

Raideurs de la pronosupination dues aux cals vicieux et synostose acquise des deux os de l'avant-bras

Bertrand COULET

Service de Chirurgie de la Main et du Membre Supérieur

Pathologie post-traumatique diaphysaire du Cadre Antébrachial (CAB)

- Comprendre la physiologie de ce système articulaire
- Deux grandes pathologies post-traumatiques:
 - Cals vicieux
 - Synostoses radio-ulnaires

Cahier des charges

- Volant de pronosupination de 180°
- Passage des structures vasculo-nerveuses vers la main
- Zone large d'insertions musculaires
- Liaison avec deux systèmes articulaires coude et poignet

Solution : Cubradius - A.I. Kapandji -

Poignet

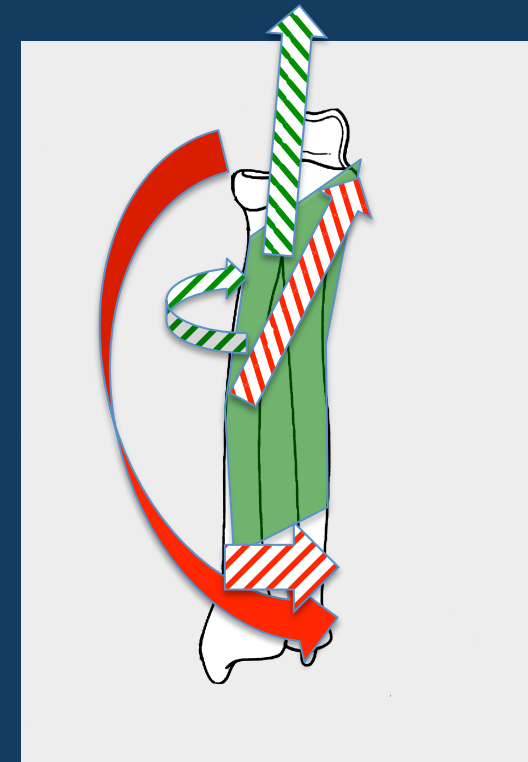


Coude

- Torsion excessive des structures V-Nse
- Encombrement - poids - résistance
- Difficilement motorisable et stabilisable
- Liaison au coude et au poignet complexe

Solution : « Deux os »

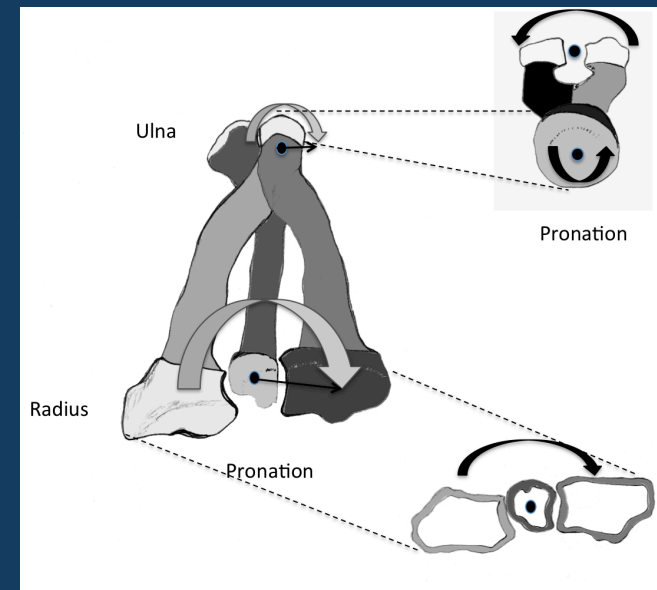
- Etalement de la torsion sur 20-30cm
- 2 larges plages d'insertion musculaire suivant le mouvement
- Encombrement – poids réduit
- Bonne résistance aux contraintes mécaniques
- Activation et stabilisation par des moteurs internes



Solution : « Deux os »

Possibilité d'union aux articulations proximale (coude) et distale poignet

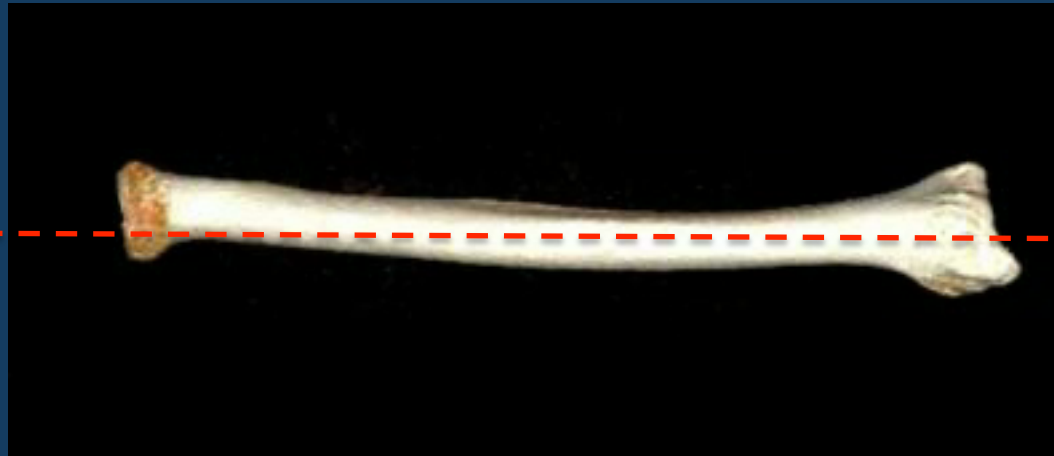
- Ulna peu mobile et fixé à l'humérus
- Radius mobile lié au carpe
- Le radius tourne sur lui-même en proximal et s'enroule autour de l'ulna en distal



1

Physiologie du CAB

Solution : Deux os



1

Physiologie du CAB

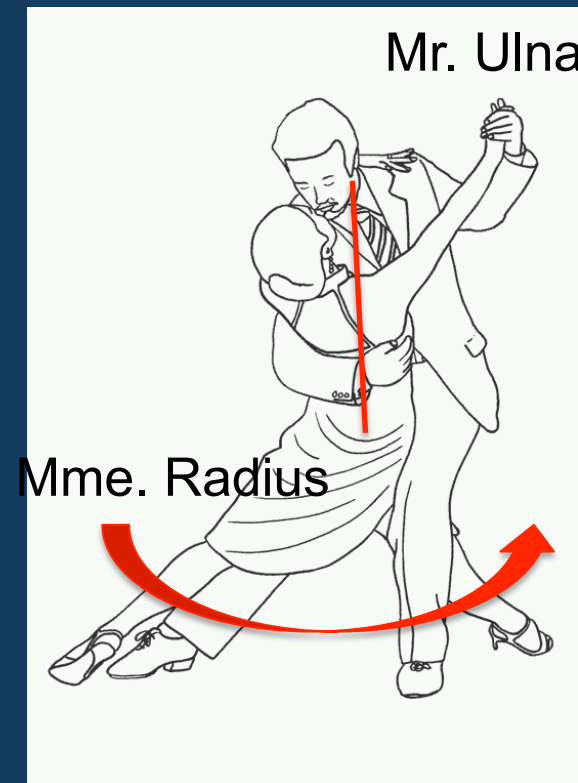
Solution : Deux os

L'espace interosseux: Partie proximale étroite



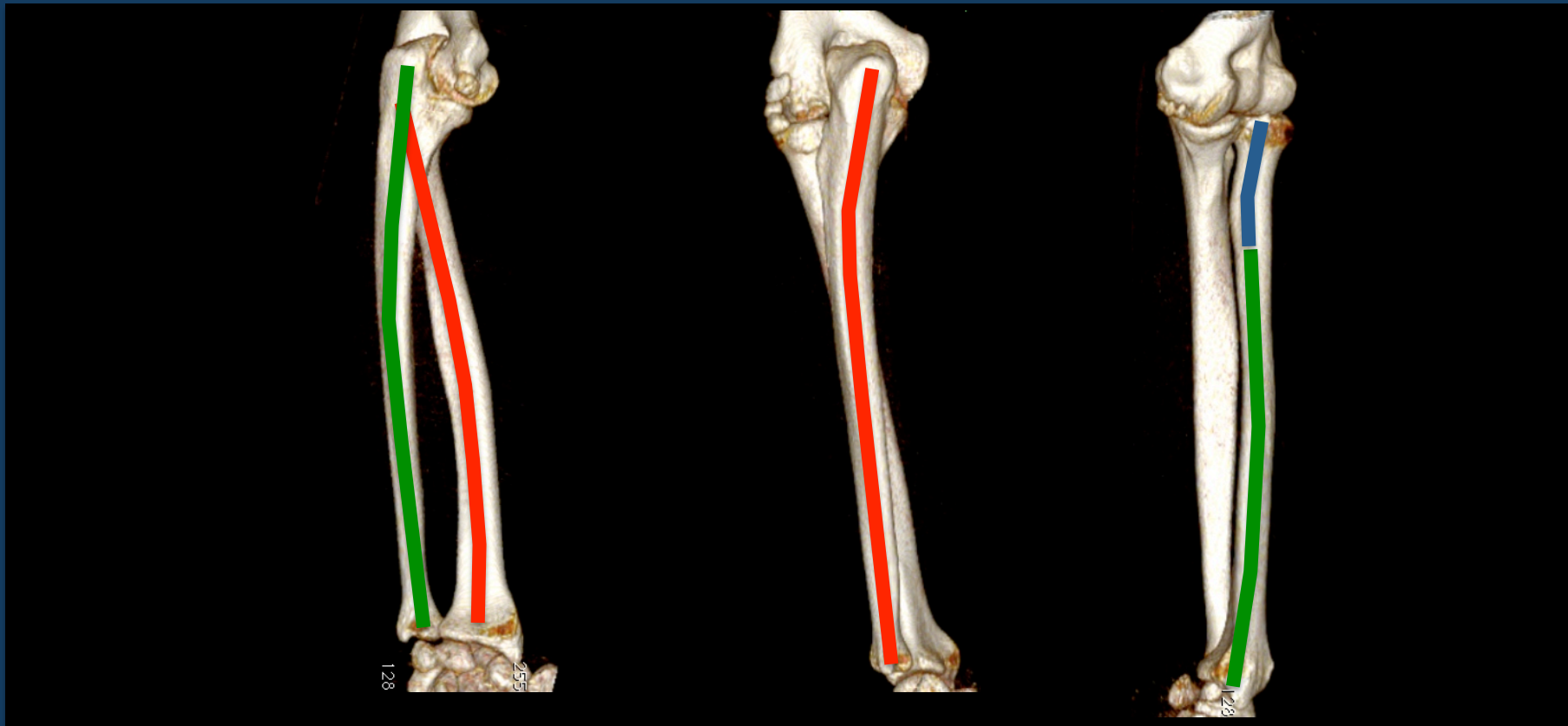
Contraintes

- Morphologie ostéoarticulaire
- Moyens d'union



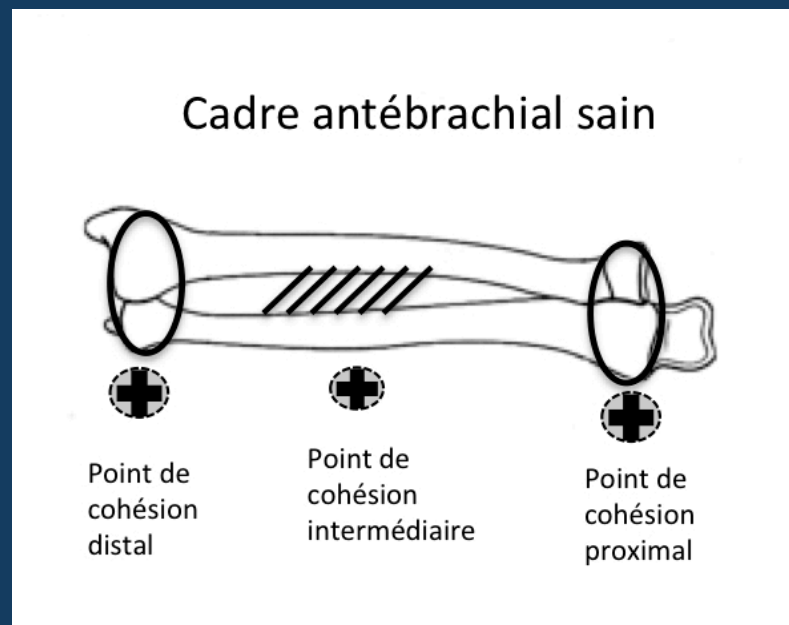
Contraintes morphologiques

- Manivelle asymétrique du radius / axe décalé de l'ulna
- Morphologie combinée des deux os



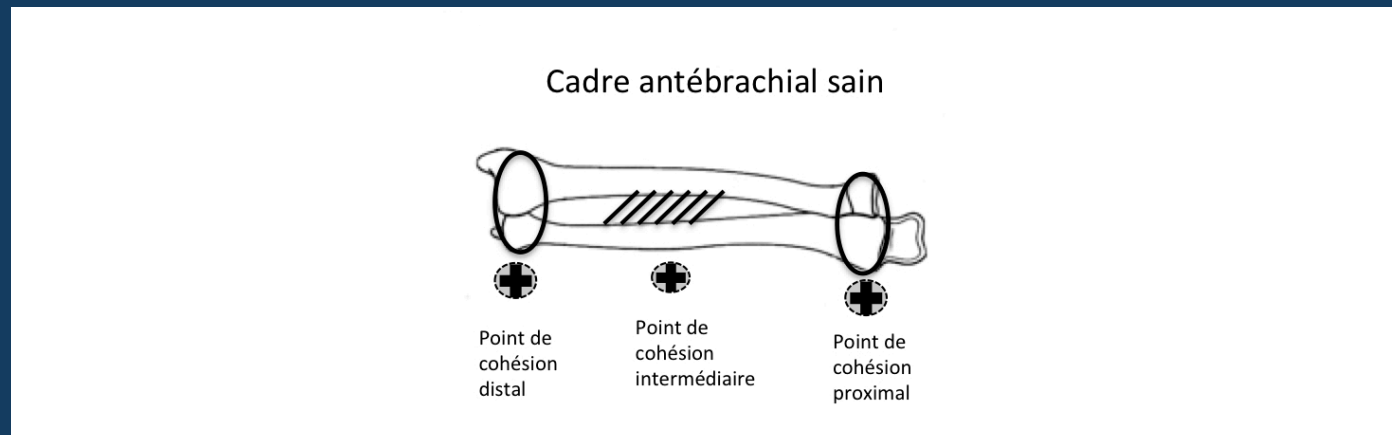
Contraintes: Moyens d'unions

- Guident la cinétique imposée par la **morphologie** du CAB.
- Augmentent la **congruence** du système.
- Réduise sa **tolérance** aux imperfections anatomiques.



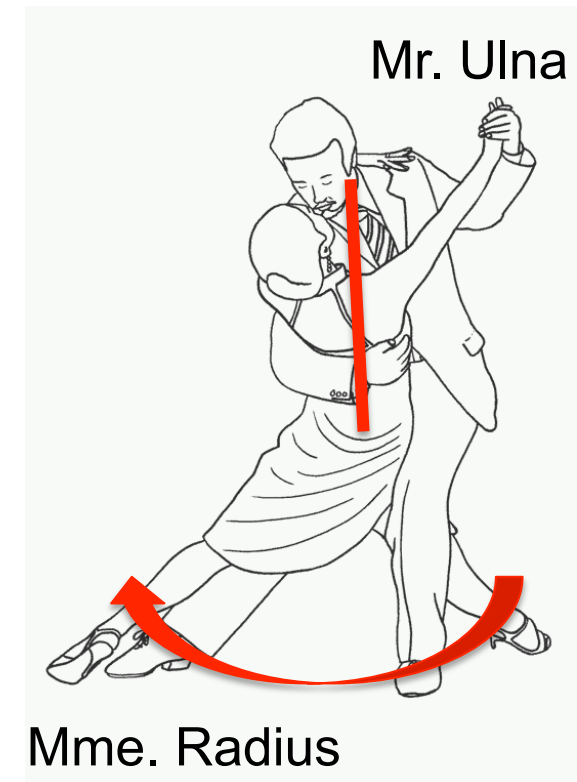
Tolérance et simplification du système

- La **simplification** du système permet d'en accroître la **tolérance** aux imperfections morphologiques



En quelques mots et une image:

- Le CAB un système articulaire
- 2 os= étalement et enroulement
- Ulna relativement fixe
- Radius: rotation proximale – circonvolution distale
- Contraintes morphologiques et d'union
- Possibilité de simplification



Cals vicieux diaphysaires du cadre antébrachial



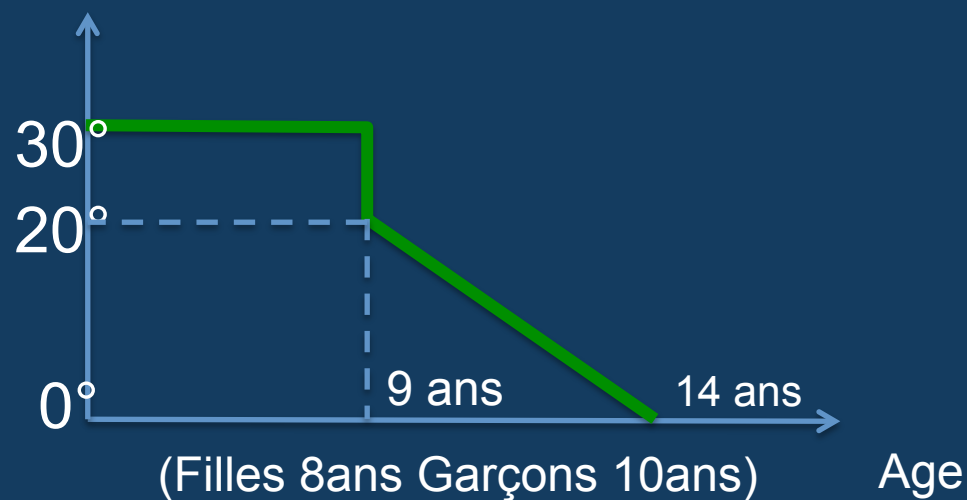
Incidence chez l'enfant

- Evaluation difficile:
 - . Pathologie rare
 - . Bonne tolérance
- Enfant: *Fuller et al. 1982*
 - Série continue 2000 fractures 3% de CV symptomatiques.

Etiologie chez l'enfant

- Traitement orthopédique « optimiste » du grand enfant
- Traitement inadapté:
- Capacité de remodelage de l'enfant
- **Un CV symptomatique ne s'améliorera pas avec la croissance**

CV angulaire torérable



- Avant 9 ans < 30°
- De 9 à 13 < 20°
- > 13 ans : Anatomique

1

Epidémiologie - Etiologies des CV CAB

Etiologie chez l'adulte

- Adultes Terrain différent :
 - Fractures complexes proximales du radius
 - Contexte polytraumatisme
 - Ostéosynthèse inadaptée
 - Pays moins médicalisés



Trousdale RT, Linscheid RL. *Operative treatment of malunited fractures of the forearm.* J Bone Joint Surg Am. 1995 Jun;77(6):894-902.

Bouso A, Ndiaye A, Dieme C, Sane A, Sy MH, Seye SI. [Malunion of fractures of the midshafts of the radius and ulna in adults. A series of 10 cases]. Chir Main. 2007 Dec;26(6):288-92.

Impact d'un CV

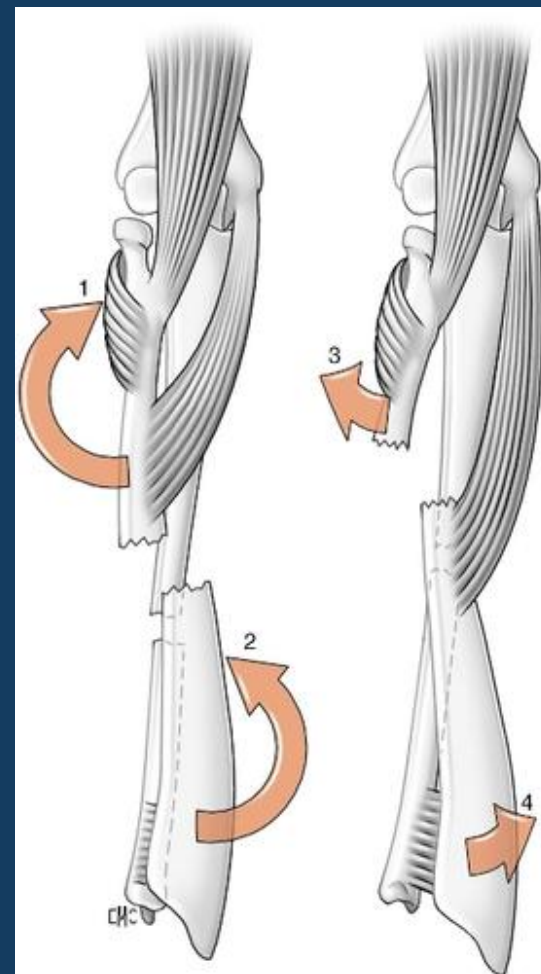
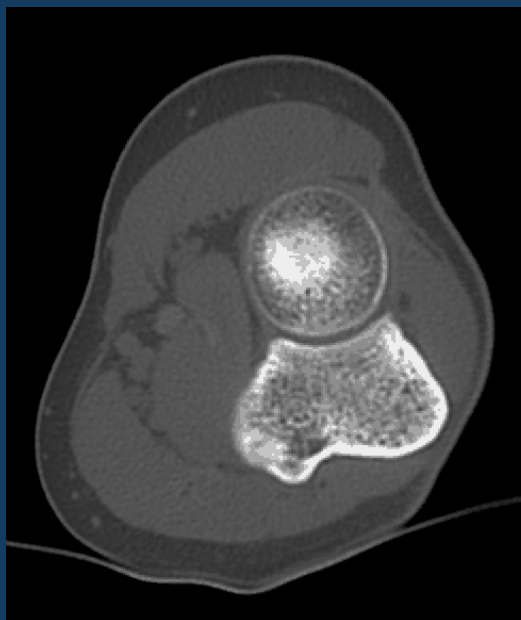
Etudes Expérimentales :

- A partir de 10° un Cv angulaire peut conduire à une limitation des amplitudes articulaires (20° perte de fonction)
- Un CV rotatoire 45°
- Moins bonne tolérance du radius

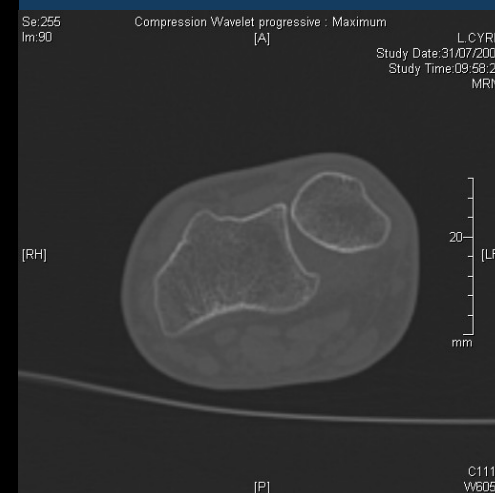
-
- Fuller, D. J., and McCullough, C. J.: Malunited fractures of the forearm in children. J Bone Joint Surg Br, 64(3): 364-7, 1982.
 - Matthews, L. S.; Kaufer, H.; Garver, D. F.; and Sonstegard, D. A.: The effect on supination-pronation of angular malalignment of fractures of both bones of the forearm. J Bone Joint Surg Am, 64(1): 14-7, 1982.
 - Price, C. T., and Knapp, D. R.: Osteotomy for malunited forearm shaft fractures in children. J Pediatr Orthop, 26(2): 193-6, 2006.
 - Sarmiento, A.; Ebramzadeh, E.; Brys, D.; and Tarr, R.: Angular deformities and forearm function. J Orthop Res, 10(1): 121-33, 1992.
 - Tarr, R. R.; Garfinkel, A. I.; and Sarmiento, A.: The effects of angular and rotational deformities of both bones of the forearm. An in vitro study. J Bone Joint Surg Am, 66(1): 65-70, 1984.

Conflit interosseux , mise en tension de la MIO

- Action toxique du Pronator Teres et du supinator
- Mise en tension de la MIO par CV rotatoire



Désorganisation des articulations Radio-Ulnaires



Rétractions des parties molles

- Polytraumatismes
- Syndrome des loges à minima
- Musculaires
- MIO



Facteur temps

- **Facteur temps:** *Trousdale et Linscheid 1995*
 - Facteur péjoratif prise en charge au delà de **12 mois**
 - Rétraction de la MIO
 - Enraidissement des articulations Radio Ulnaires
 - Rétractions musculaires

Mécanismes de blocage

- Conflit interosseux
- Tension de la MIO
- Désorganisation des RU
- Rétraction des parties molles
- Le Temps



SYNTHÈSE !

Selon l'âge

- CV de l'enfant :
 - Déformations modérées, potentiel de remodelage, bonne tolérance.
- CV de l'adolescent:
 - Souvent un traitement initial inadapté, faible remodelage, tolérance moindre.
- CV de l'adulte:
 - CV de l'adolescent vieilli: (- effet du temps)
 - Défaut du traitement initial:
 - Fractures proximales du radius
 - Polytraumatisme

Selon le type de raideur (Nagy et al.)

- CV à pronation déficitaire : Pronostic ---
 - CV proximaux, angulations $>30^\circ$, composante rotatoire fréquente
- CV à supination déficientes : pronostic +++
 - CV proximaux, angulation moindre, composante rotatoire rare.
- CV avec trouble de la RUD : pronostic +++

Selon la topographie du CV

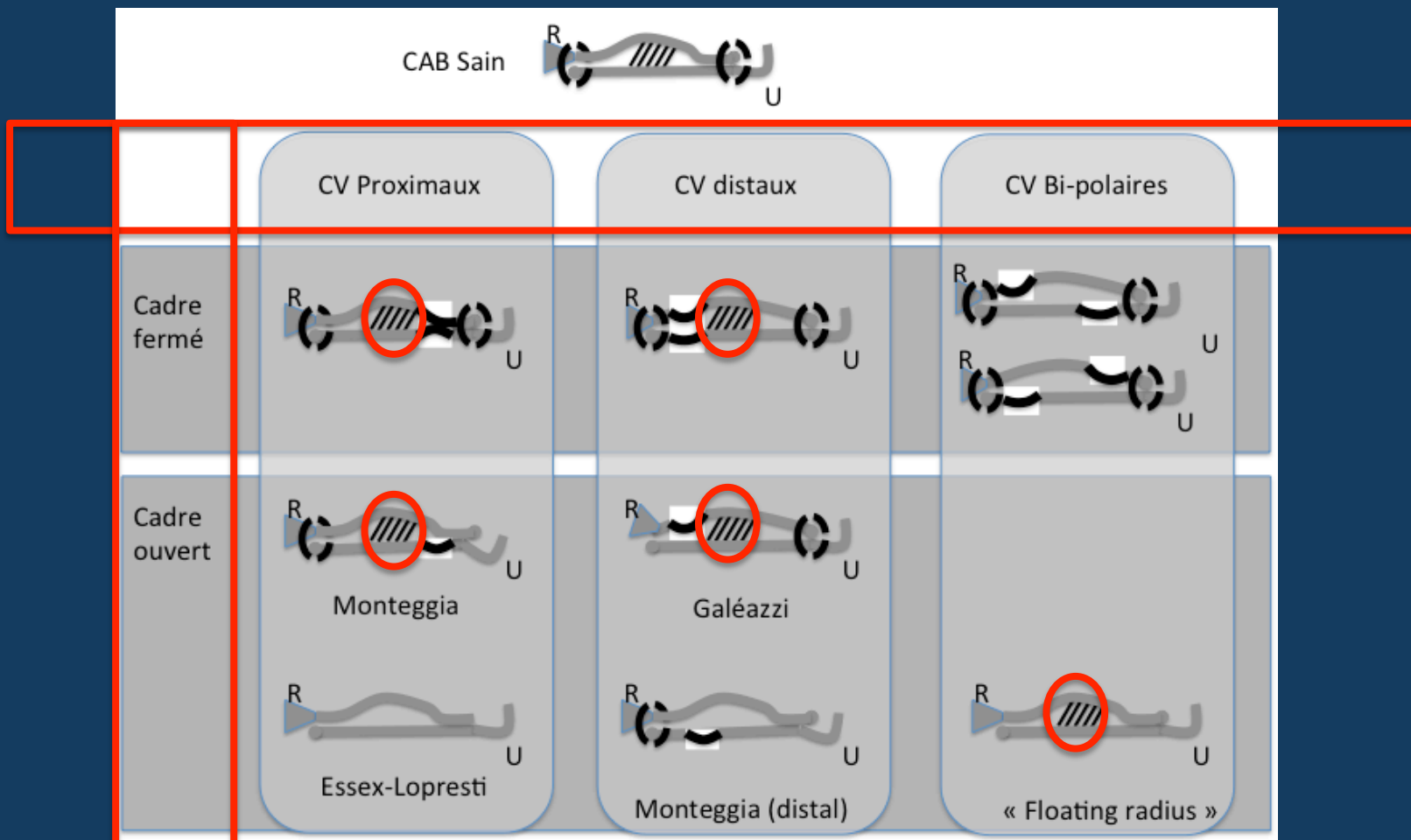
Basée sur 3 paramètres qui guident la stratégie thérapeutique

1. Topographie d'un conflit potentiel
2. Atteinte de la MIO
3. Lésions des articulations radio-ulnaires distales et proximales (ouverture du cadre ante-brachial)

R



Classification lésionnelle et stratégique des CV

2. ~~Monteggia~~ pleins RU : Ouverture



SYNTHÈSE !

Types de CV

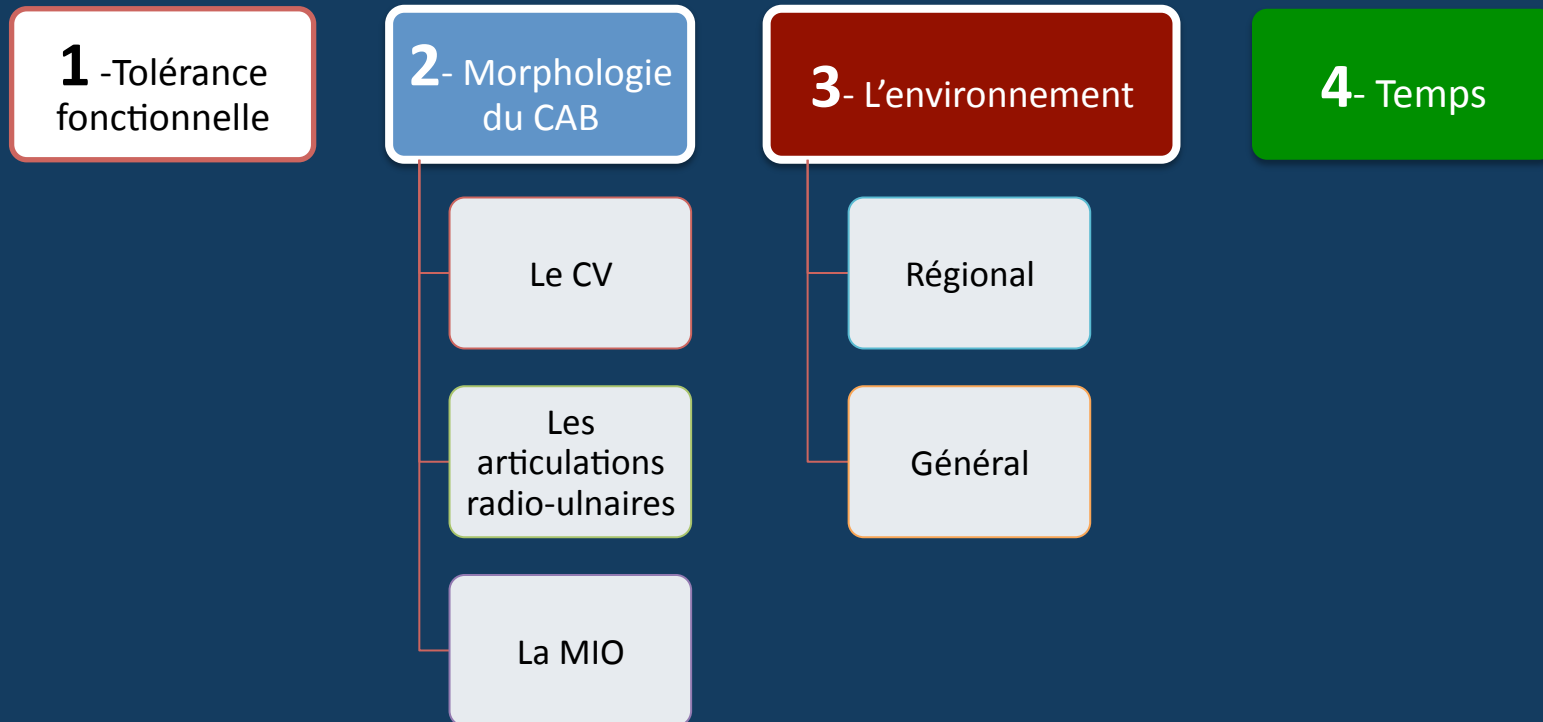
- CV distaux / proximaux
- A cadre ouvert/Fermé (RU)
- Atteinte de la MIO
- Récents et anciens

Motifs de consultation

3 grands motifs de prise en charge d'un CV:

1. Perte de mobilité
2. Douleurs RUD
3. Esthétique

Étapes de l'analyse



Morphologie du CAB

- Méthode
 - Clichés radiologiques : (comparatifs)
 - Avant-bras (F+P) : neutre / pronation et supination max.
 - Coude (F+P)
 - Poignet (F+P)
 - **Acquisition tomодensitométrique (+ reconstruction 3D)**
 - Couplée à un Logiciel de reconstruction: Osirix©..
 - Réalisation en pronation et supination max
 - Complémentaires:
 - Echographie ou IRM : MIO
 - Scintigraphie : doute sur PSA

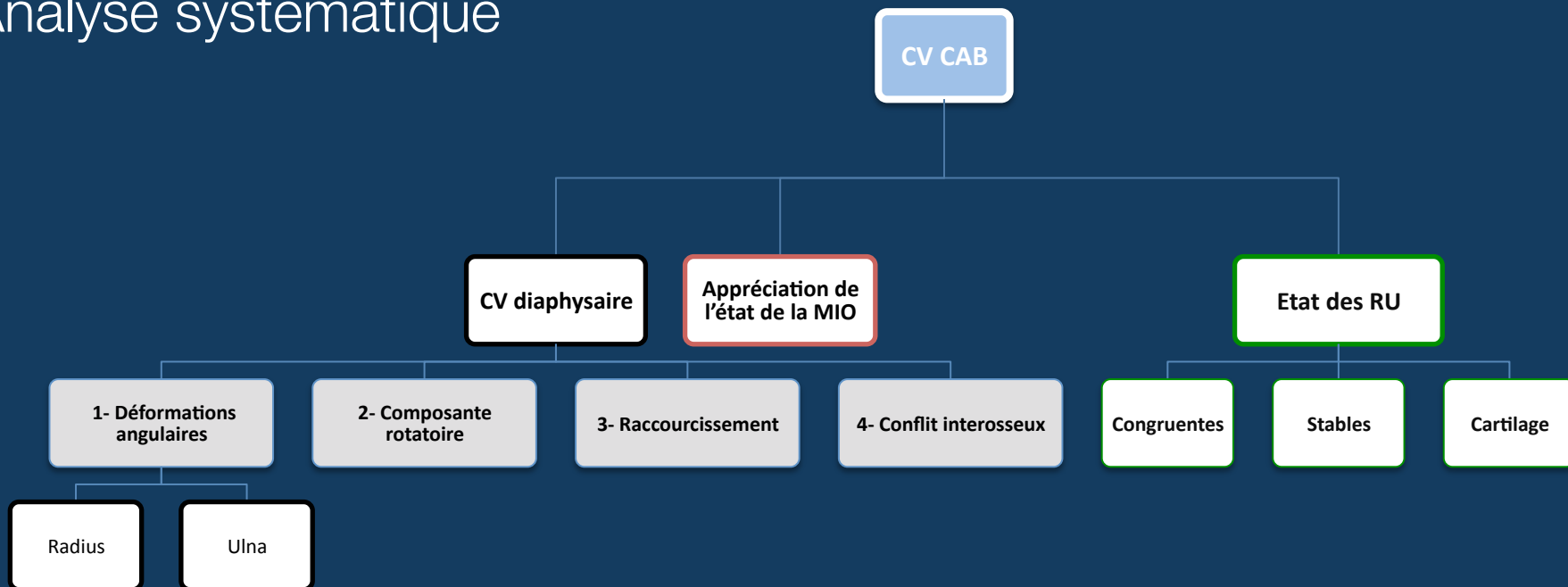
Morphologie du CAB : le CV

Difficultés: le bilan morphologique = guide à la correction

- Pas de morphologie standard du CAB
- Coté controlatéral modèle correct
- Analyse dans les trois plans de l'espace
- Repères utilisables en per-opératoires
- Difficulté à corriger un CV dans les deux plans de l'espace
- Pour les angulations repérage du plan de plus grande déformation

Morphologie du CAB : le CV

Analyse systématique



4

Bilan pré-thérapeutique

Morphologie du CAB : le CV

Evaluation globale

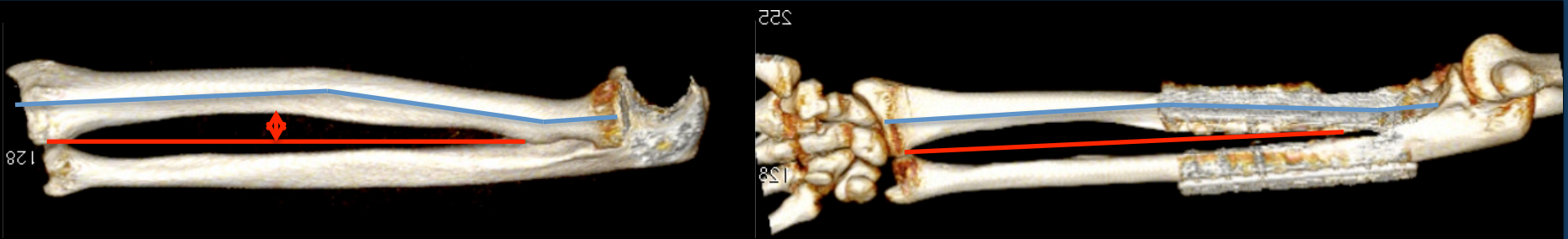
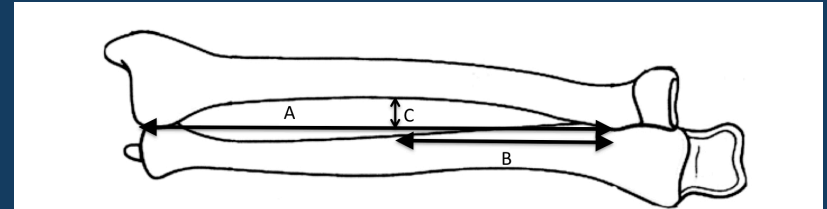


4

Bilan pré-thérapeutique

Morphologie du CAB : le CV

1. Courbure pronatrice du radius –
2. Fermeture de l'espace interosseux



Frontal

Schemitsch EH et al.

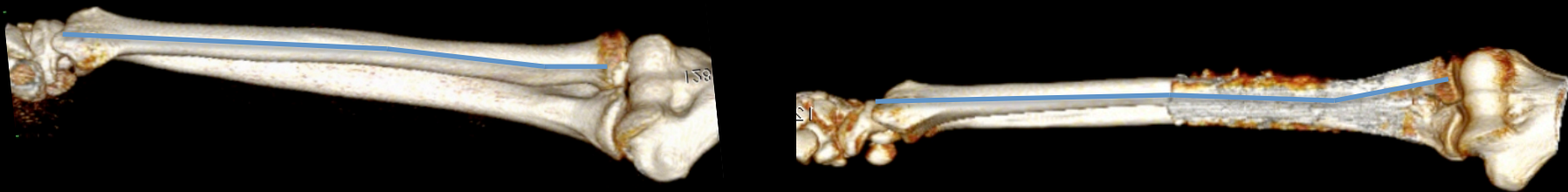
Variations de C / controlat. de plus de 3 mm (Nal=15mm)

B de plus de 10% / controlat. (Nal= 60%)

Schemitsch EH, Richards RR. *The effect of malunion on functional outcome after plate fixation of fractures of both bones of the forearm in adults.* J Bone Joint Surg Am. 1992 Aug;74(7):1068-78.

Morphologie du CAB : le CV

Courbure pronatrice du radius –
fermeture de l'espace interosseux.



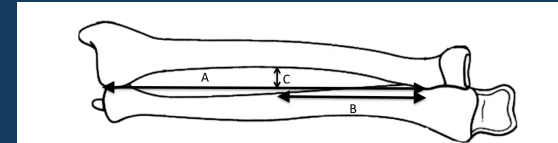
Sagittal

4

Bilan pré-thérapeutique

Morphologie du CAB : le CV

Courbure pronatrice du radius –
fermeture de l'espace interosseux

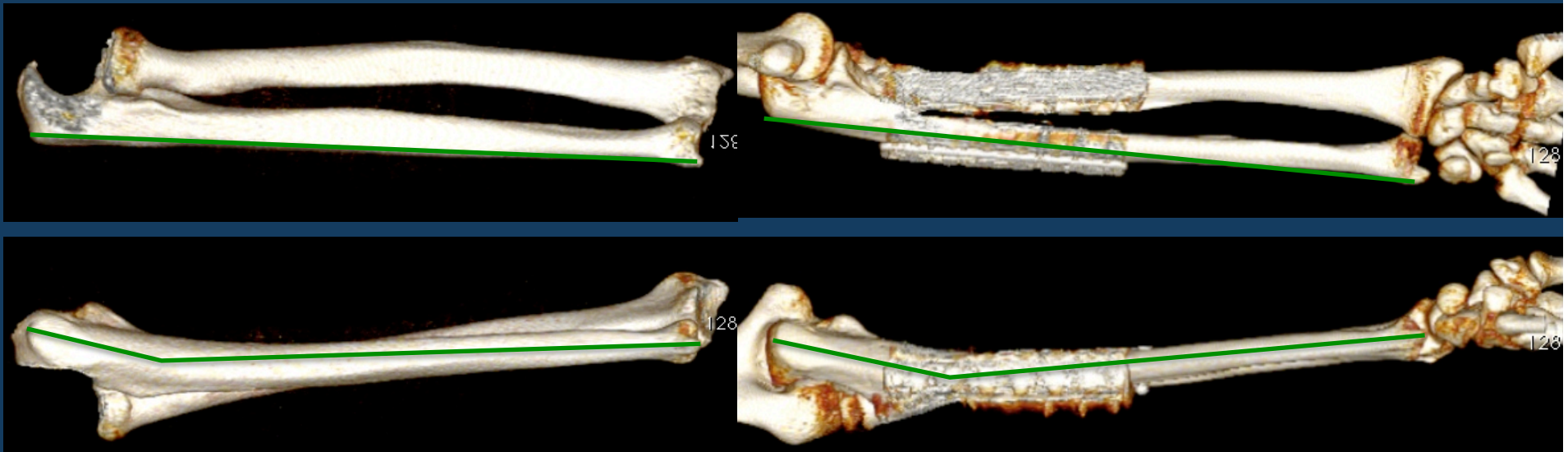


4

Bilan pré-thérapeutique

Morphologie du CAB : le CV

Composante ulnaire

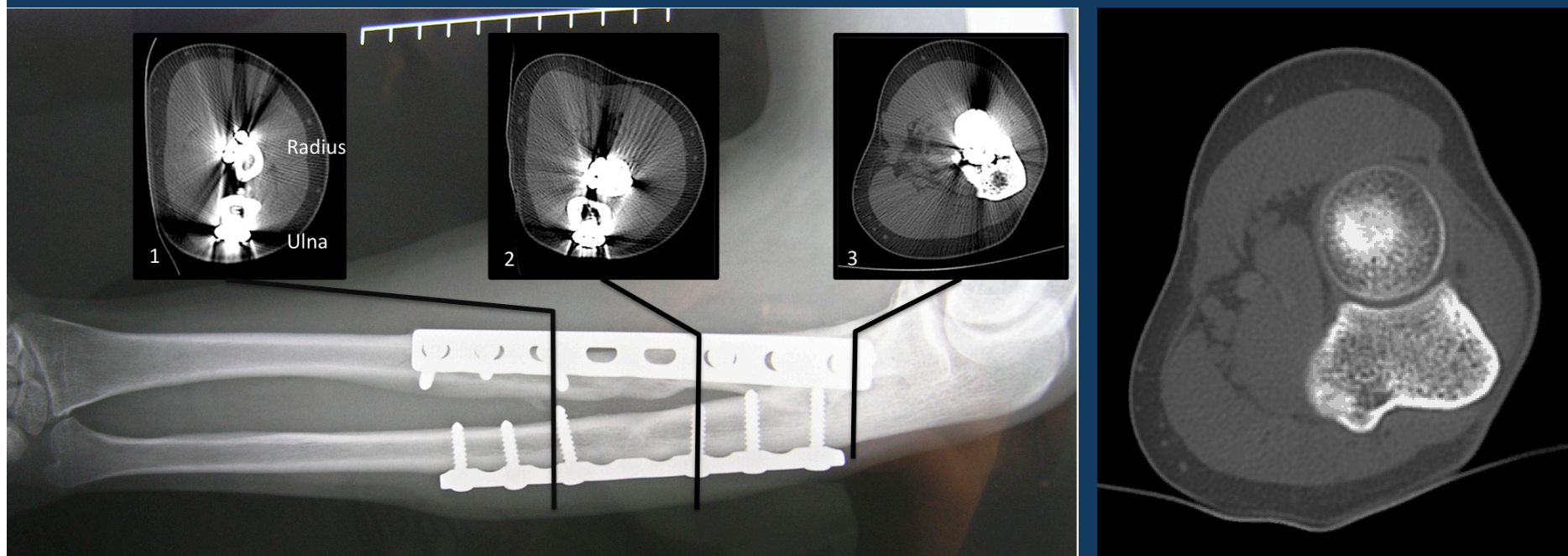


4

Bilan pré-thérapeutique

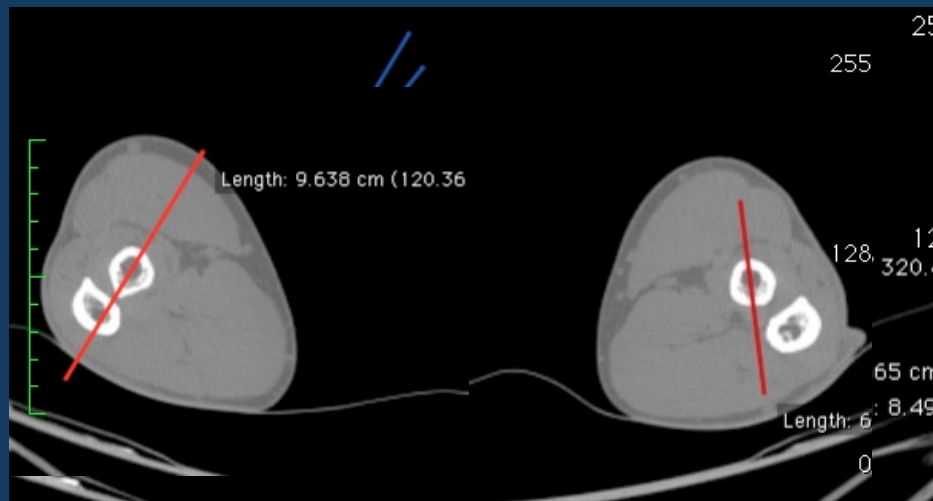
Morphologie du CAB : Conflit interosseux

1. Cortical
2. Cal osseux
3. Matériel



Morphologie du CAB : CV rotatoire

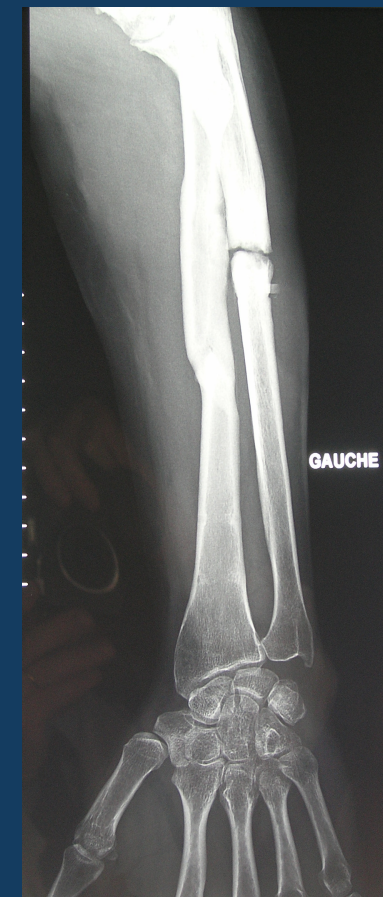
- Analyse des différentes composantes du CV:
 - Rotation: TDM selon *Bindra et al.*



CV rotatoire de 30°

Morphologie du CAB : Raccourcissement

- Raccourcissement :
 - Unipolaire : en général du radius (RX variance ulnaire)
 - Bipolaire : des deux os



Statut des RU

- Congruence:
- Stabilité
- Cartilage



- Evaluation clinique : Douleurs, stabilité (en pronation)
- Imagerie : Arthro-TDM : stabilité, cartilage, TFCC



Etat de la Membrane Interosseuse

- MIO:
 - Histoire chirurgicale
 - Mécanisme lésionnel: marqueurs indirects +++
 - Imagerie : IRM
- Lésions musculaires : syndrome des loges
 - Histoire

Environnement

- Régional :
 - Cutané : cicatrices existantes
 - Neurologiques :
 - Pronateur : Rond Pronateur : N. Médian
 - Supinateurs:
 - Biceps N. Musculo-cutané
 - Supinator : N. Radial

Environnement

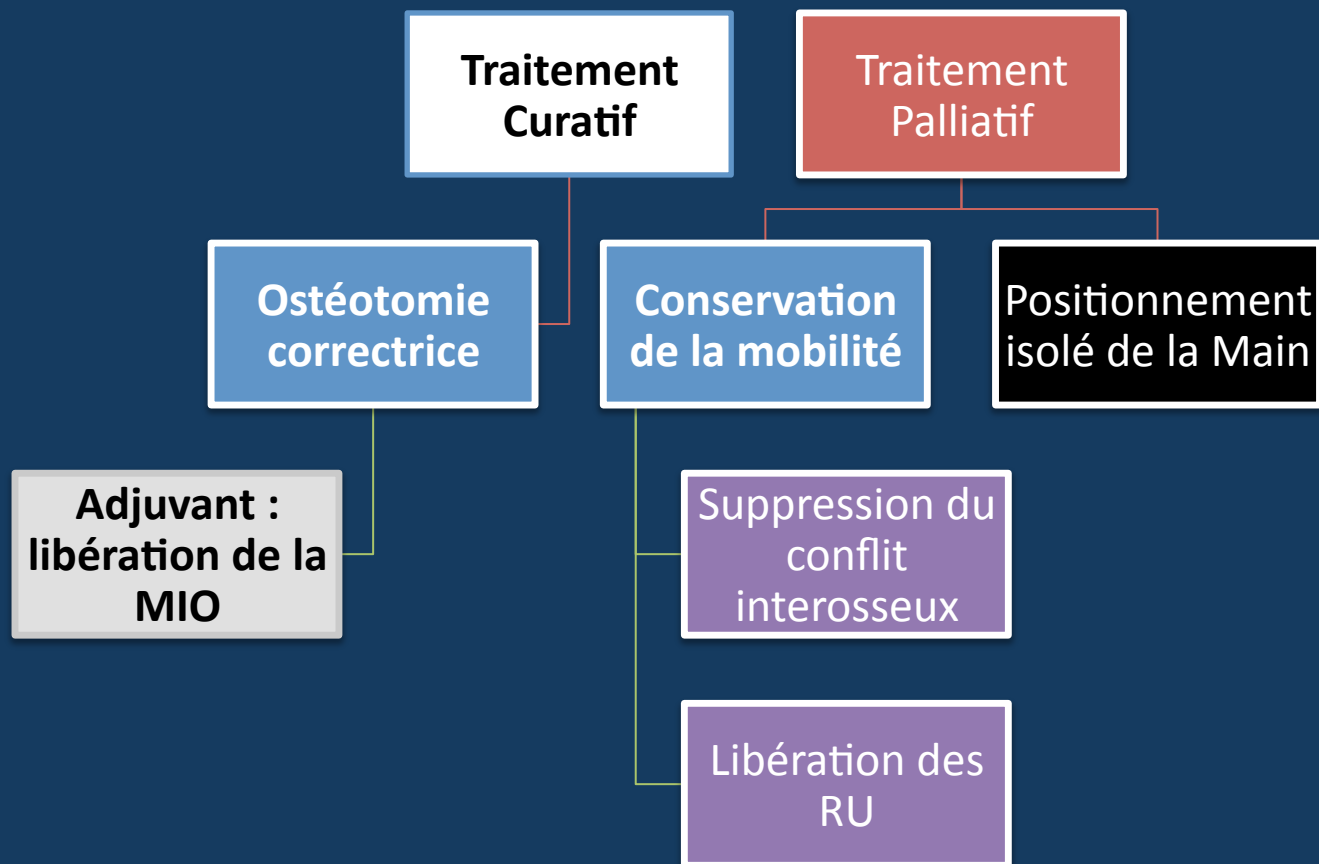
- Tolérance fonctionnelle:
 - Volant de Prono-supination
 - Etat des articulations voisines
- Temps :
 - 12 mois : Trousdale et Linscheid

Bilan pré-thérapeutique

- TDM avec reconstruction
- Difficile analyse des étiologies de la raic
 - CV :
 - Angulation (plan de plus grande déformation)
 - Raccourcissement
 - Rotation
 - RU
 - L'état de la MIO
 - Le temps
- Facteur loco-régionaux / généraux

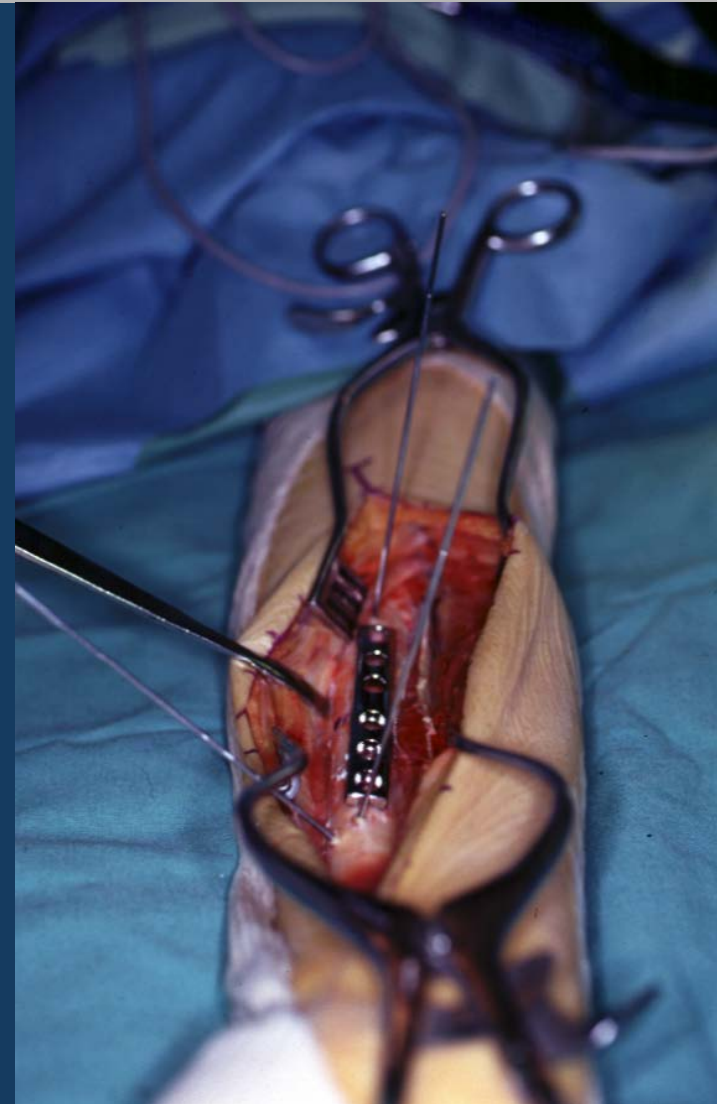


SYNTHÈSE !



TTT Curatif : ostéotomie correctrice

- Voie d'abord:
 - Directe : antérieure pour le radius / postérieure pour l'ulna.
 - Eviter une voie unique.



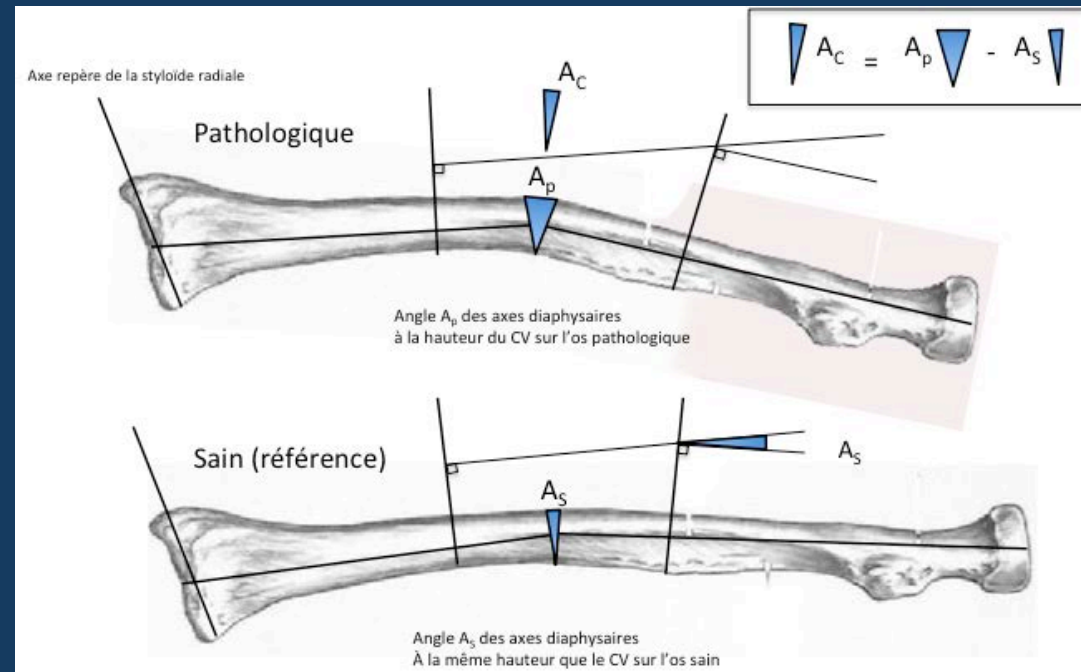
Curative : ostéotomie correctrice

- Principes généraux:
 - Favoriser les traits d'ostéotomie uniques et de préférence oblique (permet correction de l'angulation , translation et allongement).
 - Eviter les greffes intercalées.
 - Grande surface de contact : stabilité , consolidation.
 - Corriger par la même ostéotomie les déformations frontale et sagittale: détermination du plan de plus grande déformation
 - Supprimer les conflits interosseux.
 - Ostéosynthèse stable autorisant une mobilisation précoce.

Curative : ostéotomie correctrice

- Ostéotomie simple:
 - Planification pré-opératoire:
 - Identification du plan de plus grande déformation.
 - Utilisation de plans de références (styloïde radiale ou ulnaire)
 - Calcul du type et de l'importance de la correction
 - Styloïde radiale

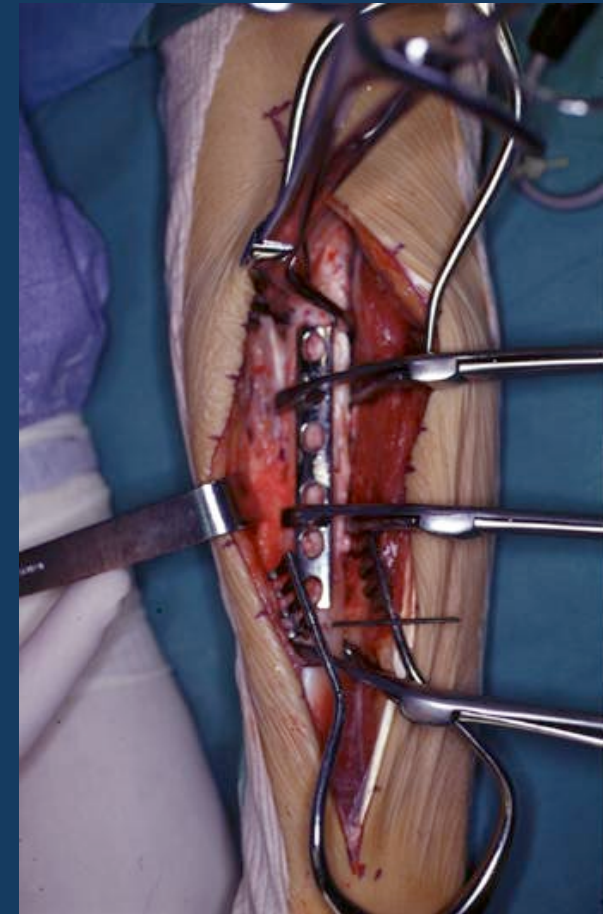
Curative : ostéotomie correctrice



1. Définition du plan de plus grande déformation (repérage / styloïde radiale).
2. Calcul de la correction
3. Identification de la zone de correction

Curative : ostéotomie correctrice

- Stratégie per-opératoire:
 - Identification du plan de plus grande déformation grâce à la scopie et marquage par broche (éventuellement en utilisant des plans de référence) (styloïde radiale ou ulnaire).
 - Repérage de la zone d'ostéotomie la correction finale peut être identifiée par de broche divergentes de l'angle de la correction.
 - Type d'ostéotomie dépend de la nature de la correction: Oblique+++



5

Méthodes thérapeutiques

Curative : ostéotomie correctrice

Identification du plan de plus grande déformation

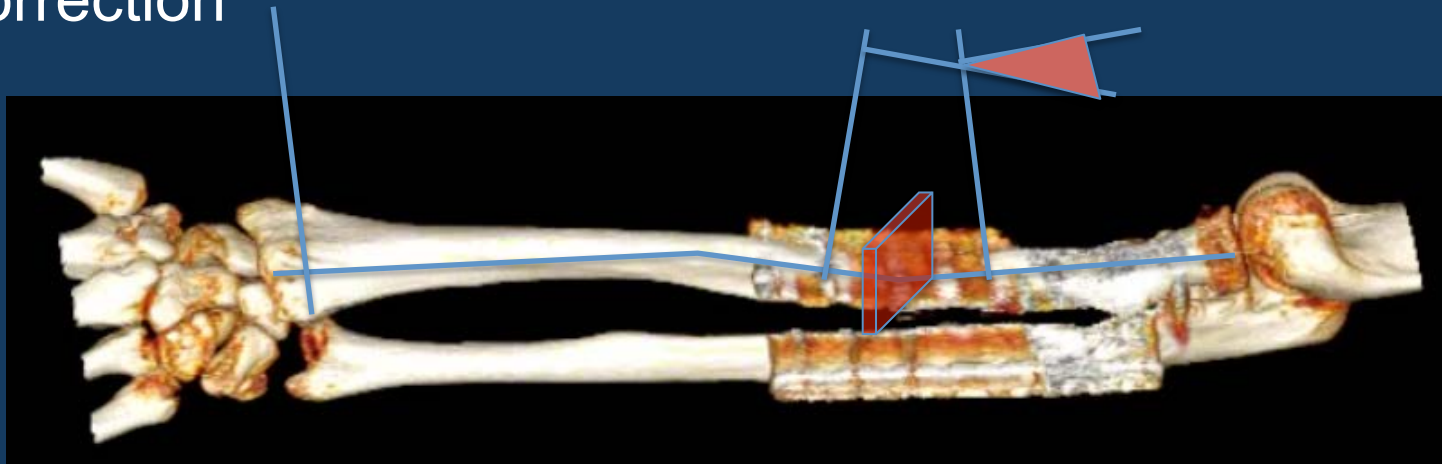


5

Méthodes thérapeutiques

Curative : ostéotomie correctrice

Repérage de la zone d'ostéotomie et de l'importance de la correction

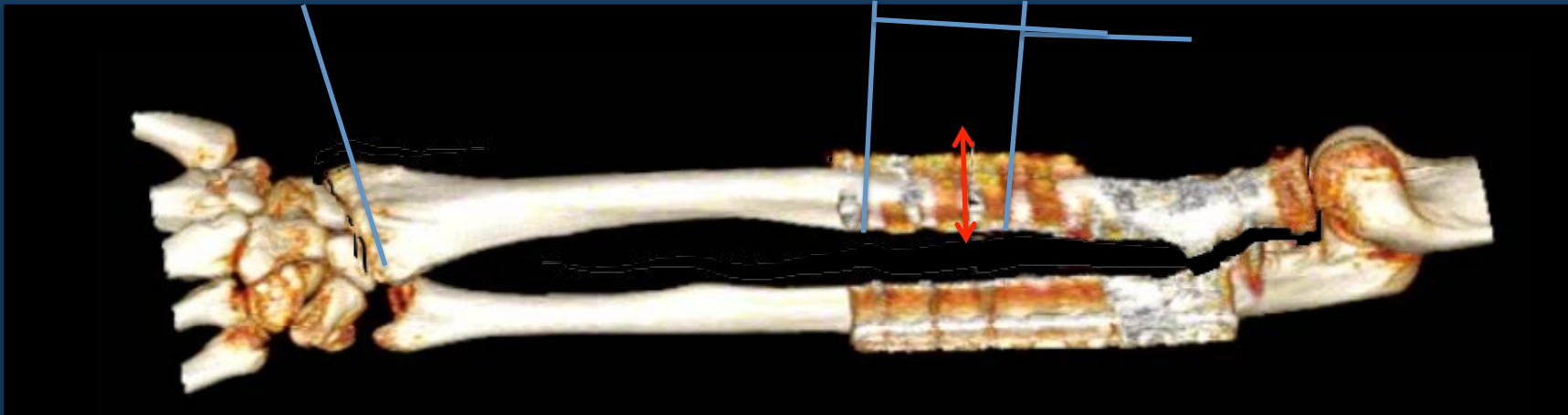


5

Méthodes thérapeutiques

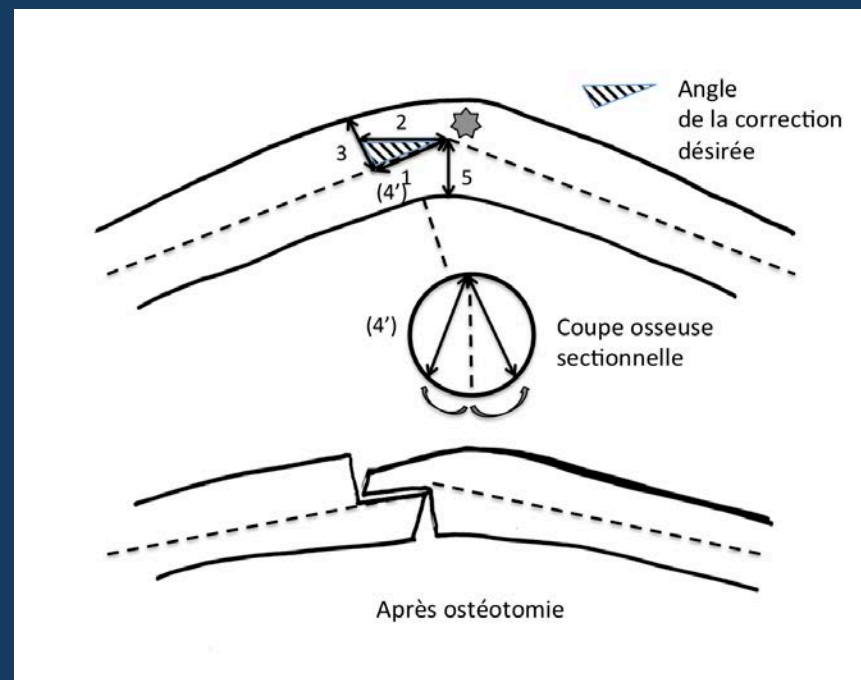
Curative : ostéotomie correctrice

Repérage de la zone d'ostéotomie et de l'importance de la correction



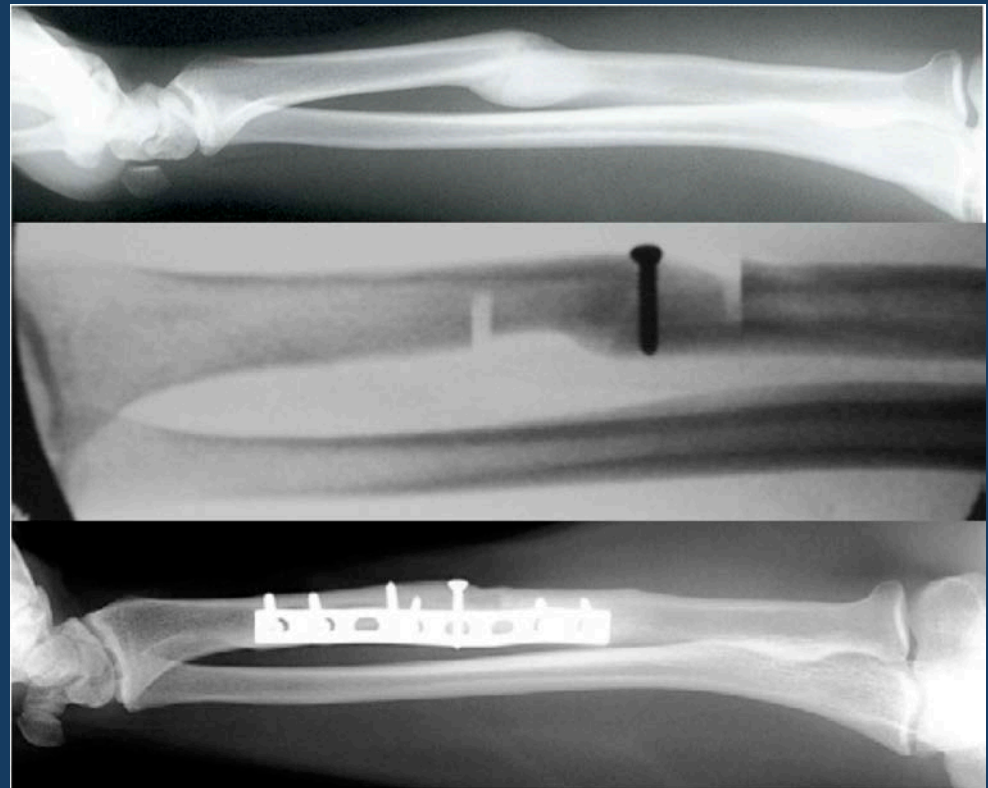
Curative : ostéotomie correctrice

- Ostéotomie complexe:
 - Plane oblique
 - « Ostéotomie Alaska » :
McNamara et Munoz. 2008
 - Angulation
 - Raccourcissement
 - Rotation



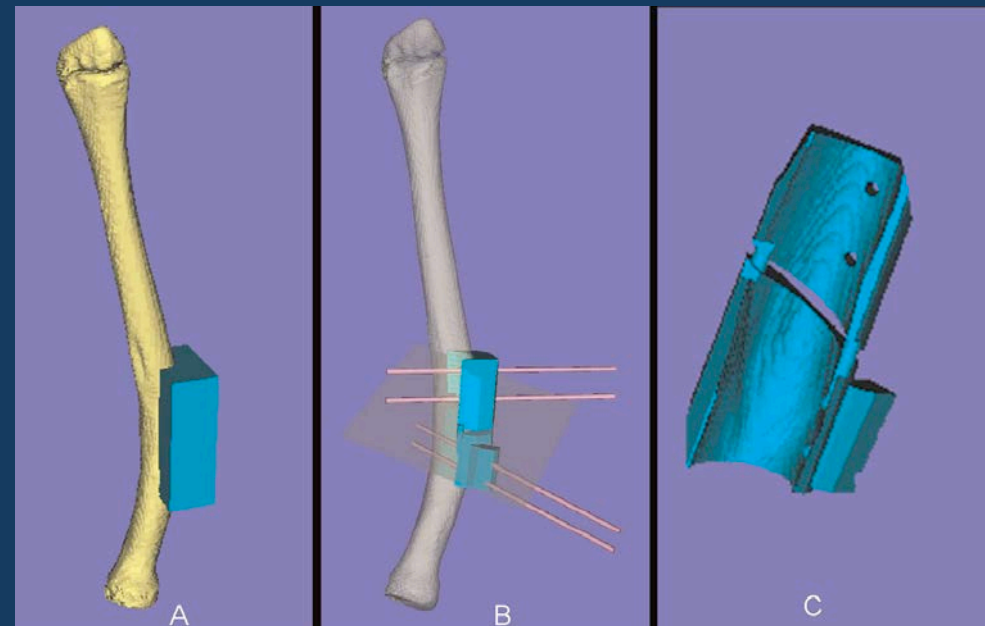
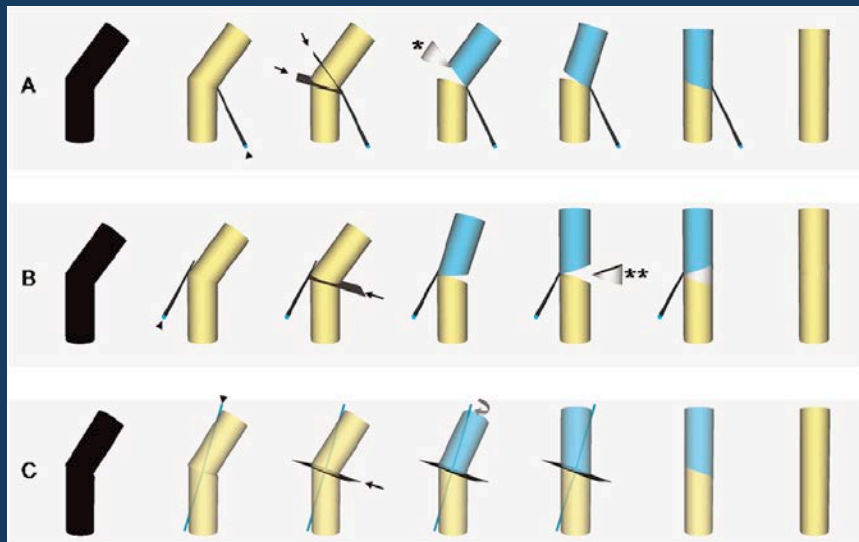
Curative : ostéotomie correctrice

- Ostéotomie complexe:
 - Plane oblique
 - « Alaska » permet:



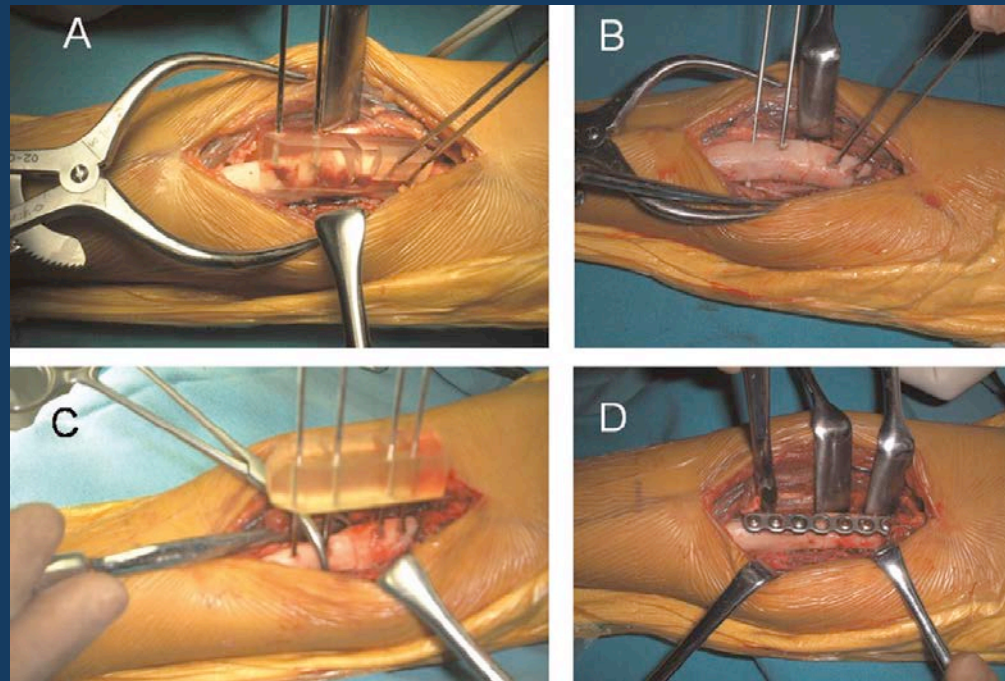
Curative : ostéotomie correctrice

- Ostéotomie assistée : Ordinateur / Ancillaire *Murase et al.*
JBJS am 2008.



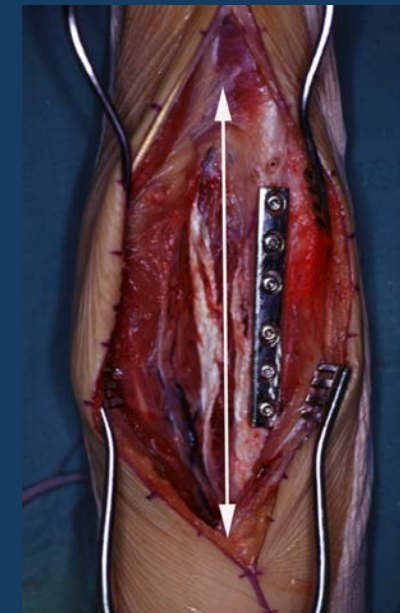
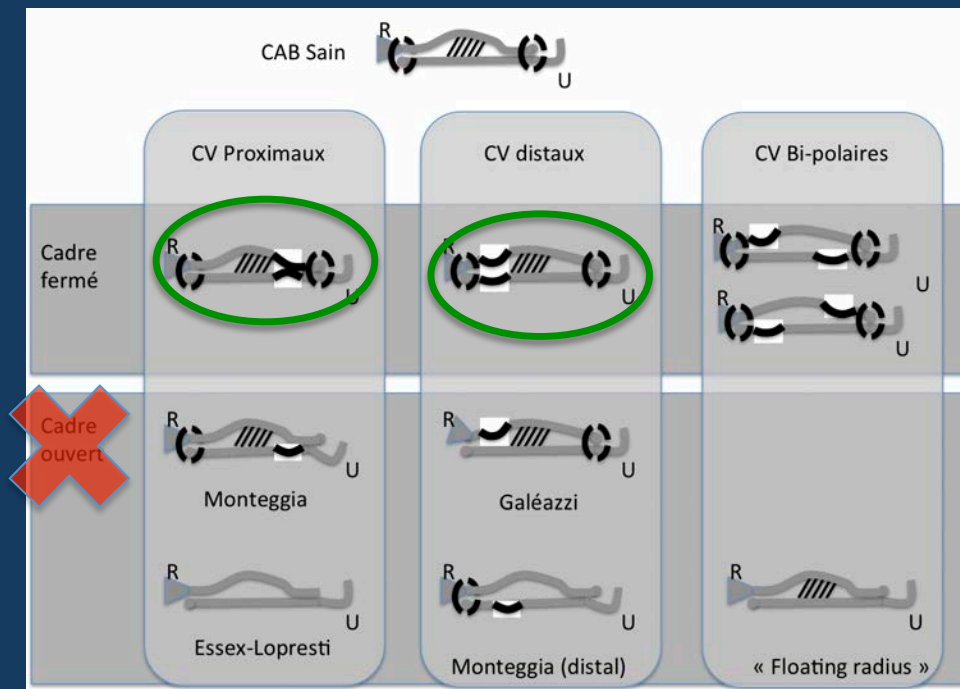
Curative : ostéotomie correctrice

- Ostéotomie assistée : Ordinateur / Ancillaire *Murase et al.*
JBJS am 2008.



Adjuvantes : Simplification du système

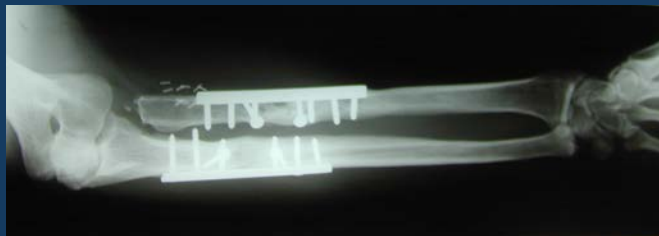
- Libération de la MIO :
 - Concept de simplification du CAB appliqué aux CV par *Nagy et al.*
 - **Indication**: correction incomplète après suppression du conflit interosseux.
 - **Contre indication** : ouverture du cadre.



Coulet B, Boretto JG, Allieu Y, Fattal C, Laffont I, Chammas M. Pronating osteotomy of the radius for forearm supination contracture in high-level tetraplegic patients: technique and results. *J Bone Joint Surg Br.* 2010 Jun;92(6):828-34.

Palliative : résection RU

- **Simplification du système:**
 - Palliatif sur une RU: résection
 - Suppression d'un éventuel conflit interosseux
- **Pré-requis:**
 - Intégrité de la MIO



5

Méthodes thérapeutiques

Palliative : résection RU

Pré-opératoire

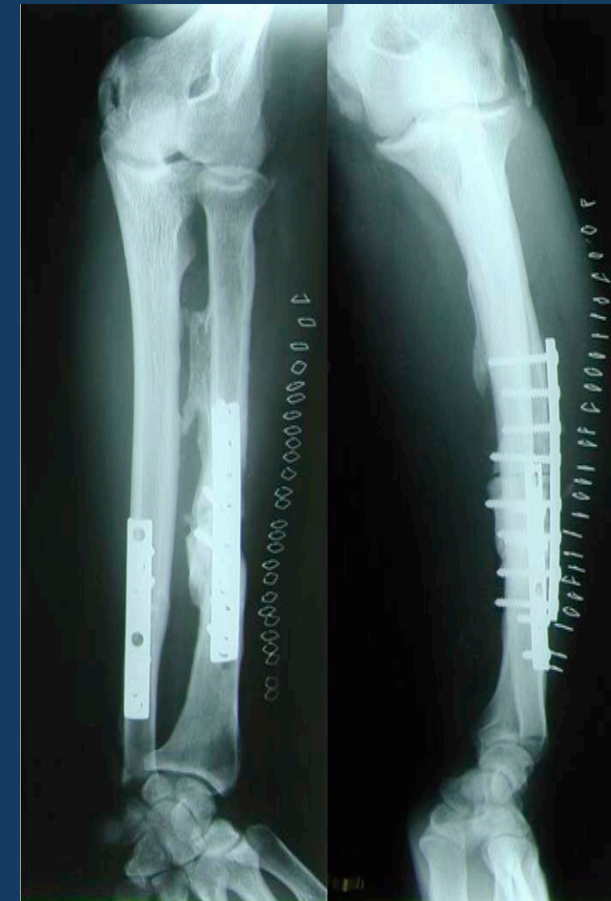


5

Méthodes thérapeutiques

Palliative : résection RU

Révision



Palliatif vrai

- Ostéotomies de positionnement:
 - Du radius ou des deux os.
- Avant-bras à un seul os:
 - Position de fixation en légère supination.

Méthode thérapeutique

- TTT restitution anatomique
 - Ostéotomie correctrice
 - ± Simple libération MIO adjuvante à l'ostéotomie (RU intactes)
- TTT Palliatif : simplification du Système artriculaire
 - Respect de deux points de fixation proximal et distal:
 1. Ostéotomie correctrice pour supprimer le conflit IO
 2. résection d'une RU mais la MOI doit être intact.
- Palliatif vraie



SYNTHÈSE !

Quel Cv corriger ?

- Uniquement les CV symptomatiques avec répercussion fonctionnelle:
 - Limitation des volants de mobilité:
 - 50° pronation
 - 50° de supination
 - Troubles des RU
 - Esthétique ?

Quel CV ne pas corriger ?

- Déficits neurologiques: pronateurs et supinateurs
- Infections évolutives
- Motivation du patient
- Objectifs non accessibles

Quand corriger ?

- Le plus tôt possible dès qu'un déficit fonctionnel apparaît.
- De préférence avant 6 mois.
- Chez le grand enfant ne pas attendre un improbable remodelage dès qu'il y a un déficit.

Comment corriger ?

- Stratégie non univoque dans la littérature.
 - Quelle déformation corriger ?
 - Correction d'un ou deux os ?
 - Dans quel ordre?
 - Quand associer une technique adjuvante?
 - Quand proposer un palliatif ?

Stratégie per-opératoire ?

1^{er} temps: Ostéotomies correctrices de l'ensemble des déformations

- Tolérance d'une angulation de 10 à 15° sur l'ulna

Evaluation per-opératoire

- Mobilité
- Congruence des articulations RU



- Mobilité satisfaisante
- RU Congruentes

- Mobilité non fonctionnelle
- RU congruentes

- Mobilité satisfaisante
- RU non congruentes

- Mobilité non satisfaisante
- RU incongruentes

-Si correction satisfaisante du radius ou de l'ulna (absence de conflit) : probable rétraction de la MIO

Libération de la MIO (si > 6mois ++)

-Si correction satisfaisante du radius ou de l'ulna (absence de conflit) :

- Probables lésions des RU:

Palliatif sur RU

Lésion des RU et de la MIO

Palliatif du CAB:

- Ostéotomie de dérotation en position neutre ou légère supination

- « one bone forearm »

Complications Trousdale et Linscheid

- Taux de complications de 48%
 - Douleurs résiduelles de la RUD +++ (Délai++)
 - Perte de mobilité 15%
 - Pb de consolidation 5%
 - Instabilité de la RUD
 - Synostoses sont rares
 - Neurologique : NIOP dans les formes proximales.
 - Cas d'arthrose condyloradiale secondaire

Résultats Trousdale et Linscheid

- Gain de mobilité
 - 79° en moyenne si opéré avant 12 mois et seulement 30° après.
- Poignet douloureux :
 - Seulement 50% seulement indolores avec une perte de mobilité de 7°
- Esthétique : 100% satisfaits mais perte de mobilité de 10°

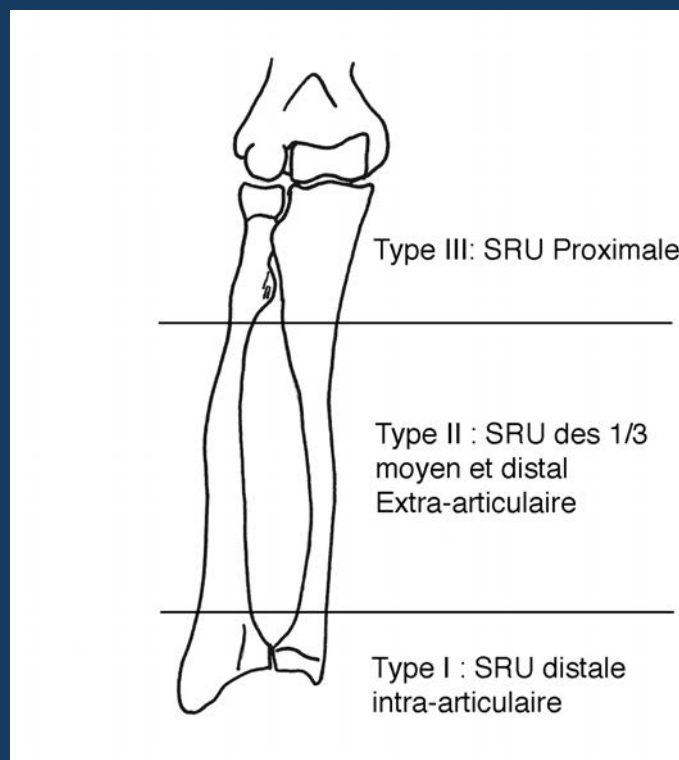
Synostoses radio-ulnaires diaphysaires



Définition

- Formation d'os ectopique à distance d'une articulation
- Acquise
- Formes diaphyso-métaphysaires post-traumatiques.

- Exclusion:
 - Congénitale
 - Post-brûlure
 - Coude post-traumatisme cranien

Définition: Classification *Vince et Miller 1987*

Définition

- Formes post-traumatiques: 2% (0 à 9,3%) des fr. des deux os de l'AB.
- Vince et al. 1987
 - Terrain:
 - Sujet jeune < 40 ans
 - Polytraumatisme souvent associé à un TC
 - Local:
 - Fr. à grand déplacement, lésion des parties molles
 - Traitement retardé (13,1 jours en moyenne)
 - Défaut de prise en charge
 - CV dans 12/14 – Vis trop longues 5/14



1. Bilan morphologique de la SRU

Topographie

Recherche d'un CV associé

Effraction du canal médullaire

Statut des RU

2. Bilan régional

Cutané

Neuro-vasculaire

Musculaire

3. Evolutivité de la SRU**4. Tolérance fonctionnelle**

Evolutivité de la SRU

- « Feu vert de l'indication de résection »
- Contact rapproché des deux os (\neq paraostéoarthropathies).
- Critères:
 - Arrêt de l'extension de la SRU
 - Maturation osseuse
- Bilan paraclinique : Evolutivité
 - Radiologique : maturation de la trame
 - Scintigraphique: décroissance de la fixation

Check list

1. Topographie de la SRU – exérèse – voie d’abord
2. Est-elle associée à un CV?
3. Y-a-t-il une communication du canal médullaire ?
4. Est-elle mal tolérée ?
5. Est-elle mature ?

1. Techniques curatives: résections

- Principes généraux
- Traitements adjuvants
- Spécificités selon le type

2. Techniques palliatives

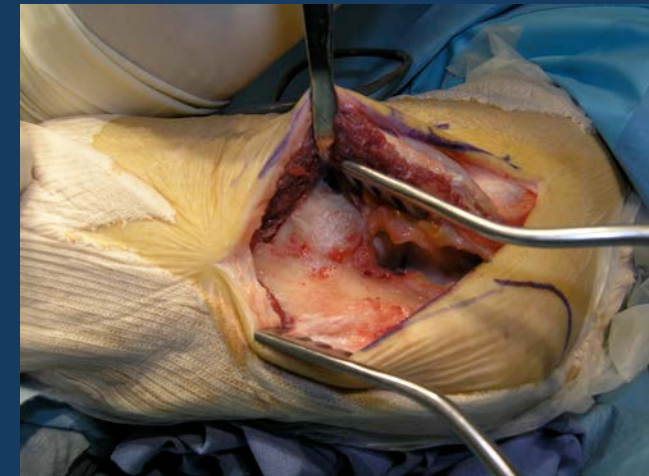
Techniques curatives

1. « Timing »

1. Philosophie différente du membre inférieur et POAN
2. Maturation indispensable (> 1 an)
3. Pas trop tard car raideur des parties molles ,
mécanismes de compensation (< 2 ans)

Techniques curatives: principes généraux

1. Anesthésie loco-régionale (mobilisation post-opératoire)
2. Voie d'abord directe souvent postérieure (limiter les décollements).
 1. Voie d'abord souvent post : Position d'enraidissement (raideur en pronation =dorsal) - CV associé (antérieur)
 2. Hémostase soigneuse (garrot ?) et drainage
 3. Dissection de l'ulna vers le radius (voie post)
 4. Protection du NIOP par le supinator
 5. Ligature des Vx IOAnt
 6. Délimitation de la SRU (\pm scopie)
 7. Résection à la scie vitesse rapide
 8. Contrôle mobilité
 9. Lavage > 2l
 10. Amos seulement si gênante, correction d'un CV
 11. Mobilisation post-opératoire immédiate



Techniques curatives: TTT adjuvants

1. Adjuvant per-opératoires: interposition
 1. Lambeaux graisseux
 2. Fascia lata : endogène ou allogreffe
 3. Plaque de silicone

Indication +++ : effraction du canal médullaire
(Hanel et al. 2007)



Techniques curatives: Spécificités selon le type de SRU

1. SRU type I : métaphysaires distales (contact étroit)

Vince et al 1987:

- 4 résections simples 3 récurrences
- 3 Darrach associés 1 récurrence

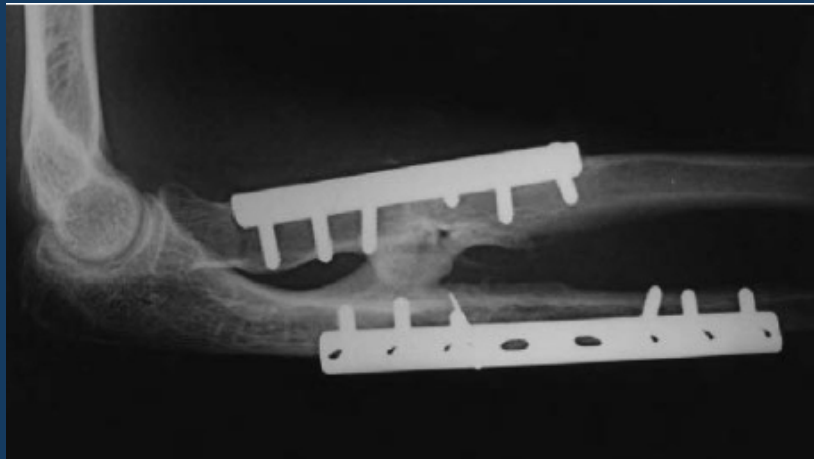
Résection de la SRU + Darrach

Techniques curatives: Spécificités selon le type de SRU

1. SRU type II : Diaphysaire (Espace large- CV fréquents- défaut de prise en charge initiale)

Vince et al 1987:

- 70 % de bons résultats

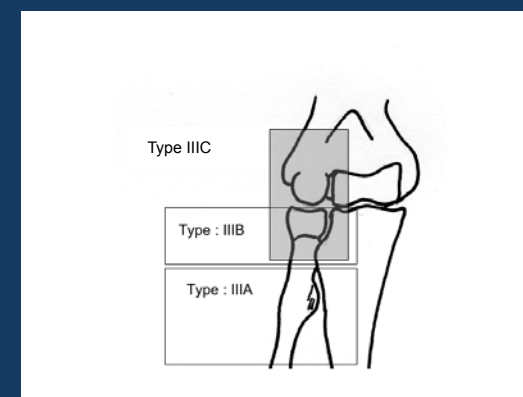


Techniques curatives: Spécificités selon le type de SRU

1. SRU type III A et B : Proximale (Espace étroit)

Traumatisme lésionnel complexe avec une atteinte de la tête radiale.

- Abord post (Jupiter et al.)
- Discussion d'une résection de la tête radiale et d'une interposition de prothèse



Techniques palliatives

Failla et al. : 35% de récives Type III ---

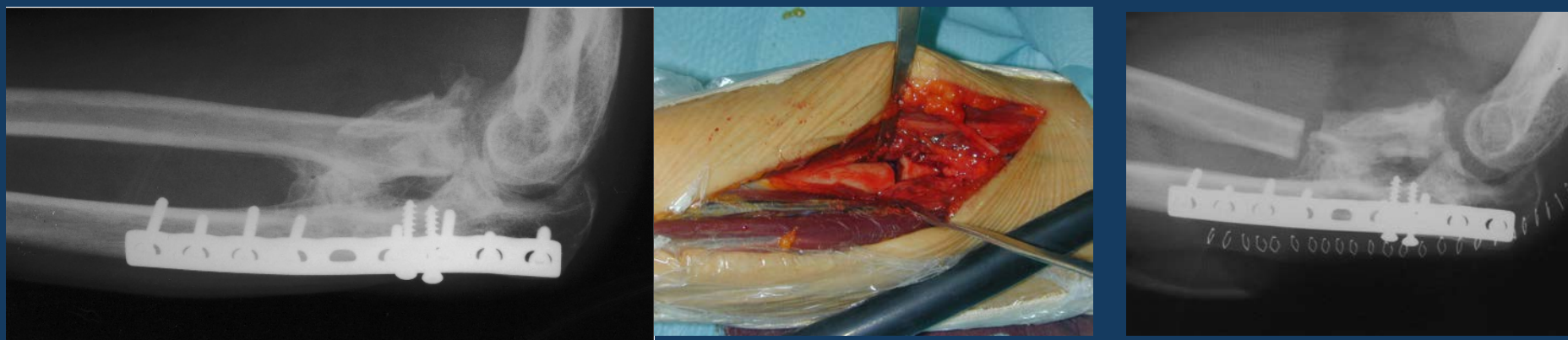
1. Psa intentionnel proximale du radius: *Kaminini et Morrey 2002*

Principe : Kapandji Sauvé inversé.

Technique: Résection d'un cm de radius en aval de la SRU- mobilisation immédiate

Indications: SRU non réséquable – MIO intact.

Résultats: Sur 7 cas 98° de volant de P/S



Failla JM, Amadio PC, Morrey BF. *Post-traumatic proximal radio-ulnar synostosis. Results of surgical treatment.* J Bone Joint Surg Am. 1989 Sep;71(8):1208-13.

Kamineni S, Maritz NG, Morrey BF. *Proximal radial resection for posttraumatic radioulnar synostosis: a new technique to improve forearm rotation.* J Bone Joint Surg Am. 2002 May;84-A(5):745-51.

Techniques palliatives

1. Ostéotomie de dérotation des deux os

- Indications :
 - troubles architecturaux majeurs
 - Déficits moteurs
 - Raideurs en forte pronation
 - Atteinte bilatérale
- Technique:
 - Att aux complications vasculaires
 - Positionner en légère supination

Conclusion

- Le CAB : système articulaire à la cinétique singulière.
- Possibilité de simplification: à condition de respecter la règle : 2 points de fixations proximal et distal.
- La correction d'un CV du CAB nécessite une évaluation préalable précise.
- Quand la restitution anatomique n'est pas possible il est possible d'augmenter de la tolérance du système par sa simplification:
 1. Libération de la MIO (RU intact)
 2. Palliatif sur une RU (MIO intact)

Merci

b-coulet@chu-montpellier.fr