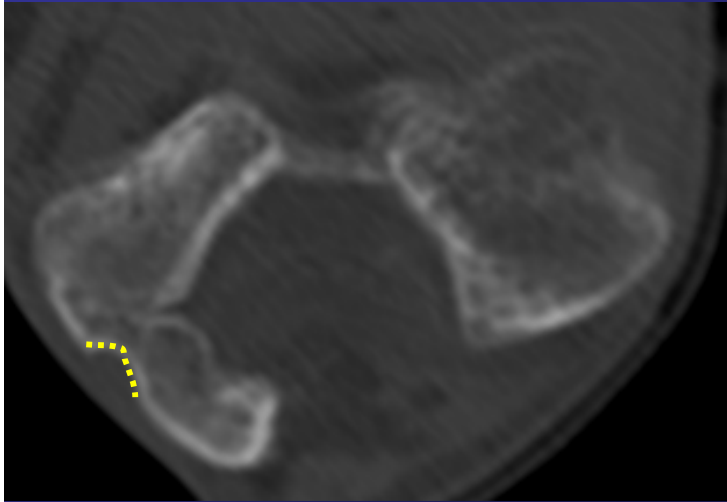
# RESULTATS: DEMINERALISATION/RISQUE FRACTURAIRE

- Il n'a pas été mis en évidence de déminéralisation osseuse marquée comme celle de l'évolution des MON ankylosantes des hanches et des genoux
- Il existe une excellente concordance chirurgicale puisque aucune spongélisation osseuse n'a été diagnostiquée en per opératoire

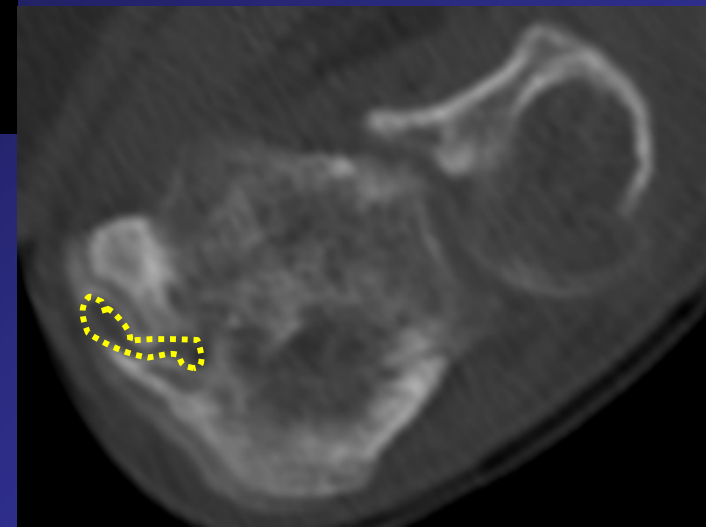
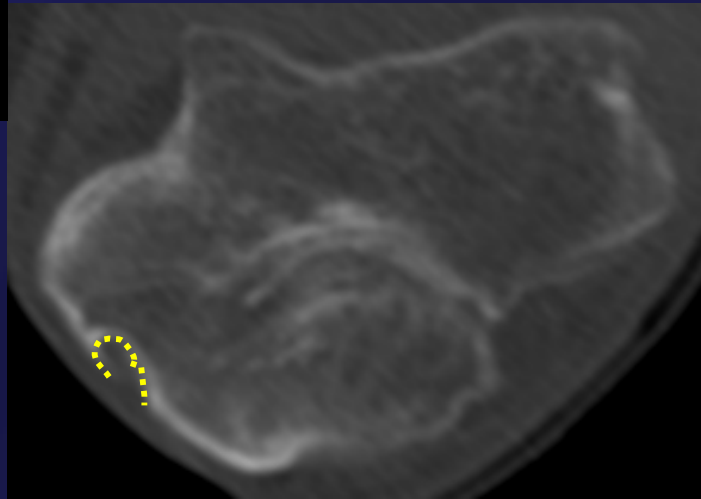
# RESULTATS : RETENTISSEMENT NERVEUX

- Parmi les 13 MON, localisées au voisinage de l'épicondyle, 7 présentaient sur la 3D une gouttière de cheminement du nerf ulnaire nettement individualisable, retrouvée chirurgicalement
- Cette gouttière n'était que clairement visible que dans 2 cas sur l'étude multi planaire

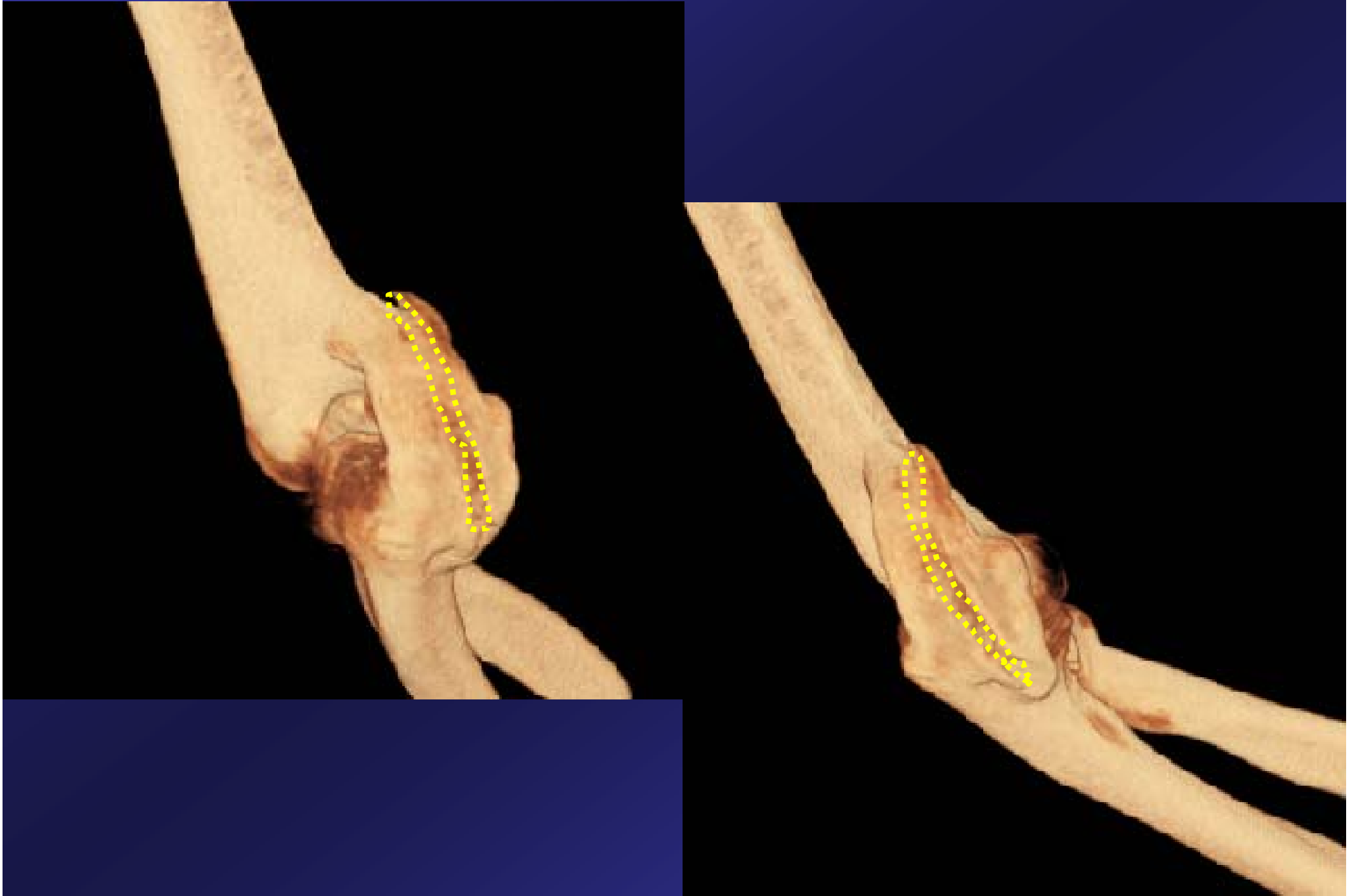
# MON : GOUTTIERE ULNAIRE



Fenêtres osseuses  
Coupes axiales  
Gouttière ulnaire



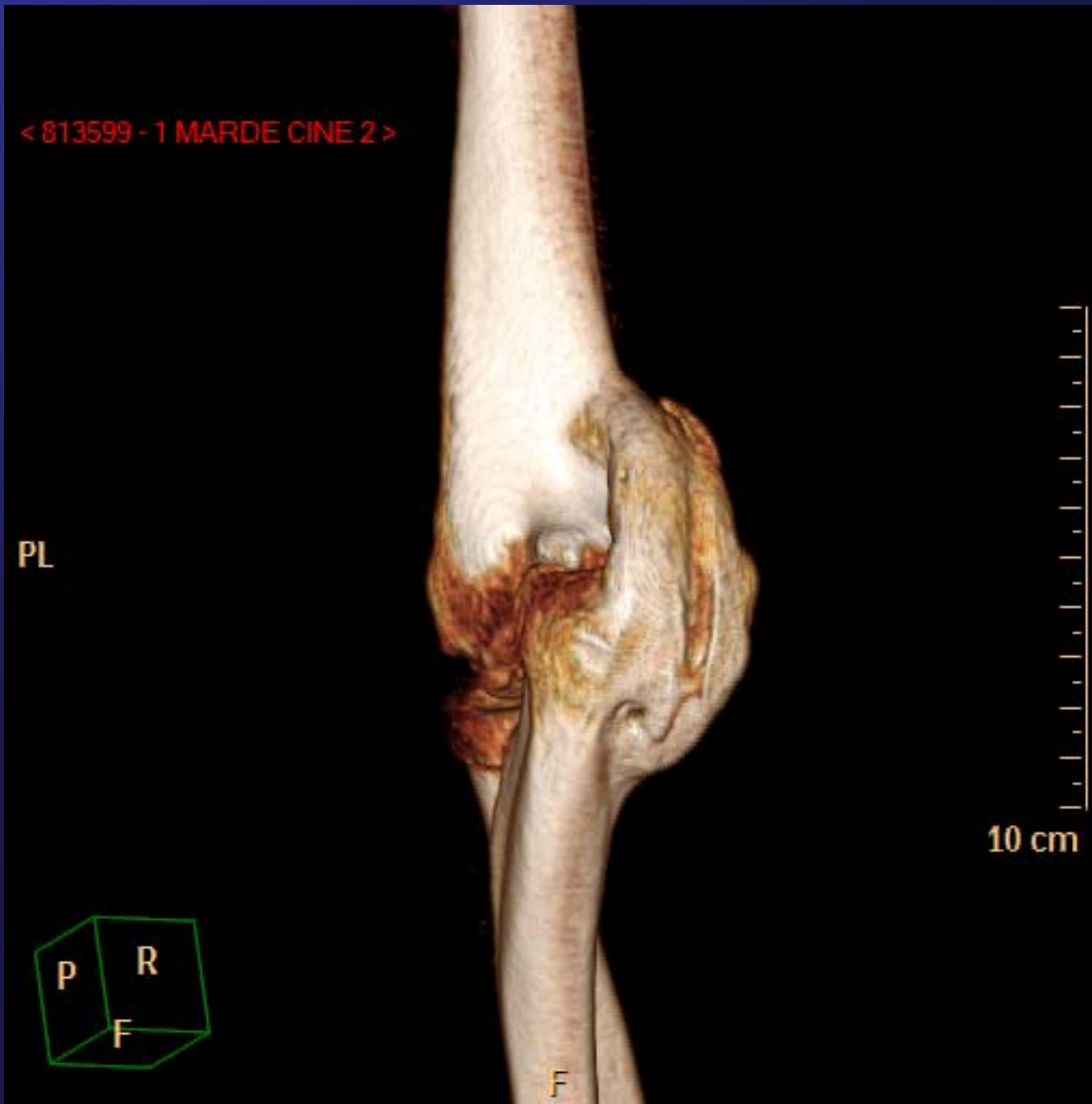
# MON : GOUTTIERE ULNAIRE VRT





# RECONSTRUCTION VRT

## MODE CINE

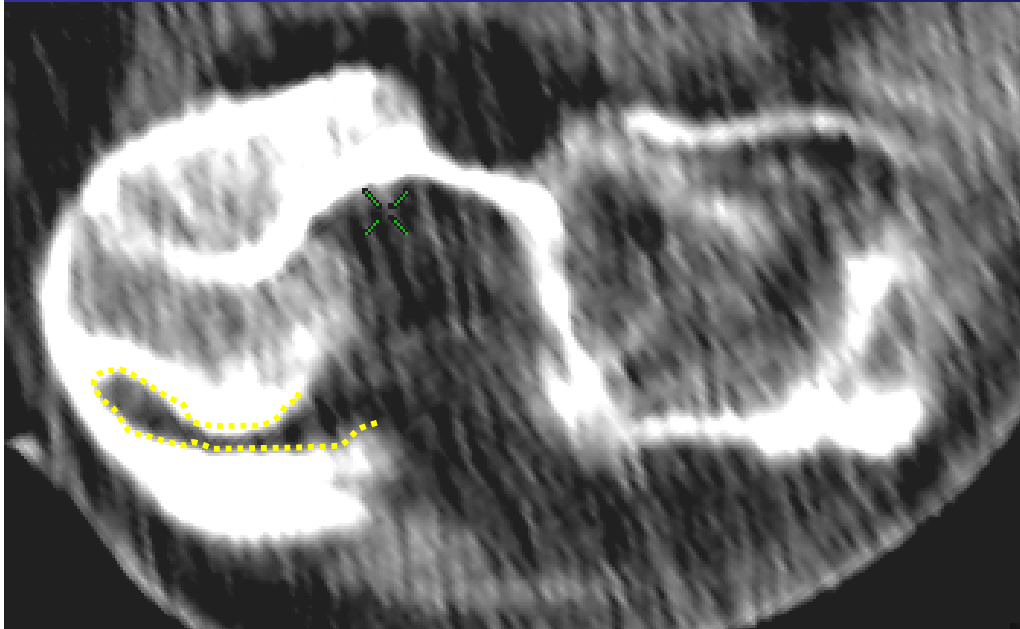


Gouttière pour  
le nerf ulnaire

# RESULTATS : RETENTISSEMENT NERVEUX

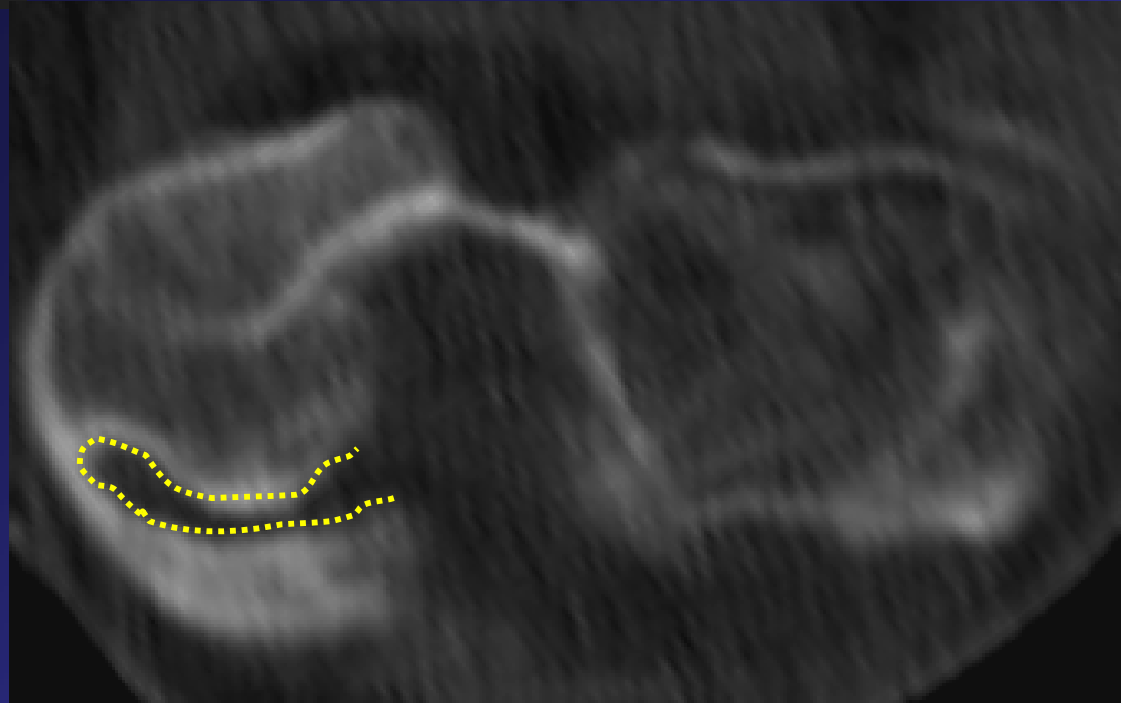
- Dans 2 cas, un tunnel osseux livrant passage au nerf ulnaire était clairement identifié aussi bien sur les reconstructions multiplanaires que 3D
- Les données de l'EMG étaient superposables à celle de l'imagerie et de la chirurgie

# MON : TUNNEL ULNAIRE

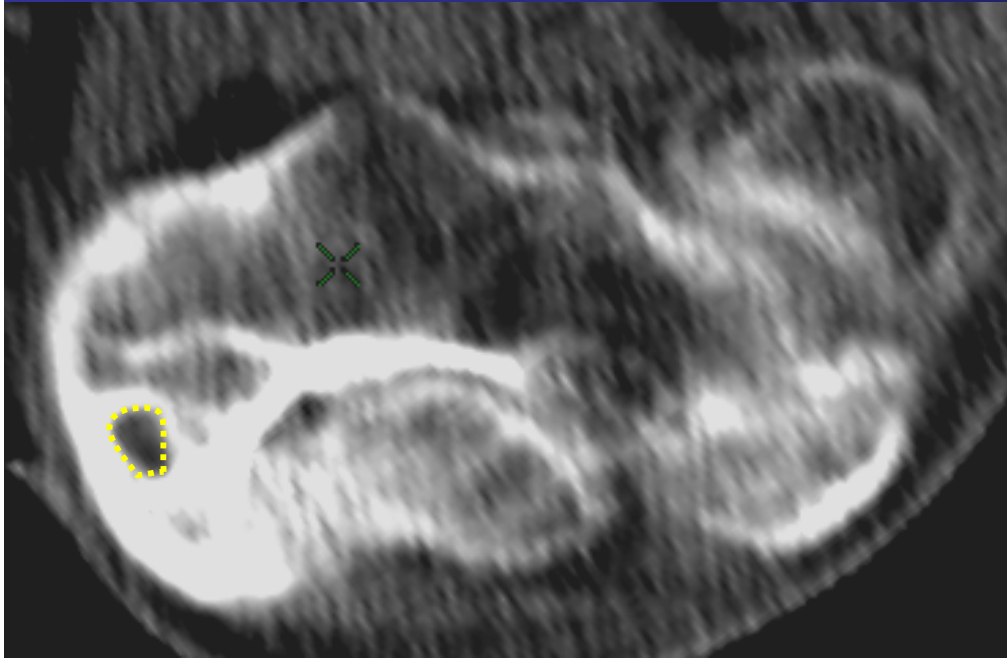


Coupe axiale  
Fenêtre osseuse

Coupe axiale  
Fenêtre parties molles

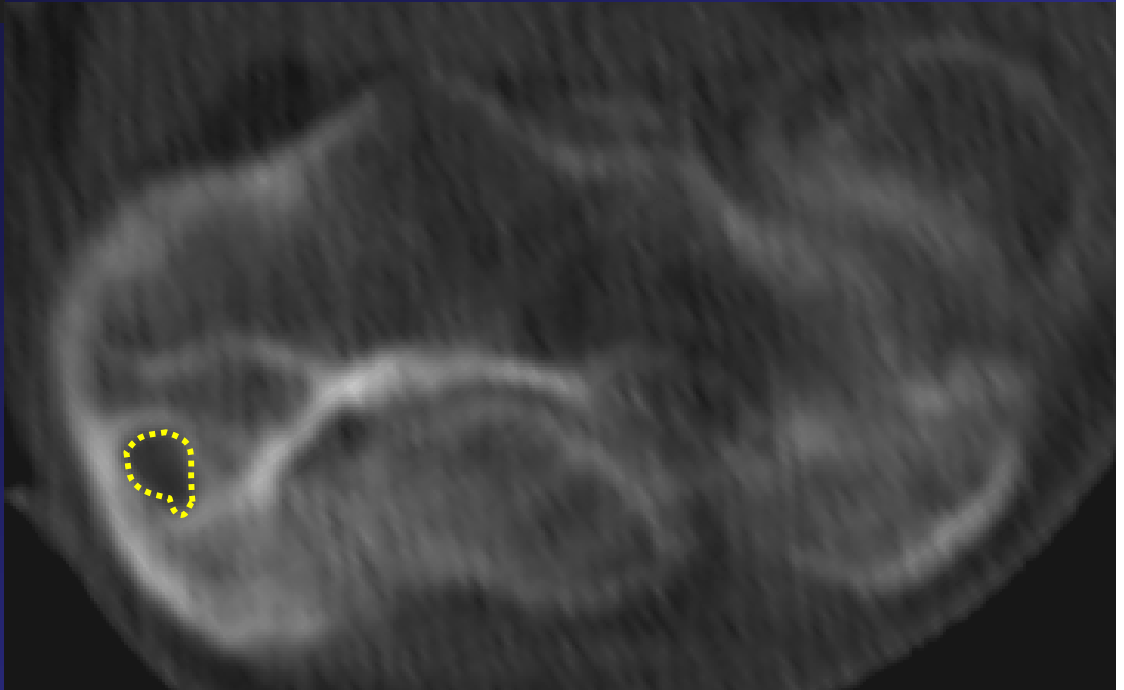


# MON : TUNNEL ULNAIRE



Coupe axiale  
Fenêtre osseuse

Coupe axiale  
Fenêtre parties molles



# MON : TUNNEL ULNAIRE



Coupe sagittale  
Fenêtre osseuse

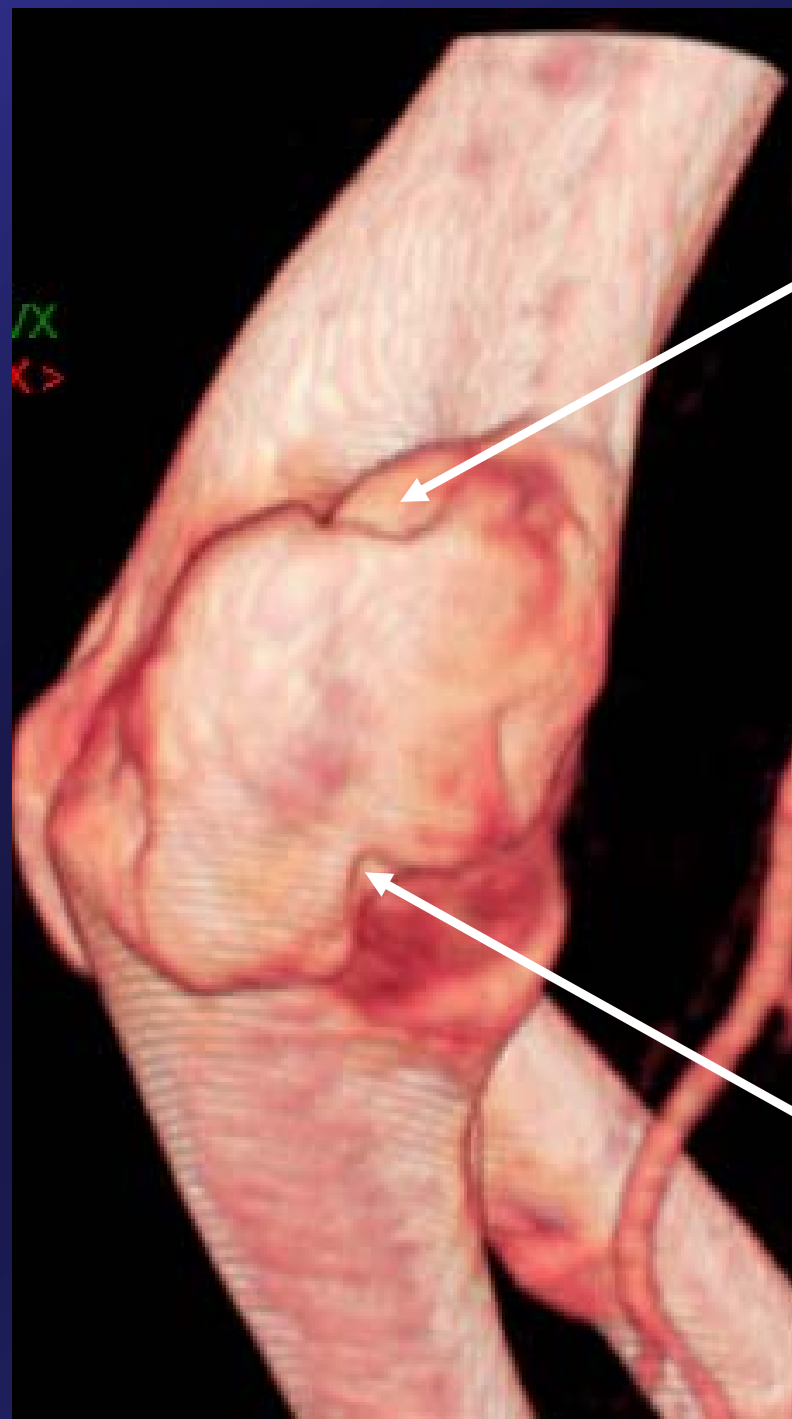
# MON : TUNNEL ULNAIRE VRT

Entrée



Sortie

# MON : TUNNEL ULNAIRE VRT



Entrée

Sortie

# RESULTATS : RETENTISSEMENT TENDINEUX

- Aucune gouttière tricipitale n'a été mise en évidence dans les 6 MON postérieures



# RESULTATS : RETENTISSEMENT VASCULAIRE

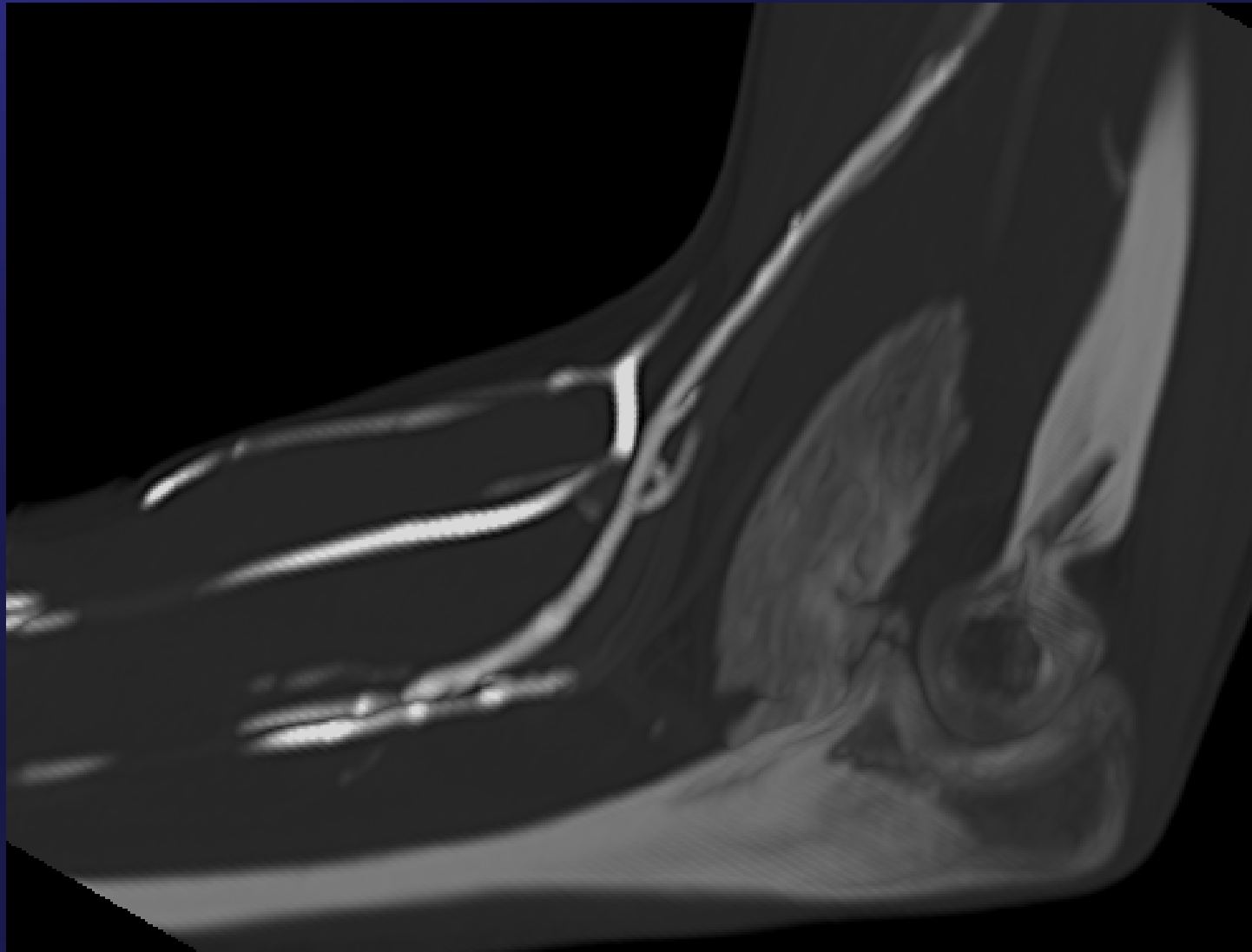
- Ne concerne que les MON antérieures
- Aucun engainement vasculaire n'a été mis en évidence
- Un seul cas de refoulement vasculaire antérieur lié au volume de la MON

# MON : TUNNEL ULNAIRE VRT

Coupe sagittale

mode MIP

Discret refoulement vasculaire antérieur



# DISCUSSION

- Depuis plusieurs années la chirurgie des MON est beaucoup plus précoce, visant une récupération fonctionnelle plus rapide
- La résection précoce, avec mise en place de cire chaude au niveau des zones de section osseuse permet d'obtenir d'excellents résultats fonctionnels sans majoration des récurrences et ce malgré l'absence d'irradiation locale post opératoire

# DISCUSSION

- Une excellente étude pré-opératoire est requise pour une chirurgie réglée, gage de bons résultats fonctionnels et de l'absence de complications
- Dans ce but, la TDM spiralée avec reconstructions multiplanaires et 3D permet de retrouver des repères anatomiques indispensables à une interprétation précise

# DISCUSSION

- On peut ainsi obtenir une excellente étude morphologique de l'ossification utile à la planification opératoire
- Une extension radio-ulnaire supérieure doit toujours être recherchée

# DISCUSSION

- La 3D est utile :
  - pour une étude globale de l'ossification et de son environnement
  - Pour la mise en évidence de gouttières et tunnels :
    - Pour le nerf ulnaire (MON épicondyliennes médiales)
    - Pour le tendon tricipital (MON postérieures olécraniennes)

# DISCUSSION

- Les compressions radiales sont beaucoup plus rares, plus difficiles à individualiser et on ne peut se baser que sur des signes indirects de déplacement du nerf
- L'opacification vasculaire n'est utile que pour les MON présentant un développement antérieur
- Le scanner, s'il montre bien l'importance du contact capsulaire de la MON ne permet pas de prévoir une éventuelle déchirure capsulaire préopératoire

# CONCLUSION

- La TDM spiralée permet une étude pré opératoire précise des MON moyennant le respect des procédures d'installation et de réalisation
- Les reconstructions multiplanaires et 3D permettent de retrouver des repères anatomiques "classiques " nécessaires à l'interprétation en s'amendant des déformations associées aux limitations d'amplitude articulaire



# Références bibliographiques

- Déjerine M, Ceillier A., Déjerine Y. : Para-Ostéo-Arthroparthie des paraplégiques par lésion médullaire. Etude anatomique et histologique. Rev Neurol 1919; 26:399-407.
- Singer Br. Heterotopic ossification. British Journal of Hospital Medicine 1993; 49:247-55.
- Summerfield S. L., Di Giovanni C., Weiss A.P.C. : Heterotopic ossification of the elbow. J. Shoulder Elbow Surg. 1997; 321-330.
- Garland D.E., Hanscom D. A., Keenan M. A. et al. Resection of heterotopic ossification in the adult with head trauma. J. Bone Joint Surg. 1985; 67:1261-69.
- Denormandie P, Viguie G, Denys P, Dizien O., Carlier RY. Results of excision of heterotopic new bone around the elbow in patients with head injuries. A series of 25 cases. Ann Hand Surg 1999; 18:99-107.
- Carlier RY, Parva P, Mompont D, Denys P, Denormandie P, Vallée C. : Bilan préopératoire des myosites ossifiantes neurogènes du coude par tomодensitométrie spiralée : Imagerie du coude. Monographie du GETROA 2003.
- Mc Auliffe J. A., Wolfson A. Early excision of heterotopic ossification about the followed by radiation therapy. J. Bone Joint Surg 1997; 19A:749-755