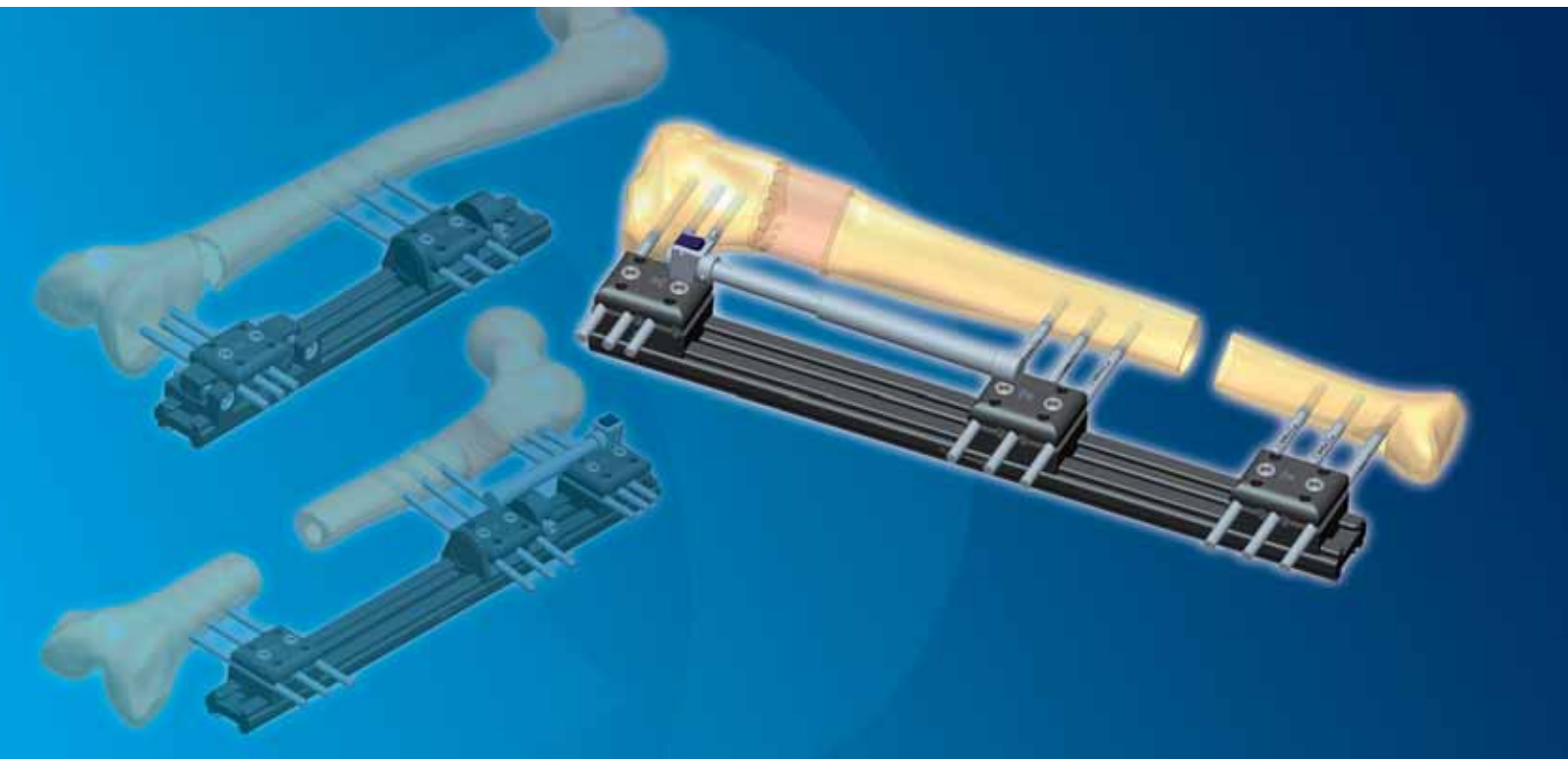




Systeme de Reconstruction des Membres (LRS)



1 INTRODUCTION

2 CARACTERISTIQUES ET AVANTAGES

Composants pour application standard

Composants pour correction progressive

Composants pour correction angulaire extemporanée

7 MATERIEL NECESSAIRE

9 ALLONGEMENT ET PERTE DE SUBSTANCE OSSEUSE

Principes Généraux

Allongement

Perte de substance osseuse

25 CORRECTION DES DEFORMATIONS

Principes Généraux

Tête Pivotante Micrométrique ADV et Tête de translation-angulation ADV

Utilisation de la tête multiplan ADV

Utilisation de la tête en T de Garches ADV

Utilisation de la charnière de connexion pour anneau SRF ou True Lok

47 REFERENCES

49 ANNEXE

Orthofix remercie vivement les chirurgiens suivants pour leur contribution au développement de cette technique:

S. NAYAGAM, MD
M. OLEKSAK, MD

INTRODUCTION

Le Système Orthofix de Reconstruction des Membres (LRS) est composé d'un ensemble de fixateurs externes monolatéraux modulaires utilisés en chirurgie reconstructrice dans la prise en charge des allongements de membre, pertes de substance osseuse, fractures ouvertes, pseudarthroses ainsi que dans la correction des déformations angulaires. Bénéficiant de plusieurs années de succès clinique, ce système à l'efficacité prouvée rapporte d'excellents résultats pour les indications ci-dessus tout en offrant des améliorations majeures par rapport à la technique opératoire initiale (voir pages 10-11 avec références). Doté de caractéristiques innovantes, le LRS Advanced fait preuve d'une meilleure efficacité pour une application simplifiée pour la correction des déformations, les contractures articulaires et le transport de segments osseux.

Le chirurgien dispose ainsi d'un choix plus large, profitant désormais d'un système de fixation externe fiable et spécifique à la correction des déformations et des pertes de substances osseuses. De surcroît bien mieux toléré par le patient.

Ce dispositif est destiné à manipuler deux ou plusieurs segments osseux les uns par rapport aux autres : séparation progressive des segments favorisant la formation osseuse, modification du positionnement des segments pour corriger une déformation ou la réalisation simultanée de ces deux procédures. Ces manipulations sont réalisées au moyen de deux ou trois fiches placées dans chaque segment osseux. Les fiches sont solidement fixées dans les logements à fiches situés au niveau des têtes qui sont connectées au rail ADV ; les têtes peuvent être déplacées le long de l'axe du rail. L'angulation et la translation d'un segment osseux par rapport à un autre sont de ce fait rendues possibles. La correction extemporanée des déformations peut être réalisée à l'aide des correcteurs extemporanés d'angulation.

Une correction angulaire progressive peut toutefois être pratiquée au moyen des têtes de correction progressive. L'utilisation conjointe d'une tête en "T" de Garches assure la correction précise en varus ou en valgus des déformations au niveau du genou (soit en extemporané, soit en progressif par la technique de l'hémicallotasis). Le positionnement variable des fiches le long de l'axe osseux offre une excellente stabilité et réduit le temps d'application. Ces caractéristiques permettent au Système de Reconstruction des Membres (LRS) de maîtriser l'ensemble des problèmes de fixations rencontrés dans le cas de fractures comminutives avec perte de substance osseuse, pseudarthrose, cal vicieux et chez les patients ostéoporotiques.

Le système LRS Advanced offre au chirurgien les avantages suivants :

- Flexibilité et souplesse
- Réduction du temps opératoire
- Composants radiotransparents disponibles
- Correction angulaire sécurisée
- Excellente stabilité
- Courbe d'apprentissage réduite

CARACTERISTIQUES ET AVANTAGES

Composants pour application standard

Rail ADV

- Les têtes peuvent être positionnées des deux côtés du rail du fait des doubles rainures
- Plusieurs tailles sont disponibles : 120, 200, 250, 300, 350 et 400 mm
- Pour côté droit et gauche
- Disponible en aluminium et matériau radiotransparent



Tête droite ADV (53530)

- Plus grande capacité de distraction du fait de la petite taille de la tête (50 mm)
- Dispose de 4 orifices destinés à recevoir l'unité de compression-distraction ; augmente l'efficacité du processus de correction du fait du positionnement au plus près de l'os de l'unité lorsque celle-ci est insérée dans les orifices médiaux de la mâchoire de tête.
- Utilisée comme son propre gabarit de tête pour les guides fiches, permettant aux fiches d'être correctement positionnées



Tête métaphysaire ADV (53520)

- Configuration à fiches multiples
- Les fiches peuvent être introduites dans des segments osseux courts ou étroits grâce aux logements convergents de la section en « T »
- Fixation stable des segments osseux courts (3 fiches sur deux niveaux)
- Section droite radio opaque, section en « T » radiotransparente



Tête à inclinaison variable ADV (53580)

- Inclinaison variable des fiches de façon à s'adapter aux courbures des segments osseux
- Peut être positionnée du côté droit ou gauche, la vis de verrouillage (a) pouvant être retirée et remplacée du côté opposé

**Dyna-Ring ADV (53536)**

- A verrouiller sur le rail de façon à ce que le coussinet silicone soit en contact avec la tête, cette dernière ayant été déverrouillée pour permettre la dynamisation
- Permet la dynamisation contrôlée du segment concerné et prévient tout effondrement
- Autorise la conversion anticipée du mode rigide en mode dynamique et réduit la phase de neutralisation

**Charnière de connexion (53570)**

- Compatible avec les systèmes de Sheffield et True/Lok
- Facilite la connexion d'un anneau à l'extrémité du rail permettant ainsi la stabilisation en croix de l'articulation
- Lorsqu'elle est utilisée conjointement à un anneau dans le cadre d'une correction angulaire, il convient d'utiliser au minimum 3 fiches péri-articulaires pour la fixation osseuse
- Radiotransparent



Composants pour correction progressive

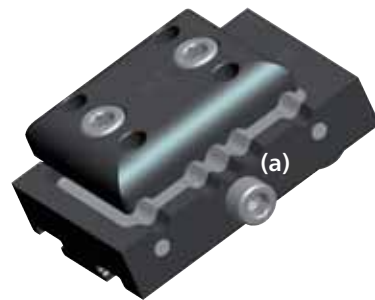
Tête pivotante micrométrique ADV (53115)

- Correction angulaire progressive jusqu'à $\pm 24^\circ$
- Echelle graduée indiquant le degré de correction réalisé
- La tête peut être activée sans compromettre la stabilité du montage puisque les fiches sont fixées dans la tête et tournées ensemble sur une plateforme indépendante
- La connexion LRS à l'unité de CD assure une meilleure distribution des charges grâce aux 4 orifices de la mâchoire de tête



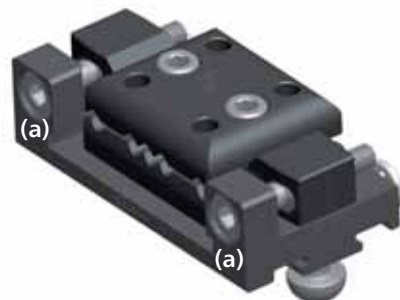
Tête de translation ADV (53111)

- Vis fileté unique (a) assure une translation d'1 mm par tour et une correction progressive le long de l'axe des fiches
- Jusqu'à 10 mm de translation



Tête de translation-angulation micrométrique (53585)

- Assure une translation et une angulation progressives:
 - La rotation des deux vis (a) dans le même sens (sens des aiguilles d'une montre ou sens inverse) produit la translation
 - La rotation des vis dans le sens opposé produit l'angulation
- Nouveau dispositif de verrouillage pour une meilleure stabilité
- Jusqu'à 16 mm de translation
- Correction angulaire progressive jusqu'à $\pm 13^\circ$



Tête en « T » de Garches (53031)

- Assure l'angulation dans un plan et permet:
 - l'allongement tibial au niveau de la métaphyse proximale, tout en contrôlant parfaitement la déviation en valgus ou en varus
 - la correction angulaire du tibia proximal par hémicallotasis
- Deux logements pivotants pour fiche latérale permettent la mise en place en mode convergent des fiches externes
- Pour une stabilité optimale, utiliser 3 fiches
- Profil ergonomique
- Radiotransparent

**Tête multiplan ADV (53581)**

- Peut être fixée à l'une ou l'autre des extrémités du rail
- Assure une correction progressive des défauts d'axe dans tous les plans jusqu'à 70° (et jusqu'à 12 mm de translation)

**Tête "Sandwich" LRS Advanced avec unités pour compresseur-distracteur**

53548 Tête "Sandwich" LRS Advanced,
hauteur: 8 mm *

53547 Tête "Sandwich" LRS Advanced,
hauteur: 15 mm*

- * La tête sandwich permet au chirurgien de surélever le plan d'insertion des fiches, comme décrit page 22



Unités pour compresseur distracteur

*Ce composant n'est pas inclus dans la boîte de stérilisation A référence 53990C

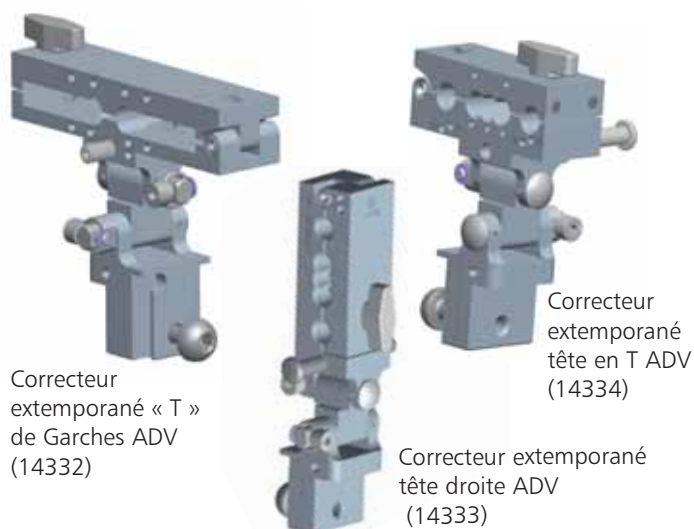
Composants pour correction extemporanée

Raccord articulé ADV (53541)

- Compatible avec : la tête de Torbay-Garches (10052), la tête droite Procillus (90006) ou la tête en « T » Procillus (90007)
- Peut être fixé à l'une ou l'autre des extrémités du rail
- Permet de réaliser des corrections précises et immédiates
- Autorise une rotation illimitée et jusqu'à 36° d'angulation de la tête dans tous les plans

**Correcteurs extemporanés d'angulation ADV**

- Se fixent à l'extrémité du rail, permettent d'insérer les fiches tout en s'adaptant à la déformation
- Les deux charnières orthogonales assurent la correction des déformations frontales et sagittales
- Permettent aux fiches d'être insérées perpendiculairement à l'axe du segment osseux de chaque côté de la déformation. Sont capables de corriger l'angulation dans tous les plans

**Correcteur extemporané de dérotation ADV**

- Le correcteur extemporané de dérotation ADV est composé de deux éléments :
 1. Un arc de 130 mm de rayon, coulissant librement le long du rail
 2. Une tête de correction qui peut être glissée le long de l'arc jusqu'au niveau prédéterminé de correction. Une correction maximale de 50° est possible
- Un arc de 100 mm de rayon est disponible pour s'adapter aux tissus mous moins encombrants, assurant jusqu'à 47° de correction
- Peut être utilisé seul ou combiné au correcteur extemporané d'angulation pour la correction des défauts d'axe et des troubles en rotation



Correcteur extemporané de dérotation ADV (14148)

MATERIEL NECESSAIRE

53995 - Boîte de stérilisation Système LRS ADVANCED instrumentation

Contient:

Références	Description des composants
------------	----------------------------

Plateau supérieur

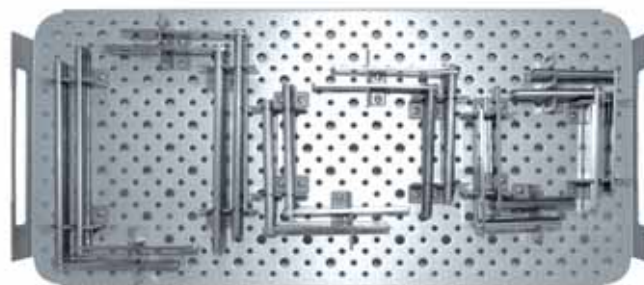
10x11102	Broche guide-vis, longueur 60 mm
10x11103	Broche guide-vis, longueur 100 mm
10x11124	Broche guide-vis, longueur 160 mm

Plateau central

2x11104	Guide-mèche, Ø 4.8 mm, longueur 40 mm
2x11105	Guide-mèche, Ø 4.8 mm, longueur 80 mm
2x11106	Guide-mèche, Ø 3.2 mm, longueur 40 mm
2x11116	Guide-mèche, Ø 3.2 mm, longueur 80 mm
2x11125	Guide-mèche, Ø 4.8 mm, longueur 140 mm
5x80122	Broche sans olive Ø 2 mm, longueur 400 mm
2x1100201	Pointe de mèche, Ø 4.8 mm, longueur 240 mm
2x1100301	Pointe de mèche, Ø 3.2 mm, longueur 200 mm
2x1100701	Pointe de mèche, Ø 4.8 mm, longueur 280 mm
1x10200	Bouchons de vis stérilisables (paquet de 20)
2x11005	Butée de mèche, Ø 4.8 mm
2x11006	Butée de mèche, Ø 3.2 mm

Plateau inférieur

2x10012	Clé hexagonale Ø 3 mm
2x10017	Clé hexagonale Ø 6 mm
1x10025	Clé dynamométrique 6 mm
2x91150	Clé en T universelle
1x11004	Trocart conique
1x30025	Clé dynamométrique 5 mm (Série 31000)
2x1101101	Mèche canulée Ø 3.2 mm, longueur 200 mm
2x1101201	Mèche canulée Ø 4.8 mm, longueur 280 mm
2x11144	Guide pour broche pilote Ruland Ø 2 mm, longueur 75 mm
2x11145	Guide pour broche pilote Ruland Ø 2 mm, longueur 115 mm
2x30017	Clé hexagonale Ø 5 mm
2x36017	Clé hexagonale Ø 4 mm
1x11111	Marteau



3995UEC - Boîte de stérilisation Instruments LRS ADV complète

Éléments hors du plateau

1x53592	Kit de rechange charnière de genou ADV
1x54-1150	Paire de rondelles coniques TrueLok
1x55-1171	Plaque 5 trous TrueLok

53990- Boîte de stérilisation Système LRS ADVANCED A

Contient:

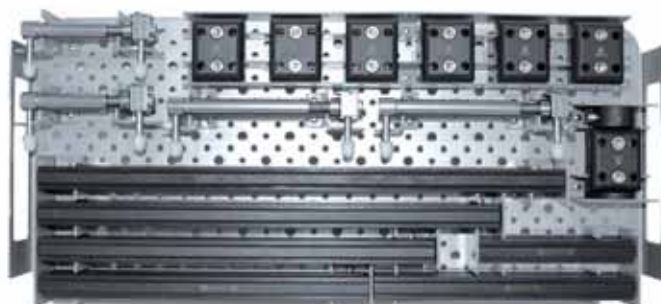
Partie N°	Description des composants
Plateau supérieur	
6x53530	Tête droite ADV
1x53560R ou 53560	Rail LRS ADV radiotransparent 400mm ou rail ADV LRS 400mm
1x53555R ou 53555	Rail LRS ADV radiotransparent 350mm ou rail ADV LRS 350mm
1x53550R ou 53550	Rail LRS ADV radiotransparent 300 mm ou rail ADV LRS 300 mm
1x53549R ou 53549	Rail LRS ADV radiotransparent 250 mm ou rail ADV LRS 250 mm
1x53545R ou 53545	Rail LRS ADV radiotransparent 200 mm ou rail ADV LRS 200 mm
1x53544R ou 53544	Rail LRS ADV radiotransparent 120 mm ou rail ADV LRS 120 mm
2x50008	Compresseur distracteur avec cliquet extension 4cm
2x50009	Compresseur distracteur avec cliquet extension 8cm
1x53580	Tête à inclinaison variable ADV

Plateau inférieur

1x53115	Tête pivotante micrométrique ADV
1x53111	Tête de translation ADV
1x53585	Tête de translation et d'angulation micrométrique
1x53520	Tête métaphysaire ADV
1x53031	Tête en « T » de Garches
1x53004	Compresseur distracteur pour « T » de Garches extension 5,5 cm
1x53005	Compresseur distracteur pour « T » de Garches extension 10 cm
1x53034	Connecteur ADV pour anneaux True Lok
1x53581	Tête Multiplan ADV
1x53570	Charnière de connexion pour anneau SRF ou True Lok
2x53536	Dyna-Ring ADV
1x53590	Charnière de genou ADV

53990C - BOITE DE STERILISATION COMPLÈTE A, COMPOSANTS LRS ADV
(Rails en Aluminium)**53990RC - BOITE DE STERILISATION COMPLÈTE A, COMPOSANTS LRS ADV**
(Rails radio-transparents)

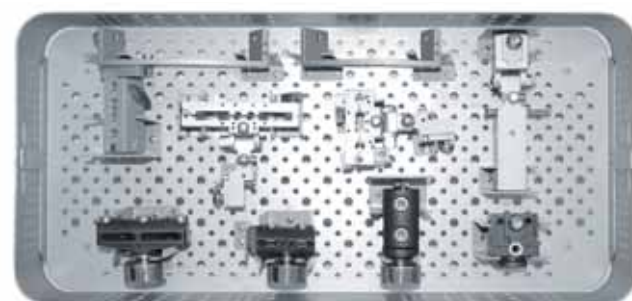
*Merci de se référer à la technique opératoire spécifique sur la charnière de genou système de reconstruction des membres LRS ADV (LR-1001-OPT)

**53991- Boîte de stérilisation Système LRS ADVANCED B**

Contient:

Référence	Description
1x10052	Tête Torbay-Garches
1x90006	Tête droite ProCallus
1x90007	Tête en « T » ProCallus
1x53541	Raccord articulé ADV
1x14148	Correcteur extemporané de dérotation*
1x14332	Correcteur extemporané « T » de Garches*
1x14333	Correcteur extemporané tête droite *
1x14334	Correcteur extemporané de tête en T*
1x14237	Arc pour correcteur extemporané de dérotation *

* Pour mise en place chez l'adulte et l'enfant.

53991C - Boîte de stérilisation complète LRS ADVANCED B**KITS LRS ADVANCED Composés de:**

53510	1 Rail LRS Adv. 400 mm (53560), 2 têtes droites ADV (53530), 1tête à inclinaison variable ADV (53580), 1compresseur distracteur à cliquet 4cm(50008), 1 compresseur distracteur à cliquet 8cm (50009), 1 clé hexagonale de 5mm (30017), 1clé hexagonale de 6mm (10017).
53510R	Même composition que ci dessus avec les rails radio-transparent
53500	1 Rail LRS Adv. 300 mm (53550), 3 têtes droites ADV (53530), 1compresseur distracteur à cliquet 4cm (50008), 1 compresseur distracteur à cliquet 8cm (50009), 1 clé hexagonale de 5mm (30017), 1clé hexagonale de 6mm (10017).
53500R	Même composition que ci dessus avec les rails radio-transparent
53515	1 Rail LRS Adv. 200 mm (53545), 2 têtes droites ADV (53530), 1 compresseur distracteur à cliquet 8cm (50009), 1 clé hexagonale de 5mm (30017), 1clé hexagonale de 6mm (10017).
53515R	Même composition que ci dessus avec les rails radio-transparent

53548 53548 Tête "Sandwich" LRS Advanced, hauteur: 8 mm (Ce composant n'est pas inclus dans la boîte de stérilisation A référence 53990C)**53547** 53547 Tête "Sandwich" LRS Advanced, hauteur: 15 mm (Ce composant n'est pas inclus dans la boîte de stérilisation A référence 53990C)

Pour le nettoyage, la désinfection, la stérilisation et l'entretien de l'instrumentation, consulter la notice PQ ISP.

ALLONGEMENT ET PERTE DE SUBSTANCES OSSEUSES

Principes Généraux

Chirurgie à multi-niveaux

Le Système de Reconstruction des Membres LRS s'adresse en tout premier lieu à la chirurgie segmentaire (multi-niveaux).

Les trois principales indications sont les pertes de substance osseuse, les déformations et les raccourcissements qui peuvent survenir séparément ou conjointement. Dans ces situations, le système assure une correction par la technique de l'allongement, le transport osseux et la compression-distraction, réalisée sur un niveau ou plusieurs niveaux comme dans le cadre d'une chirurgie multifocale. Une illustration de ces techniques est proposée ci-dessous (Fig.1)

La technique de la Callotasis

La plupart de ces protocoles utilisent le principe de l'ostéogénèse en distraction pour favoriser la régénération osseuse. Initialement décrite par Ilizarov et ses confrères utilisant un fixateur externe circulaire, cette méthode a ensuite été modifiée par De Bastiani et ses confrères qui ont introduit la fixation externe monolatérale et développé la technique de la « callotasis » qui consiste en une distraction contrôlée réalisée sur le cal pour favoriser la régénération osseuse. Ce principe est utilisé pour combler les pertes de substances osseuses (transport osseux) ou pour réaliser un allongement osseux dans le traitement des inégalités de longueur des membres ou des petites tailles pathologiques. Une des applications spécifiques de cette technique, appelée Hémicallotasis, est la création progressive d'une ouverture dans le but de corriger une déformation.

Les premières expériences d'allongement osseux par distracteur télescopique monolatéral ont été publiées par l'école de Vérone à la fin des années 1980.^{1,2,3,9,10}

Bien qu'il ait fait preuve d'une meilleure stabilité qu'un fixateur de type articulé, ce système s'est avéré moins stable au cours de la phase de distraction. Le Système de Reconstruction des Membres LRS permet d'éviter cet écueil en positionnant les têtes à proximité les unes des autres, trois ou quatre têtes pouvant être fixées sur un même segment osseux.

Les principes de la callotasis sont les suivants:

1. Fixation externe stable et temps d'application identique pour chaque segment osseux.
2. Ostéotomie par technique mini-invasive extrêmement précise. Libération des tissus mous si nécessaire.
3. Le périoste doit être préservé et restauré dès que cela est possible. La vascularisation périostée est primordiale pour assurer une bonne régénération osseuse. (Kojimoto et al^{15,16})
4. L'ostéotomie doit être pratiquée au niveau de la

métaphyse, chaque fois que cela est possible.

5. La technique de la corticotomie, décrite par Ilizarov, s'est avérée inutile: des résultats identiques ont été obtenus par ostéotomie simple mini-invasive.
6. Une phase d'attente de 7 à 14 jours est recommandée avant de commencer la distraction, une fois l'ostéotomie terminée et le fixateur en place.
7. La distraction est commencée à raison de 0.75 à 1 mm par jour, selon l'os concerné (1 mm pour le fémur, tibia et humérus mais plus progressif pour l'avant-bras ou le métatarsien/métacarpien) ou la section osseuse (plus progressif pour les ostéotomies diaphysaires), en réalisant un quart de tour de l'unité de compression-distraction plusieurs fois par jour. Chaque quart de tour de l'écrou assure un allongement de 0,25 mm.
8. Contrôle minutieux de la qualité du cal osseux tout au long du processus d'allongement et modification du taux de distraction si nécessaire
9. Prendre soin de maintenir la mobilité de l'articulation de part et d'autre du segment allongé.
10. Au terme de la phase de distraction, le fixateur est fermement verrouillé et la mise en charge augmentée. C'est la phase de neutralisation.
11. L'os nouvellement formé, appelé régénérat, se développe progressivement sous l'influence de la stabilisation, stimulé par la mise en charge progressive. Les radiographies permettent d'apprécier la progression à partir des stries longitudinales de l'os jusqu'à la différenciation ultérieure en différentes corticales et la recanalisation de la moelle osseuse.
12. Lorsque l'os néo-formé est suffisamment solide, l'écrou de verrouillage est desserré afin de permettre une mise en charge axiale complète tandis que le fixateur maintient l'alignement des fragments osseux. C'est la phase de dynamisation.
13. Le fixateur externe est progressivement déverrouillé, généralement une vis après l'autre afin d'augmenter le degré de mise en charge à travers l'os néo-formé, tandis que le régénérat consolide.
14. L'ablation complète du fixateur est envisagée lorsque trois des quatre corticales sont visibles sous deux incidences orthogonales.
15. Le processus d'allongement comporte ainsi quatre étapes différentes: Phase d'attente, Distraction, Neutralisation et pour terminer Dynamisation.^{4-8,11-14,18-24}

Au cours des dix dernières années, les méthodes d'allongement et de transport osseux ont été améliorées grâce à la contribution de différents chirurgiens d'Europe, du Japon et d'Amérique du Nord. Les premières publications concernant le rail LRS datent du début des années 90 et décrivent l'utilisation des techniques bifocales pour des allongements plus

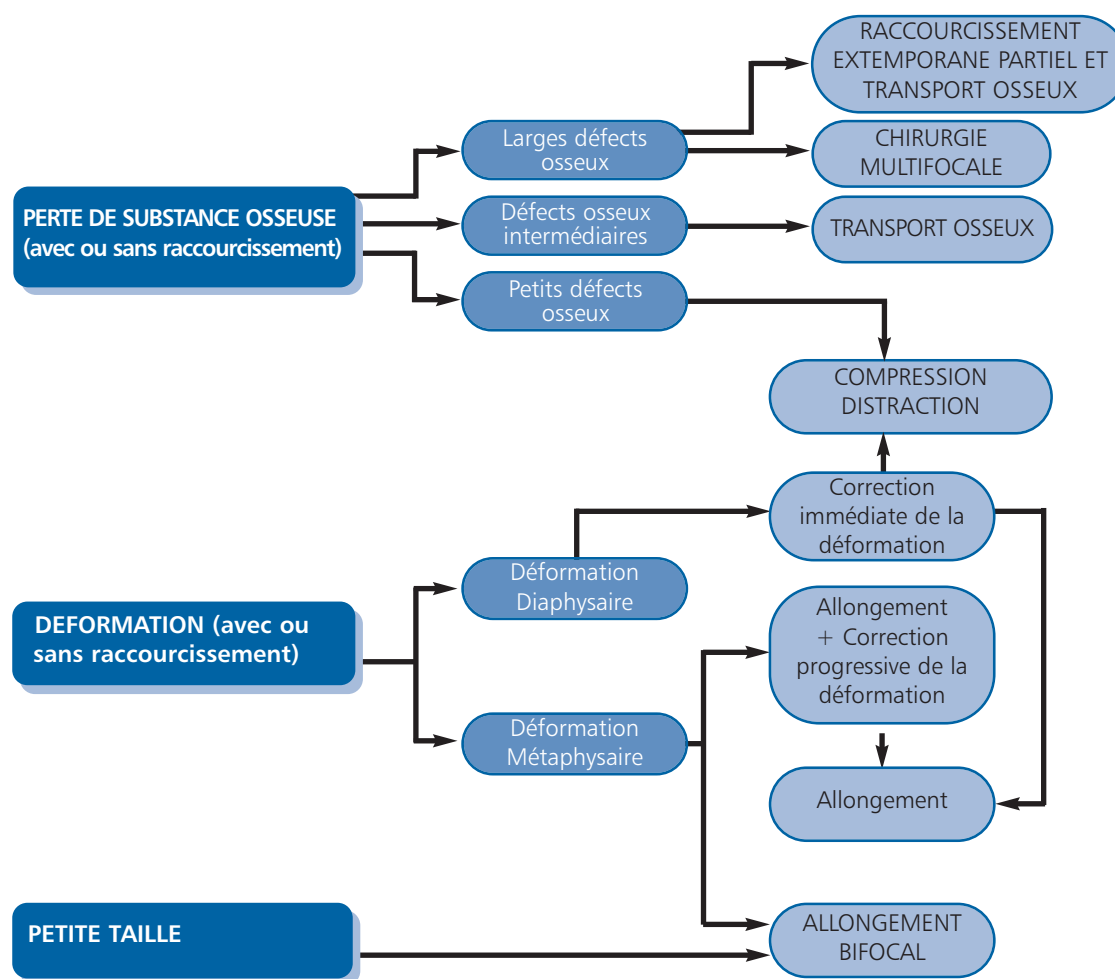
importants ou pour la correction angulaire et l'allongement de divers sites. Après avoir revu sur dix ans une série d'enfants ayant bénéficié d'un allongement et d'une correction de déformation, Donnan et al déconseillent l'allongement d'une zone sur laquelle une correction extemporanée de plus de 30° a été pratiquée.³⁰ Pouliquen et ses confrères ont démontré l'importance d'appliquer de façon précoce des micromouvements sur le régénérat au moyen du DynaRing.¹⁷

Deux études menées par Sheffield, Royaume Uni, ont étudié l'utilisation de la fixation monolatérale dans la prise en charge des pseudarthroses et ont permis de définir de nouveaux principes de traitement.^{42,44} De nombreux autres rapports décrivent l'utilisation du transport osseux dans la prise en charge des défauts

osseux importants.²⁵⁻⁵⁷

Dans ces cas là, le rail LRS est utilisé avec une technique bifocale pour restaurer la continuité osseuse dans les défauts osseux d'origine traumatique ou infectieuse. Une consolidation plus rapide du site de fusion est obtenue si celui-ci est traité méthodiquement comme une pseudarthrose en cas de perte de substance initiale : > 3 cm pour le tibia et > 5 cm pour le fémur.

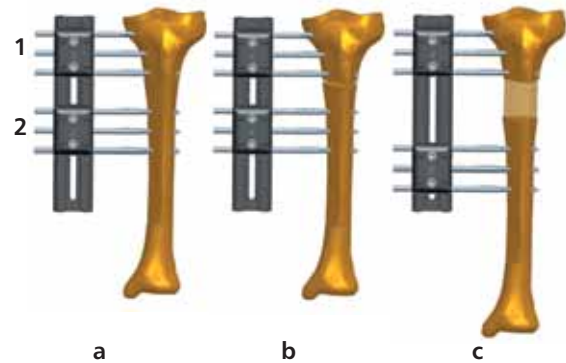
Fig.1 Chirurgie multi-niveaux : les options de traitement avec le Système LRS



Allongement

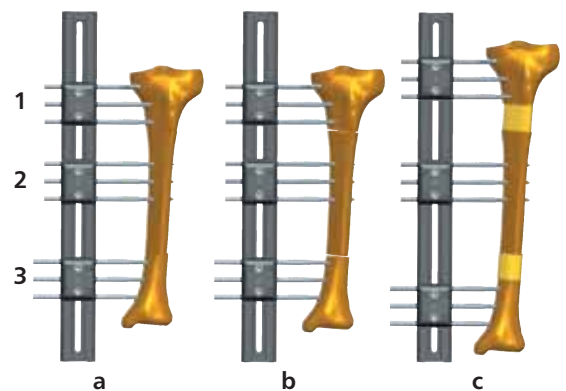
Allongement Monofocal

- Mise en place du Système LRS.
- Ostéotomie de la métaphyse proximale
- Distraction (allongement) avec tête 1 verrouillée sur le rail et tête 2 déverrouillée pour permettre tout mouvement distal le long du rail.



Allongement Bifocal

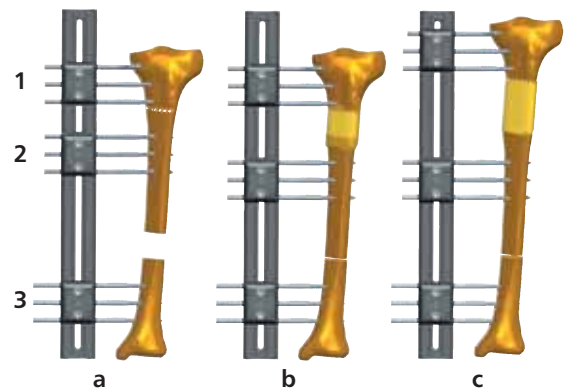
- Pour les inégalités majeures de longueur d'un segment osseux ou dans le traitement des petites tailles, mise en place du système LRS.
- Ostéotomie de la métaphyse proximale entre les têtes 1 et 2 et ostéotomie de la métaphyse distale entre les têtes 2 et 3.
- Allongement simultané à chaque site d'ostéotomie. La tête 2 est verrouillée sur le rail tandis que les têtes 1 et 3 sont libres de circuler le long du rail en direction opposée.



Perte de substance osseuse

Perte de substance osseuse intermédiaire Transport osseux

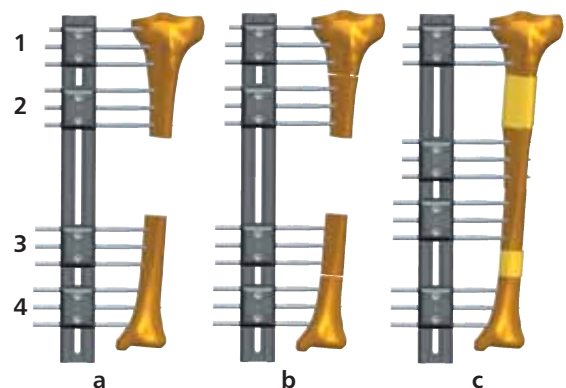
- Perte de substance osseuse intermédiaire avec raccourcissement. LRS avec application de 3 têtes.
- Ostéotomie de la métaphyse proximale entre les têtes 1 et 2 suivie d'un transport osseux avec les têtes 1 et 3 verrouillées sur le rail et la tête 2 libre de circuler distalement.
- Allongement pour restaurer la longueur du membre. Les têtes 2 et 3 sont verrouillées sur le rail, la tête 1 libre de circuler proximale.



Perte de substance osseuse importante : Chirurgie multifocale et transport osseux

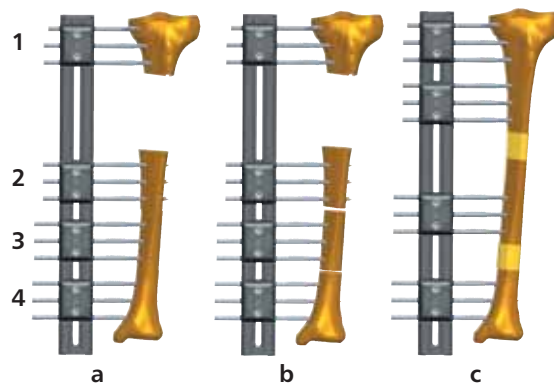
Perte de substance osseuse centrale

- Large défaut central et Système LRS en place.
- Ostéotomie de la métaphyse proximale et distale.
- Transport osseux proximal et distal simultanés avec les têtes 1 et 4 verrouillées sur le rail, la tête 2 libre de circuler distalement et la tête 3 proximale, jusqu'à ce que les segments se rejoignent au site de fusion.

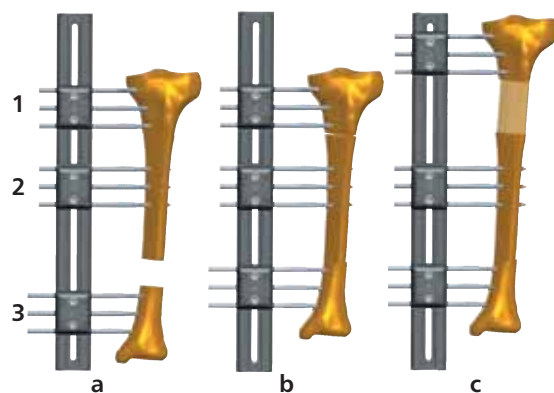


Perte de substance osseuse périphérique

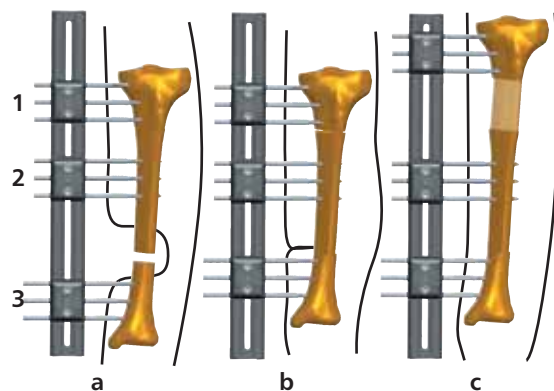
- a) Large perte de substance osseuse périphérique et Système LRS en place.
- b) Deux ostéotomies réalisées sur le fragment osseux le plus long.
- c) Transport osseux proximal simultané avec les têtes 1 et 4 verrouillées sur le rail, les têtes 2 et 3 étant libres de circuler proximale, jusqu'à fusion du segment principal.

**Perte de substance osseuse de petite taille:****Compression-Distraktion**

- a) Petite perte de substance osseuse distale et Système LRS en place.
- b) Compression extemporanée entre les têtes 2 et 3 afin de combler le défaut osseux. Ostéotomie proximale réalisée entre les têtes 1 et 2.
- c) Tandis que les têtes 2 et 3 sont verrouillées au rail de façon à maintenir la compression, la tête 1 est déplacée proximale afin de restaurer la longueur du membre par la technique de la Callotasis.

**Fracture associée à une lésion importante des tissus mous****Compression-Distraktion**

- a) Fracture avec lésion importante des tissus mous et exposition osseuse.
- b) Débridement et résection d'une quantité suffisante d'os pour permettre la fermeture des tissus mous par une stabilisation distale réalisée après une compression extemporanée. Ostéotomie proximale simultanée ou secondaire.
- c) Distraction proximale progressive (allongement) afin de restaurer la longueur de l'os.



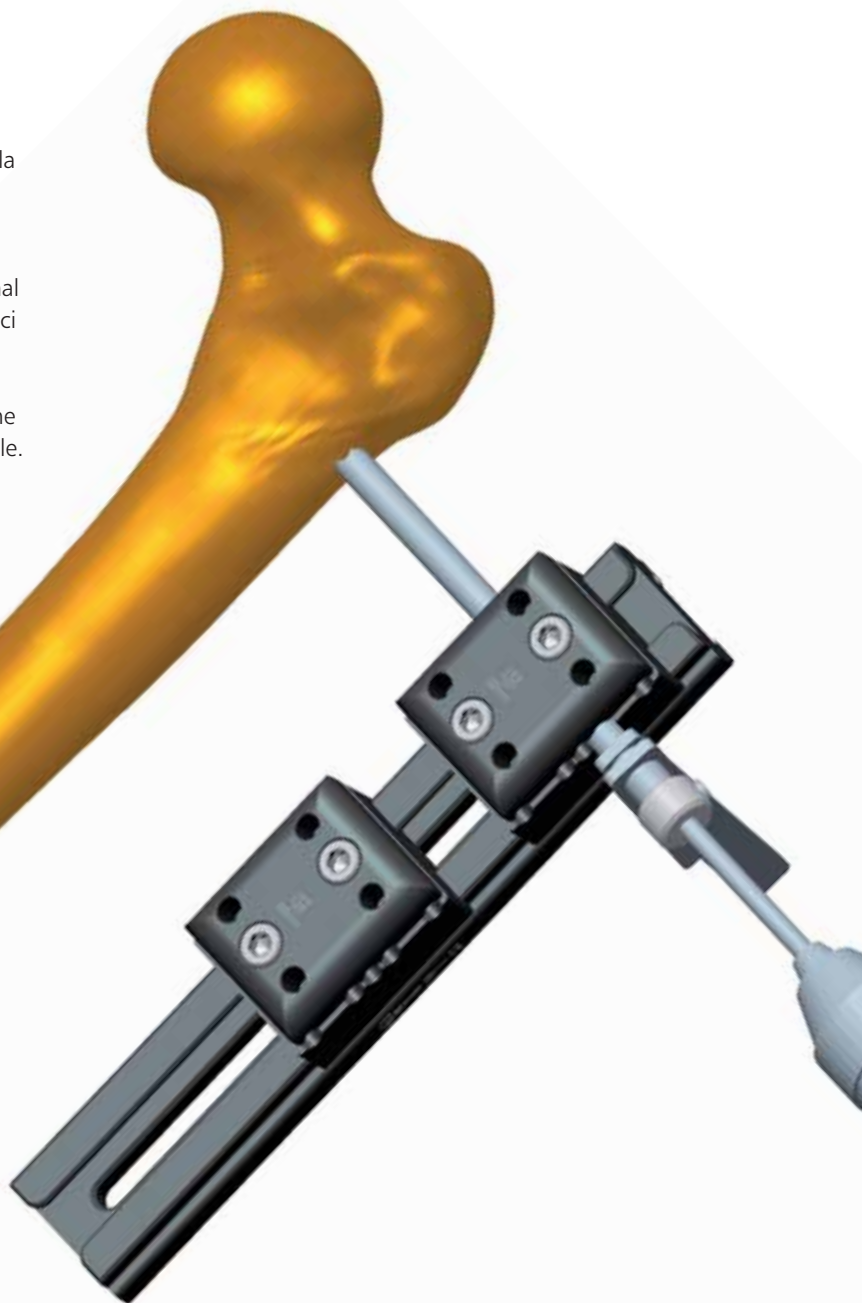
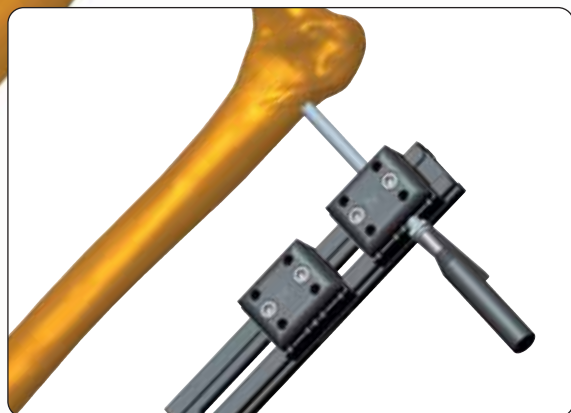
Allongement

Fémur

Mise en place de deux têtes droites comportant chacune trois fiches corticales. Le rail est installé sur la face latérale du fémur.

La fiche la plus proximale est introduite en premier, dans la région intertrochanterienne du fémur proximal ou distalement à l'apophyse trochantérienne si celle-ci est encore ouverte. Insérer la fiche au milieu de la largeur antéro-postérieure de l'os, perpendiculairement à l'axe fémoral. Placer cette fiche dans le logement le plus proximal de la tête proximale. Le rail se trouve alors parallèle à l'axe du fémur.

Au moment d'insérer chaque fiche, localiser tout d'abord la position optimale au moyen du trocart placé dans le guide-fiche puis remplacer le trocart par un guide-mèche et percer l'os à l'aide d'une mèche de 4,8 mm. Utiliser une butée de mèche pour éviter une pénétration trop importante de la corticale postérieure et empêcher ainsi de léser les tissus mous.

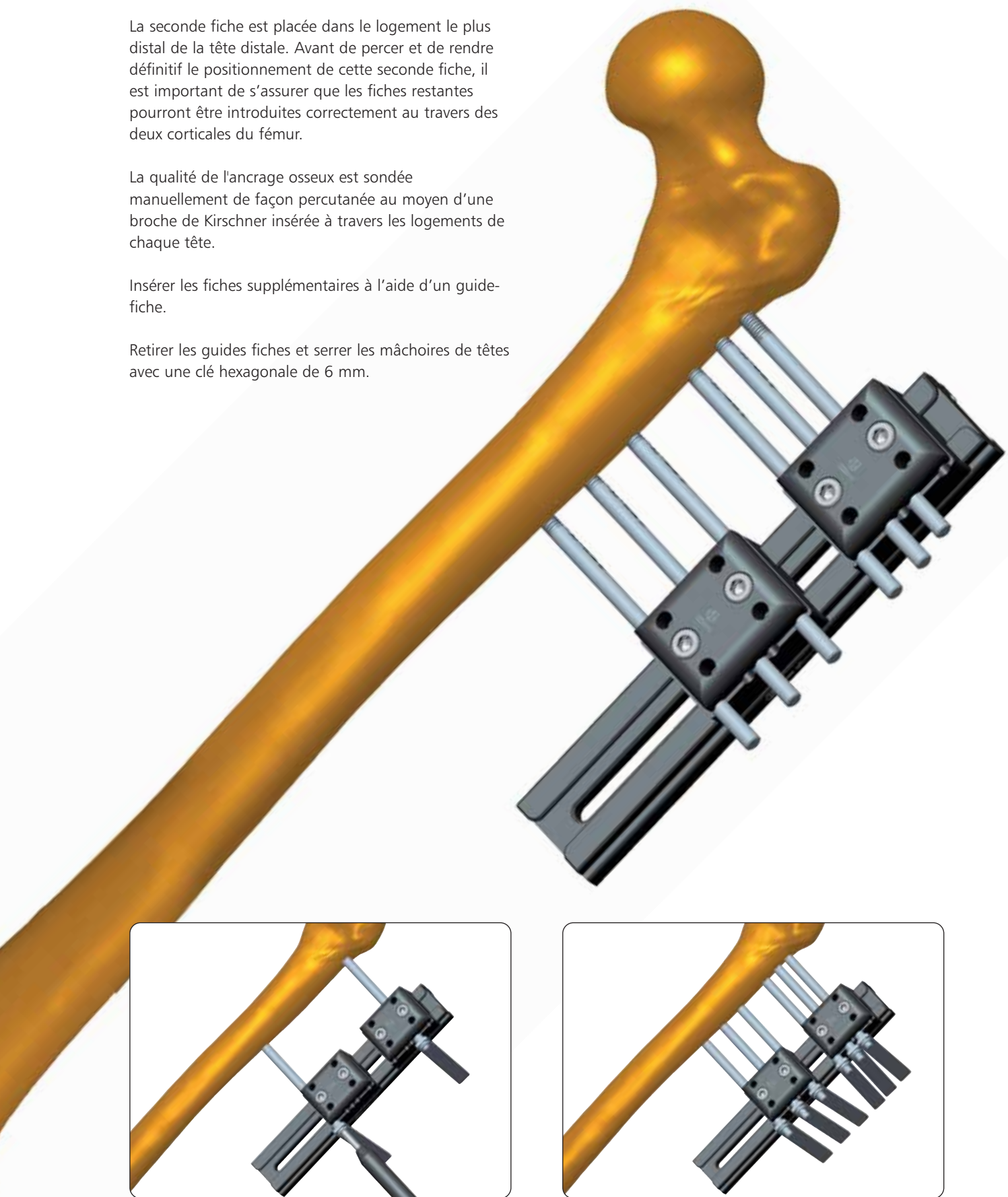


La seconde fiche est placée dans le logement le plus distal de la tête distale. Avant de percer et de rendre définitif le positionnement de cette seconde fiche, il est important de s'assurer que les fiches restantes pourront être introduites correctement au travers des deux corticales du fémur.

La qualité de l'ancrage osseux est sondée manuellement de façon percutanée au moyen d'une broche de Kirschner insérée à travers les logements de chaque tête.

Insérer les fiches supplémentaires à l'aide d'un guide-fiche.

Retirer les guides fiches et serrer les mâchoires de têtes avec une clé hexagonale de 6 mm.

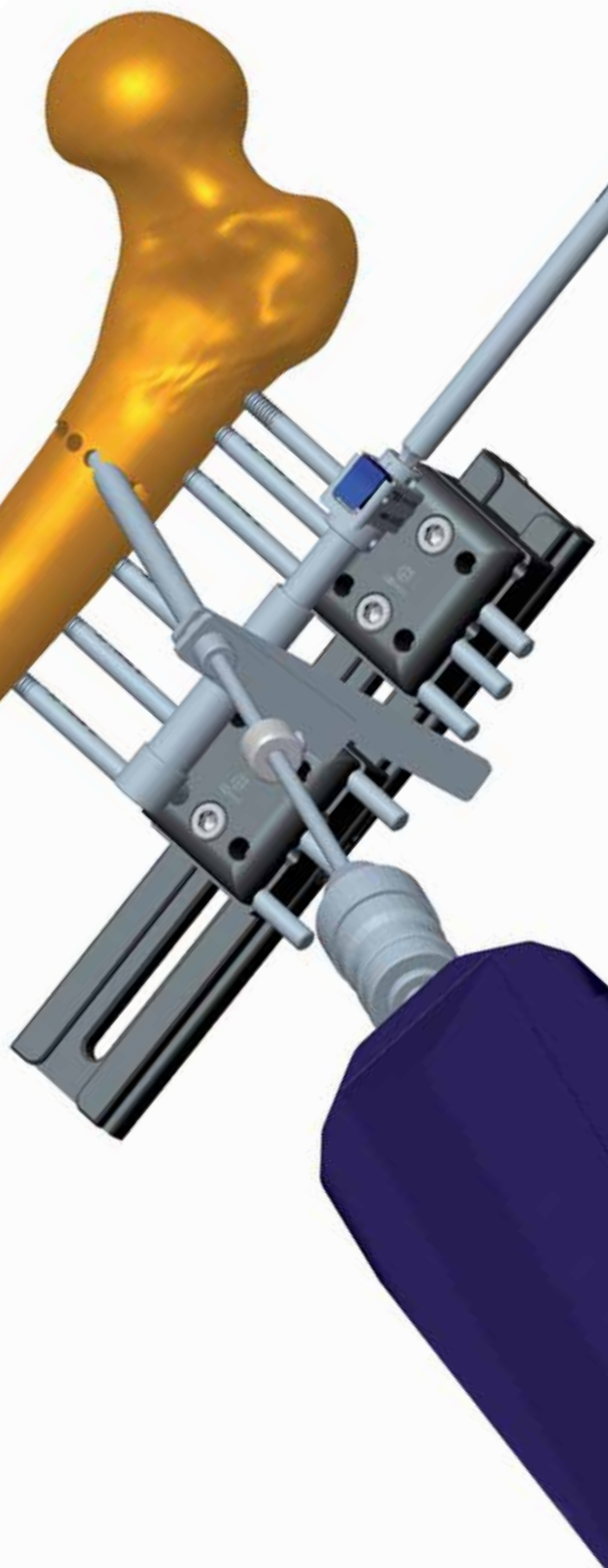
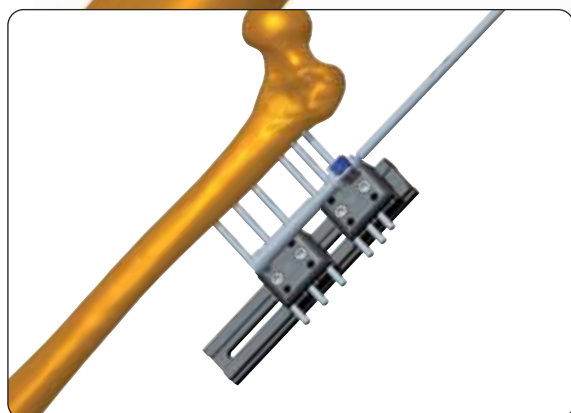


Incision pour ostéotomie

Faire une incision antérieure jusqu'à l'os, en séparant le fascia profond et poursuivre entre le muscle droit antérieur médialement et le muscle vaste externe latéralement, tout en séparant les fibres du muscle crural afin d'exposer le périoste. Inciser le périoste longitudinalement et le détacher délicatement de la corticale.

Pratiquer une ostéotomie juste en dessous du petit trochanter (pas plus distalement) à 1,5 cm de la fiche distale de la tête proximale. Ceci peut être réalisé en percutané avec pré-méchage de la corticale au moyen d'une mèche de 3,2 mm et d'un guide mèche. Terminer l'ostéotomie en coupant les ponts osseux entre les trous pré-méchés, à l'aide d'un ostéotome.

Monter l'unité de CD, déverrouiller l'une des têtes sur le rail et distraire tout en tournant la vis de l'unité de compression distraction dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.



Tibia

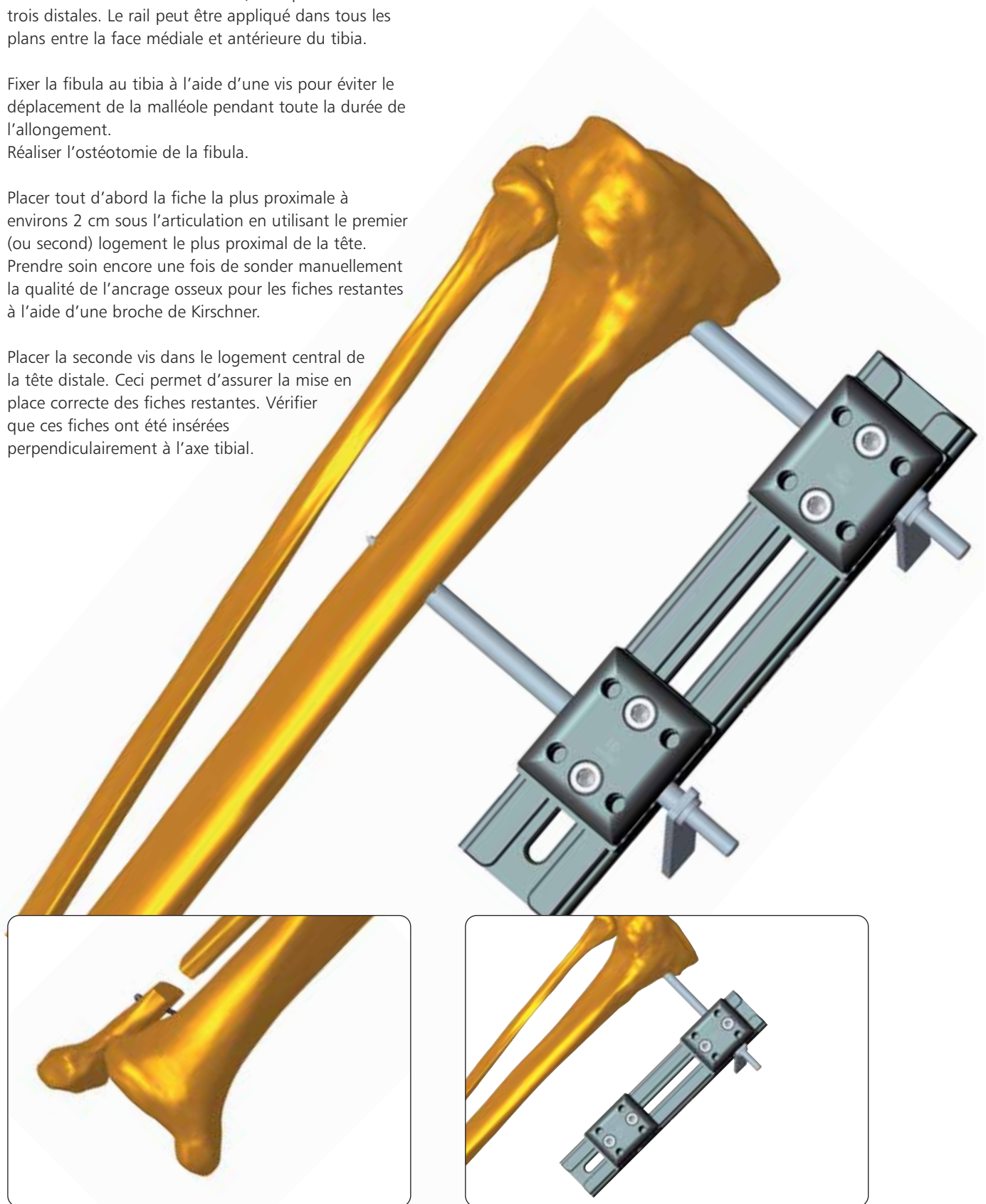
Six fiches corticales sont utilisées, trois proximales et trois distales. Le rail peut être appliqué dans tous les plans entre la face médiale et antérieure du tibia.

Fixer la fibula au tibia à l'aide d'une vis pour éviter le déplacement de la malléole pendant toute la durée de l'allongement.

Réaliser l'ostéotomie de la fibula.

Placer tout d'abord la fiche la plus proximale à environ 2 cm sous l'articulation en utilisant le premier (ou second) logement le plus proximal de la tête. Prendre soin encore une fois de sonder manuellement la qualité de l'ancrage osseux pour les fiches restantes à l'aide d'une broche de Kirschner.

Placer la seconde vis dans le logement central de la tête distale. Ceci permet d'assurer la mise en place correcte des fiches restantes. Vérifier que ces fiches ont été insérées perpendiculairement à l'axe tibial.

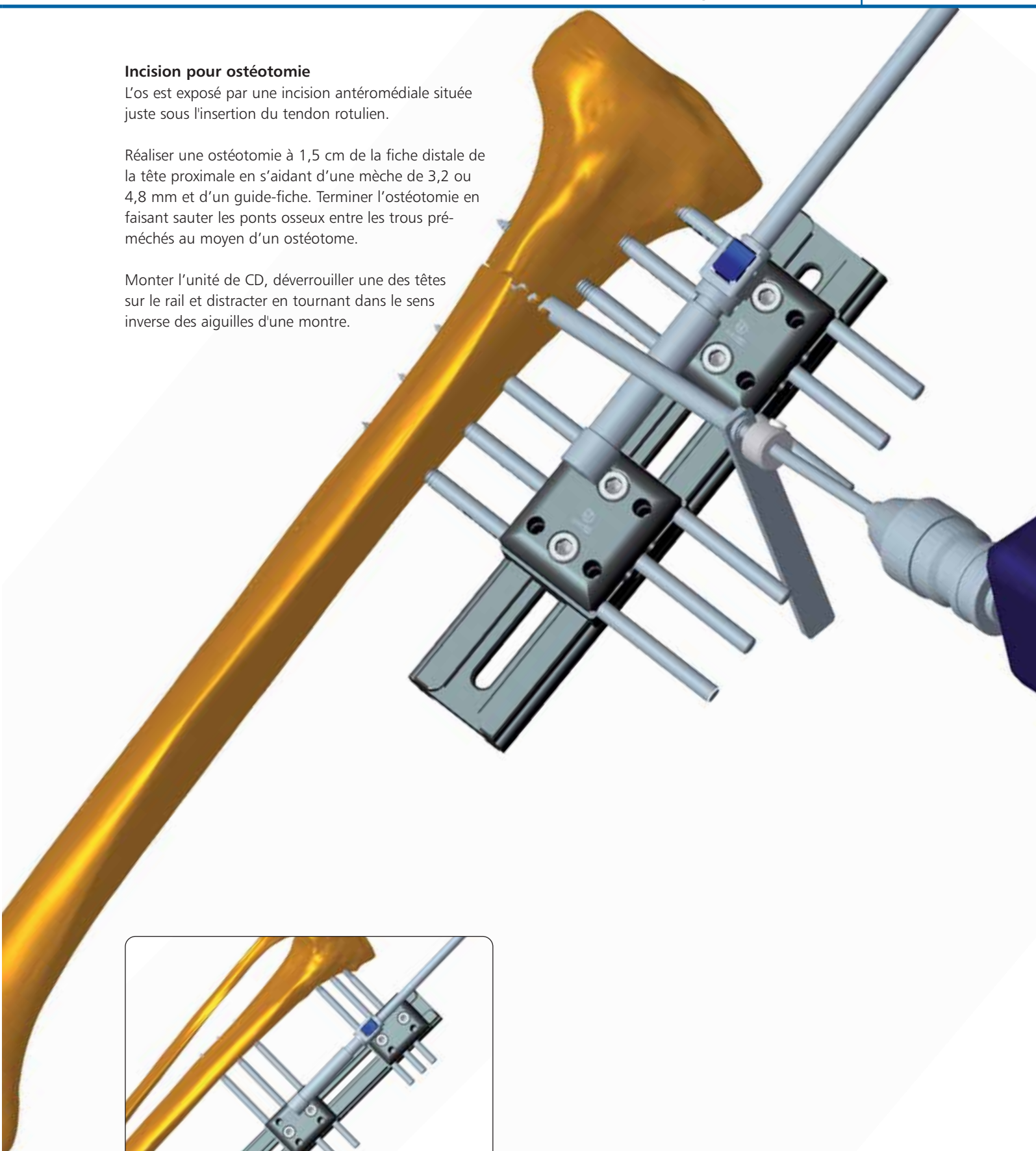


Incision pour ostéotomie

L'os est exposé par une incision antéromédiale située juste sous l'insertion du tendon rotulien.

Réaliser une ostéotomie à 1,5 cm de la fiche distale de la tête proximale en s'aidant d'une mèche de 3,2 ou 4,8 mm et d'un guide-fiche. Terminer l'ostéotomie en faisant sauter les ponts osseux entre les trous pré-méchés au moyen d'un ostéotome.

Monter l'unité de CD, déverrouiller une des têtes sur le rail et distraire en tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.



Soins postopératoires

Le patient est autorisé à marcher en appui dès que possible, si son état le permet, en s'aidant de béquilles.

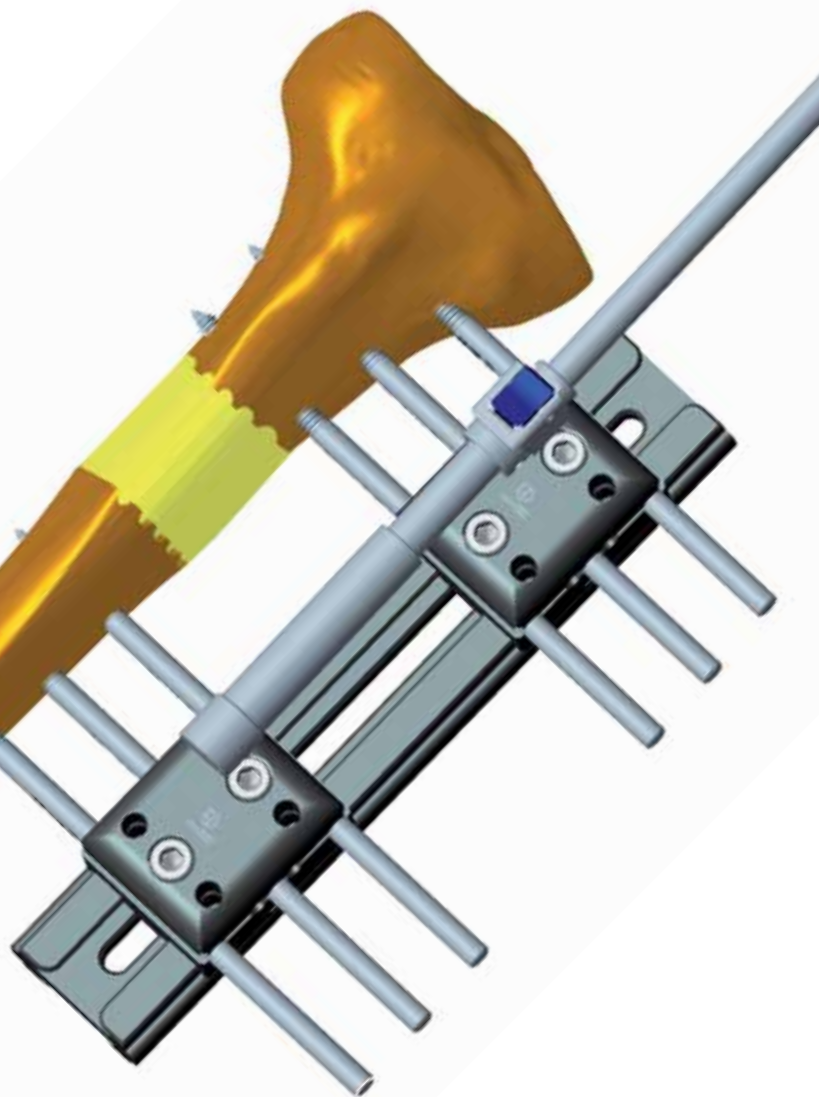
La distraction n'est commencée qu'au 10^{ème} jour chez les adultes et au 7^{ème} jour chez les enfants ou chez les patients dont l'ossification s'avère plus rapide (ex : patients achondroplasiques).

La distraction est réalisée à raison d'1 mm par jour, fractionnée en 4 rotations d'un quart de tour de l'unité de compression-distraction dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

Le taux de distraction peut être provisoirement augmenté lorsqu'il est constaté une ossification rapide ou bien ralentie si le patient présente une ossification plus lente ou s'il se plaint de douleurs excessives ou de spasmes musculaires. Après une semaine de distraction, une radiographie ou un scanner sont réalisés de façon à vérifier le bon déroulement de la distraction. L'évolution de la callotasis du segment osseux est contrôlée régulièrement par radiographie. Si la portion allongée est de faible densité mais homogène, l'allongement est suspendu pendant une à deux semaines.

Si le cal apparaît inhomogène et limité, une compression est exercée sur le segment au même rythme sur 5 – 10 mm, après quoi un allongement prudent est repris à un rythme plus lent. Lorsque l'allongement est terminé, un cal bien homogène doit être observé sur les radiographies. L'écrou de verrouillage de la tête est ensuite serré pour maintenir la longueur de l'os néoformé en neutralisation stable. L'unité de

compression-distraction n'étant plus nécessaire à ce stade de la procédure, elle sera retirée afin d'alléger l'ensemble du montage. La durée de la phase de neutralisation varie selon le degré d'allongement réalisé, l'étiologie de l'indication et l'âge du patient. Dès que le cal apparaît de densité homogène et opaque à la radiographie, la dynamisation est commencée en déverrouillant l'écrou de blocage de la tête. Dans le cas contraire, un Dyna-Ring peut être inséré afin d'éviter tout effondrement du segment et promouvoir les micro-mouvements. Au cours de la dynamisation, la mise en charge du membre allongé est autorisée selon la tolérance de chaque patient. L'ablation du fixateur est réalisée lorsque la consolidation osseuse est satisfaisante cliniquement et radiographiquement. Cependant, les fiches peuvent être laissées en place pendant plusieurs jours et permettent de retirer provisoirement le fixateur pendant



les périodes de mobilisation et de le repositionner pour une application nocturne. Les fiches sont ensuite retirées si aucune déformation ou fracture du régénérat n'a été constatée par radiographie.

Un contrôle radiographique et clinique doit être réalisé à intervalles réguliers après l'ablation du fixateur. La reprise de l'appui sera protégée pendant quelques semaines.

Perte de substance osseuse

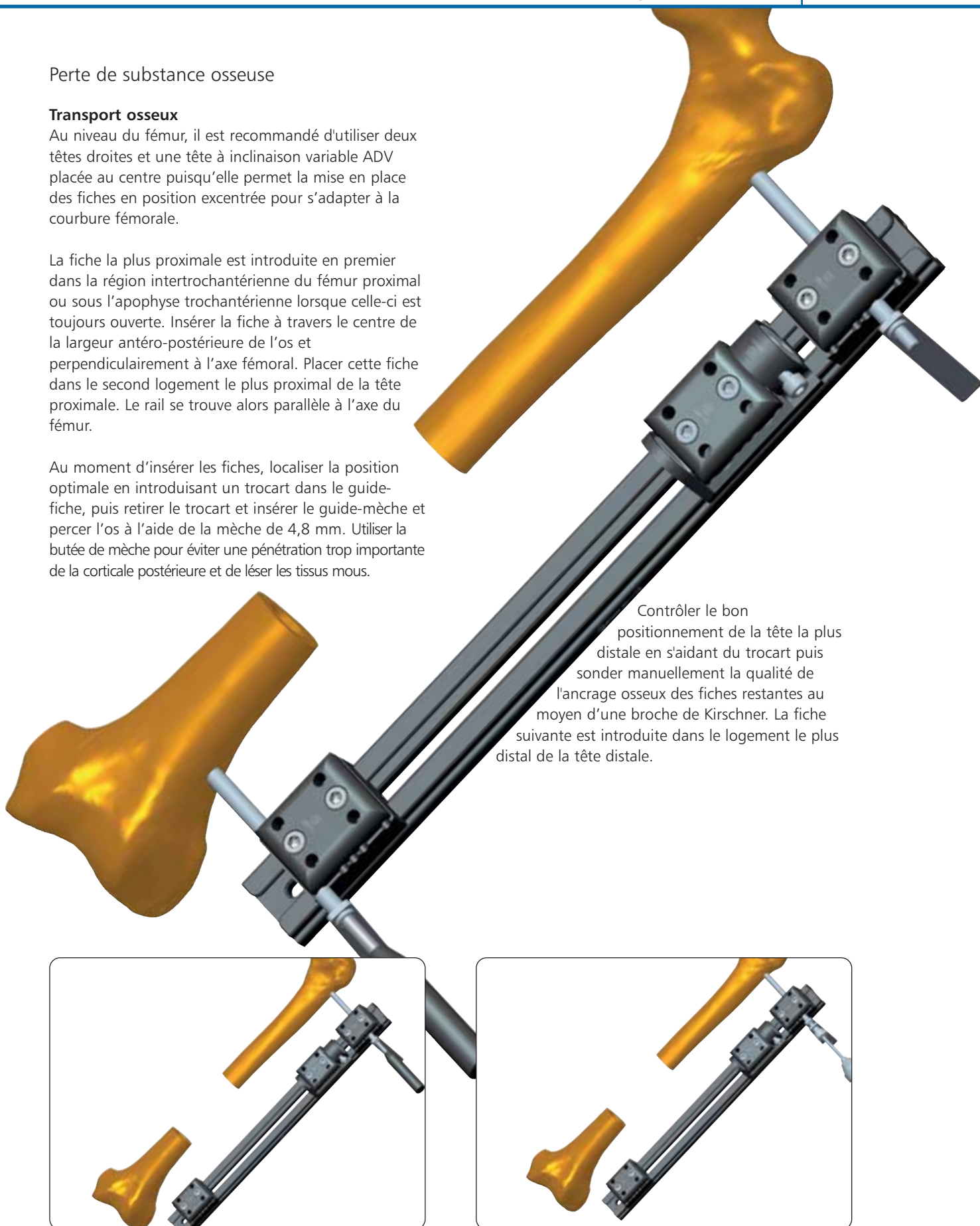
Transport osseux

Au niveau du fémur, il est recommandé d'utiliser deux têtes droites et une tête à inclinaison variable ADV placée au centre puisqu'elle permet la mise en place des fiches en position excentrée pour s'adapter à la courbure fémorale.

La fiche la plus proximale est introduite en premier dans la région intertrochantérienne du fémur proximal ou sous l'apophyse trochantérienne lorsque celle-ci est toujours ouverte. Insérer la fiche à travers le centre de la largeur antéro-postérieure de l'os et perpendiculairement à l'axe fémoral. Placer cette fiche dans le second logement le plus proximal de la tête proximale. Le rail se trouve alors parallèle à l'axe du fémur.

Au moment d'insérer les fiches, localiser la position optimale en introduisant un trocart dans le guide-fiche, puis retirer le trocart et insérer le guide-mèche et percer l'os à l'aide de la mèche de 4,8 mm. Utiliser la butée de mèche pour éviter une pénétration trop importante de la corticale postérieure et de léser les tissus mous.

Contrôler le bon positionnement de la tête la plus distale en s'aidant du trocart puis sonder manuellement la qualité de l'ancrage osseux des fiches restantes au moyen d'une broche de Kirschner. La fiche suivante est introduite dans le logement le plus distal de la tête distale.



Après avoir verrouillé la tête externe sur le rail, contrôler la position des fiches centrales de la tête à inclinaison variable ADV.

Desserrer l'écrou de verrouillage approprié afin d'obtenir un positionnement correct au centre de l'os.

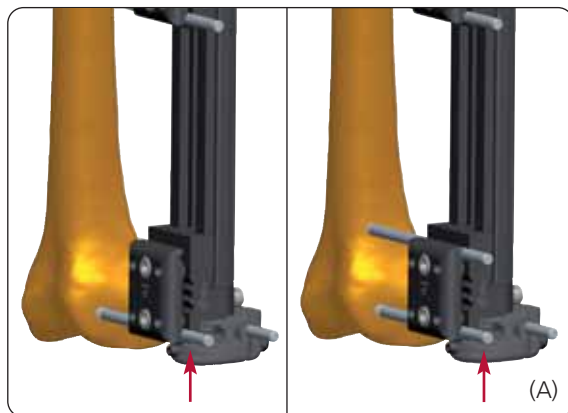
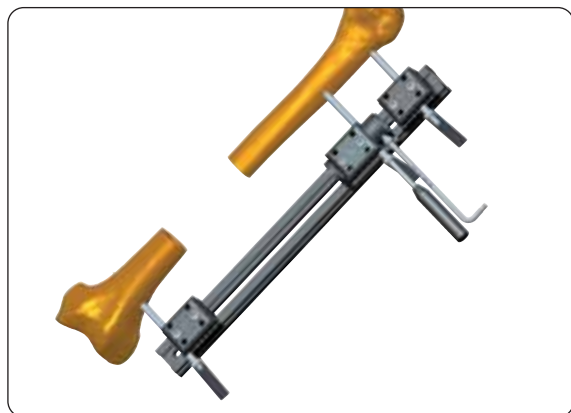
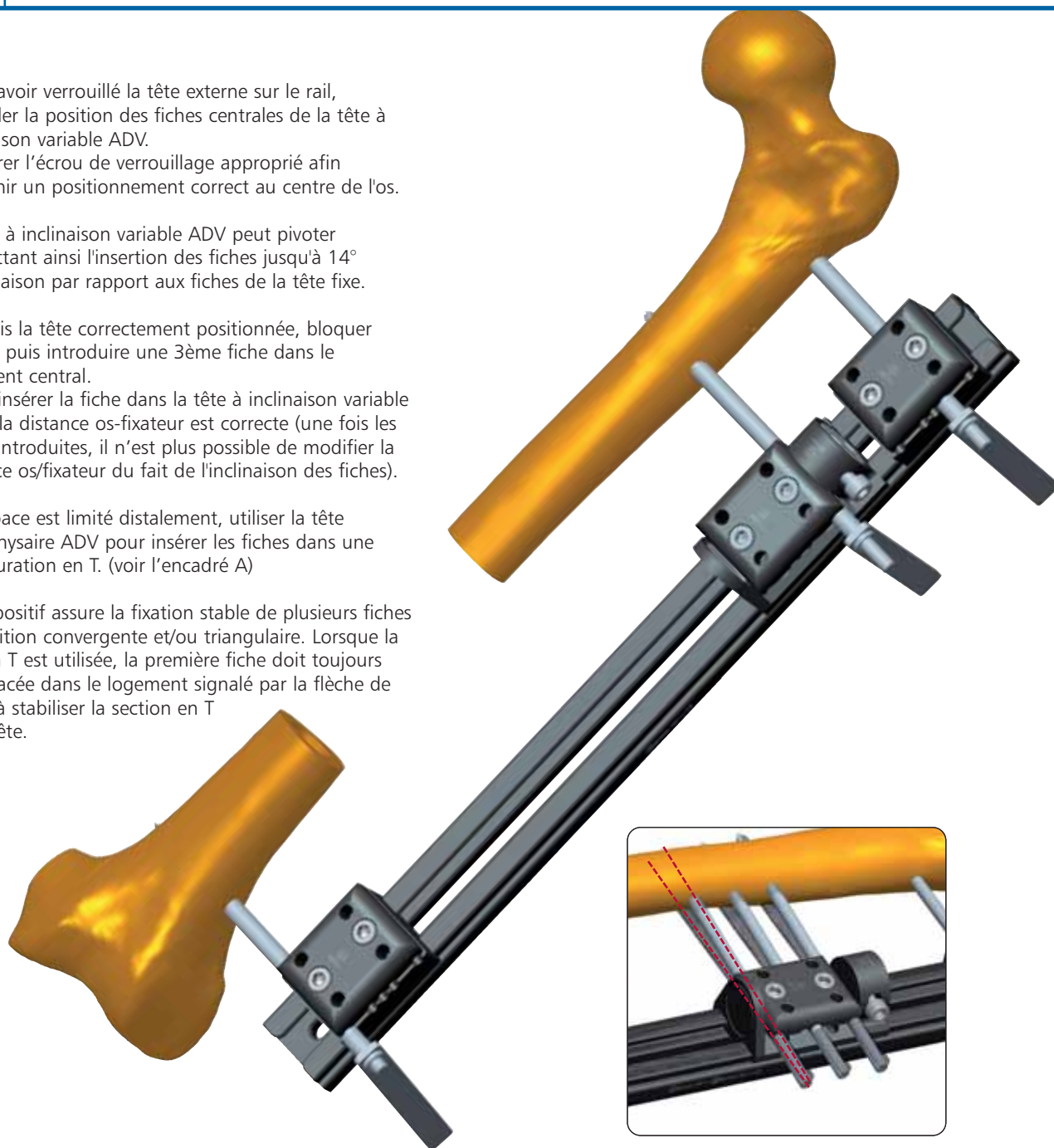
La tête à inclinaison variable ADV peut pivoter permettant ainsi l'insertion des fiches jusqu'à 14° d'inclinaison par rapport aux fiches de la tête fixe.

Une fois la tête correctement positionnée, bloquer l'écrou puis introduire une 3ème fiche dans le logement central.

NB: N'insérer la fiche dans la tête à inclinaison variable que si la distance os-fixateur est correcte (une fois les fiches introduites, il n'est plus possible de modifier la distance os/fixateur du fait de l'inclinaison des fiches).

Si l'espace est limité distalement, utiliser la tête métaphysaire ADV pour insérer les fiches dans une configuration en T. (voir l'encadré A)

Ce dispositif assure la fixation stable de plusieurs fiches en position convergente et/ou triangulaire. Lorsque la tête en T est utilisée, la première fiche doit toujours être placée dans le logement signalé par la flèche de façon à stabiliser la section en T de la tête.



Insérer les fiches restantes, retirer les guide-fiches puis bloquer les têtes. Avec la tête centrale desserrée sur le rail, placer une unité de compression-distraction entre la tête proximale et la tête centrale puis distraire en tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Cette manœuvre génère une tension entre les deux têtes qui facilite l'ostéotomie réalisée juste en dessous du petit trochanter au moyen d'une mèche de 3,2 mm et d'un guide-fiche. Couper les ponts osseux entre les trous pré-méchés au moyen de l'ostéotome. Une ostéotomie effectuée à ce niveau, et non distale, encourage la régénération osseuse.



TÊTE "SANDWICH" LRS ADVANCED AVEC UNITÉS POUR COMPRESSEUR-DISTRACTEUR

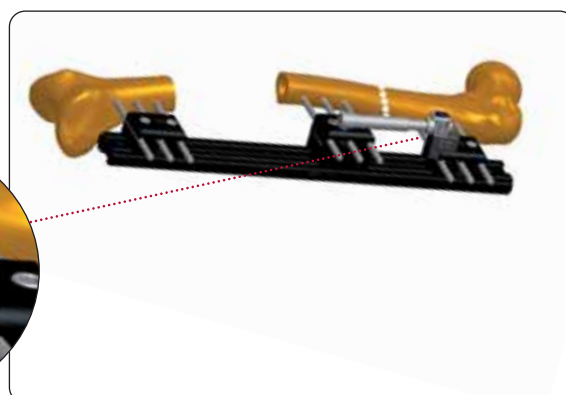
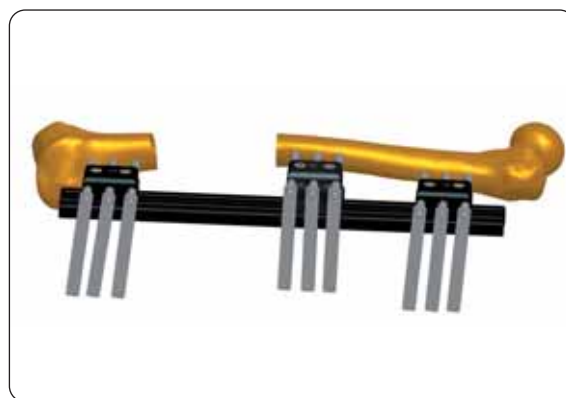
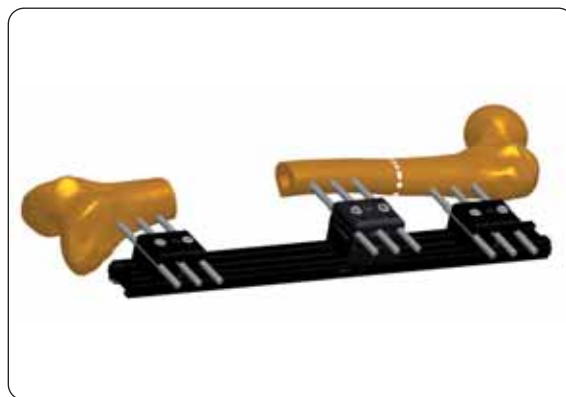
NOTE: la procédure de transport osseux peut être réalisée avec la tête à inclinaison variable ou avec la tête sandwich. Les deux assurent un insertion d'une fiche dans la courbure du fémur.

La Tête "Sandwich" LRS Advanced est insérée au centre d'une tête droite ADV (53530) afin de surélever le plan d'insertion des fiches. Deux modèles de têtes "Sandwich" sont disponibles: 8mm (53548) et 15mm (53547). Cette tête permet de compenser la courbure du fémur et permet de positionner les fiches dans le centre de l'os. Elle s'utilise avec des vis de verrouillage longue permettant la fixation de la tête sur le rail. Des unités pour compresseur-distracteur sont fournis avec cette tête.

Au niveau du fémur il est recommandé d'insérer une fiche dans la tête la plus proximale en premier (dans le logement le plus proximal de la tête) puis une fiche dans la tête distale (dans le logement le plus distal de la tête) afin de centrer le fixateur et enfin, de positionner une fiche dans la tête centrale.

Cette opération accomplie, le rail est maintenu en position tandis que le restant des fiches sont insérées dans les têtes selon la technique habituelle.

Les unités pour compresseur-distracteur sont positionnées sur la partie supérieure de la tête droite avant le positionnement du compresseur-distracteur.



Soins postopératoires

La phase de mobilisation est similaire à celle des allongements de membre. La mobilisation active et passive des articulations adjacentes peut débuter le plus tôt possible après l'intervention.

En cas d'allongement bifocal, la mise en tension des tissus mous reste le problème principal. Pour le fémur, l'amplitude articulaire du genou est généralement limitée par l'utilisation de fiches transfixiantes au niveau du tenseur du fascia lata et du muscle vaste externe.

En règle générale, lorsque les fiches sont passées au travers des muscles situés à proximité d'une articulation, il est recommandé d'étirer au maximum ces muscles avant insertion. La mise en place des fiches distales fémorales requiert donc la flexion complète du genou. Il n'est pas retrouvé de problème similaire pour le tibia proximal là où l'os est sous-cutané. La mise en charge partielle est conseillée dans les jours qui suivent l'intervention.

Le port d'une attelle offre un bon maintien du genou ou de la cheville afin d'éviter les contractures. La charnière de connexion permet de fixer un anneau sur le rail pour assurer une stabilisation du genou si nécessaire.



TRANSPORT SEGMENTAIRE

Le transport osseux doit être commencé au bout de 7 à 10 jours à raison de 0,25 mm quatre fois par jour. Si le montage présente du jeu, tourner l'unité de compression-distraction dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, avec les têtes centrales et proximales verrouillées sur le rail.

La vis de verrouillage et la rondelle de la tête centrale peuvent alors être retirées et l'écrou de l'unité de compression-distraction tourné dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, à raison de 90° quatre fois par jour. Dans la pratique, après avoir obtenu un espace inter-osseux, la vitesse de transport peut être ajustée à 0,75 ou 1,25 mm par jour, selon la qualité du régénérat visualisé sur les radiographies ou au scanner.

Au cours du transport, il n'est pas rare de constater une tension de la peau au niveau de la tête centrale et à un moindre degré au niveau de la tête proximale.

Dans ce cas, il convient de relâcher davantage la peau et les tissus mous.



En fin de transport, l'évaluation radiographique peut démontrer un alignement imparfait entre le segment et le site de fusion. En cas de translation médiale ou latérale, une correction peut être obtenue en desserrant les vis de la tête centrale et en ajustant le corps des fiches dans la tête.

Par ailleurs, la tête de translation ADV peut être utilisée distalement comme substitut pour corriger progressivement la translation.

LE PROCÉDE DE FUSION

Au terme du transport osseux, le comblement du défaut présente différents degrés de contact inter-osseux.

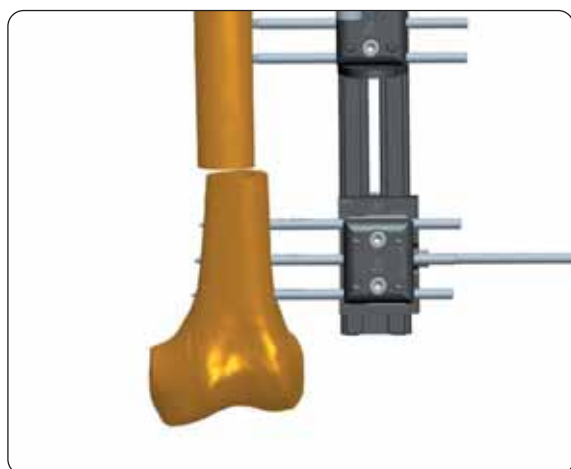
La tête centrale doit ensuite être verrouillée sur le rail. Lorsqu'une mise en compression s'avère nécessaire, le compresseur-distracteur est alors fixé entre la tête centrale et la tête distale, la vis de fixation de la tête distale est desserrée ou retirée.

Une légère compression est appliquée en tournant la vis du compresseur-distracteur dans le sens des aiguilles d'une montre.

En fonction de la qualité osseuse et de l'étendue du contact inter-osseux obtenu, il existe plusieurs alternatives pouvant stimuler la fusion. Ces différentes mesures incluent la compression limitée décrite plus haut, le parage chirurgical du tissu fibreux, la décortication localisée des extrémités osseuses, la compression et une greffe osseuse pour les petits défauts osseux ou une décortication de l'ensemble de la zone de fusion associée à une greffe osseuse, pour les défauts de plus grande envergure.

La consolidation du site de fusion est contrôlée par une série de radiographies.

Si le transport a été réalisé sur une zone de 3 cm ou plus, le site de fusion doit être traité comme un retard de consolidation une fois que la fusion est constatée.



CORRECTION DES DEFORMATIONS

Principes Généraux

La déformation osseuse est un problème tridimensionnel. La correction d'une déformation osseuse par l'intermédiaire du fixateur monolatéral monoplan LRS, nécessite au préalable de comprendre comment les réglages et modifications réalisés sur un seul plan peuvent avoir de l'effet sur un problème tridimensionnel.

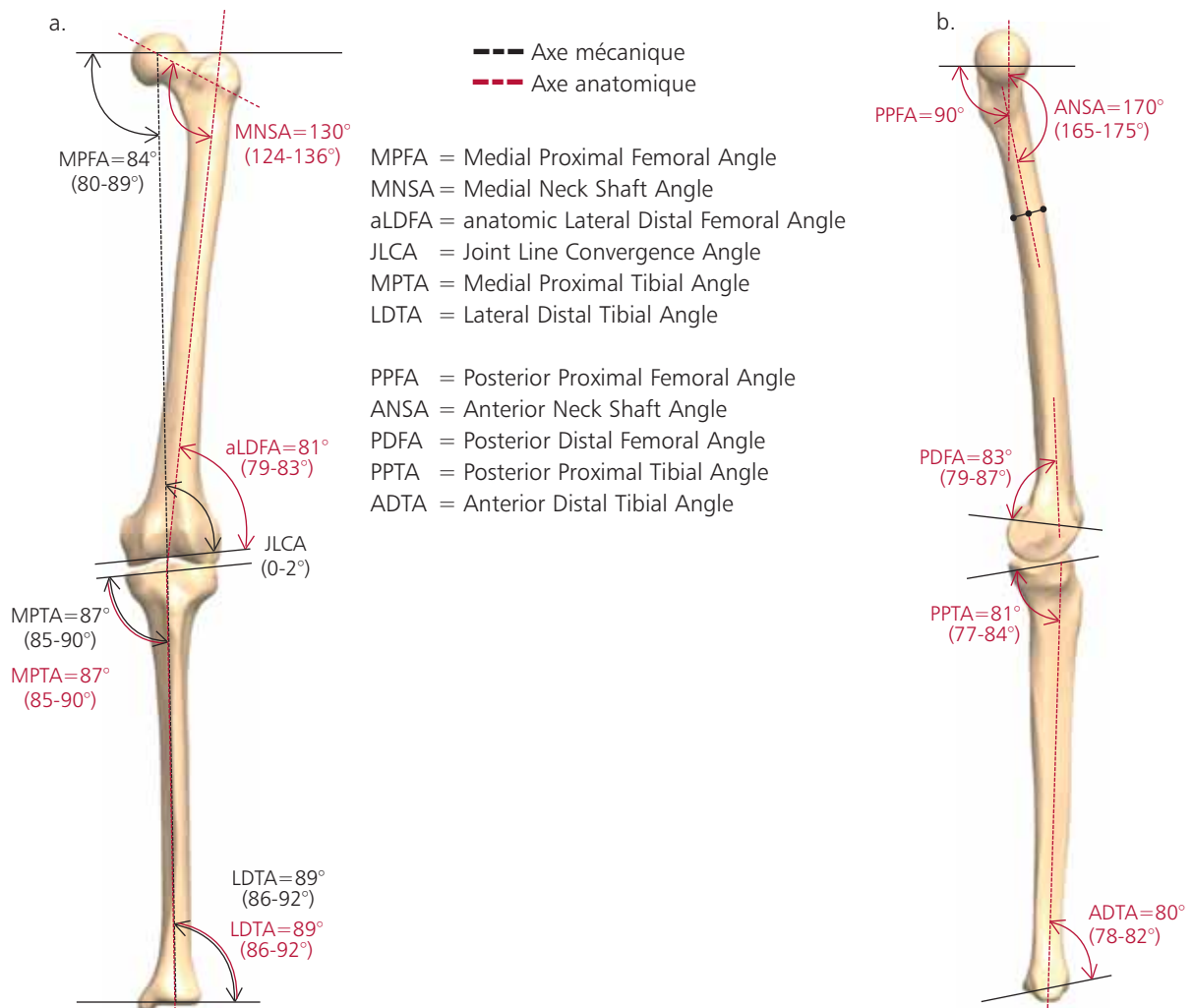
L'Axe Mécanique

C'est la ligne de force de la charge mécanique axiale en situation de mise en charge statique. Pour le tibia, il coïncide avec l'axe anatomique. Pour le fémur, il va du centre de rotation de la tête fémorale jusqu'au milieu du genou. Pour le membre inférieur, il s'étend du milieu de la tête fémorale jusqu'au milieu de l'articulation tibio-talienne et doit normalement passer par le milieu du genou.

L'Axe Anatomique

La ligne passant par le milieu de la diaphyse d'un os long représente l'axe anatomique.

Dans le cas d'une déformation osseuse, chaque segment osseux possède un axe anatomique qui lui est propre et qui s'entrecroise avec les autres.



Paley et Tetsworth^{58, 59}

A partir d'un cliché complet du membre inférieur, la ligne partant du centre de la tête fémorale jusqu'au centre du plafond tibial doit passer à proximité du milieu du genou. Si tel n'est pas le cas, nous sommes en présence d'une Déviation de l'Axe Mécanique.

CORA (Center Of Rotation of Angulation)

C'est l'intersection entre les axes des deux segments d'un os déformé. La position du CORA est simple à déterminer en utilisant les axes anatomiques. L'utilisation des axes mécaniques est un peu plus complexe puisque les axes anatomiques et mécaniques du fémur ne sont pas parallèles. Dans le cas d'une déformation du tibia, l'axe anatomique de chaque côté de l'apex de la déformation est situé le long du milieu de la diaphyse. Dans le cas d'une déformation du fémur, l'axe mécanique du segment fémoral proximal se trouve généralement être la ligne traversant le centre de la tête fémorale, à angle droit avec la ligne allant du centre de la tête jusqu'au sommet du grand trochanter, tandis que l'axe du segment distal peut être obtenu en extrapolant l'axe du tibia en direction rétrograde, à moins que l'on ne soit en présence d'une déformation au niveau du genou. L'axe anatomique est le repère le plus apprécié et le plus simple grâce auquel il est possible de déterminer la position du CORA.

Ligne Bissectrice

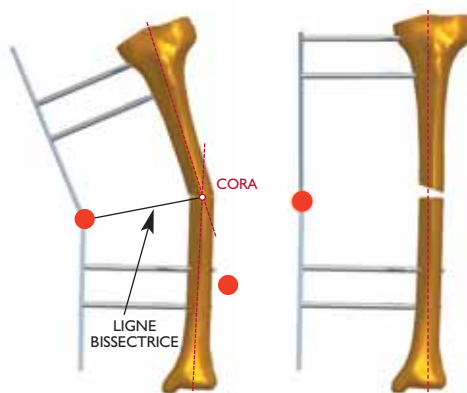
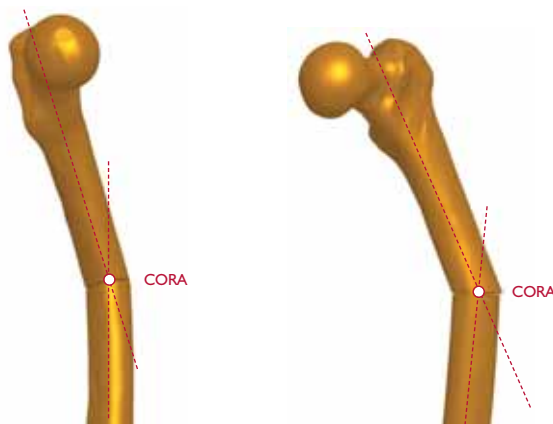
Cette ligne divise en deux parts égales l'angle d'intersection des axes des deux segments d'un os déformé. Le centre de rotation de la charnière d'un système monolatéral de correction progressive doit être placé le long de cette ligne afin de limiter la translation au cours de la correction.

Translation

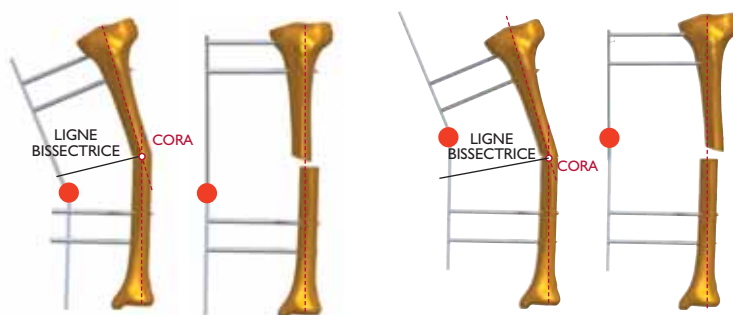
Il est important de savoir déceler une translation dans le cas d'une déformation osseuse. Lorsque la position du CORA ne coïncide pas avec le niveau de l'apex de l'os déformé, la différence est due à la translation, composante de cette déformation. Si la charnière du système monolatéral de correction est placée au niveau de l'apex de la déformation, la translation ne pourra être corrigée. Cependant, si la charnière est placée sur la ligne bissectrice du CORA, la correction de l'angulation et de la translation se fait simultanément.

Lorsqu'un fixateur monolatéral est utilisé, il est indispensable de tenir compte des points suivants:

- I. Lorsque le fixateur est placé sur la convexité de la déformation, la correction angulaire réalisée via la tête micrométrique entraînera la distraction de l'ostéotomie.
- II. Inversement, si le fixateur est placé sur la concavité de la déformation, une compression sera obtenue sur le site d'ostéotomie. Si l'espace inter-osseux laissé par l'ostéotomie s'avère insuffisant, le blocage des extrémités osseuses entravera le bon déroulement de la correction.

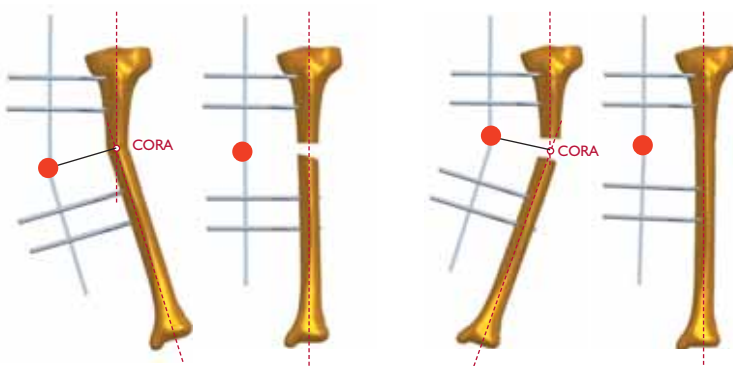


Charnière en regard de la ligne bissectrice en regard du CORA.
Il n'y aura pas de translation après correction.



Charnière sous la bissectrice.

Charnière au dessus de la bissectrice.



Planification préopératoire

Afin de définir aussi précisément que possible les objectifs de l'intervention, il est impératif que le chirurgien évalue minutieusement la déformation en préopératoire avec :

1. Des incidences de face et de profil pour explorer les défauts d'axe dans le plan sagittal et frontal.
2. Le calcul, selon la méthode décrite plus bas, du plan exact de la déformation.
3. Mise en évidence de toute déformation en rotation.
4. L'évaluation de toute translation, composante à part entière de la déformation et nécessitant d'être corrigée.

Déterminer le plan exact de la déformation:

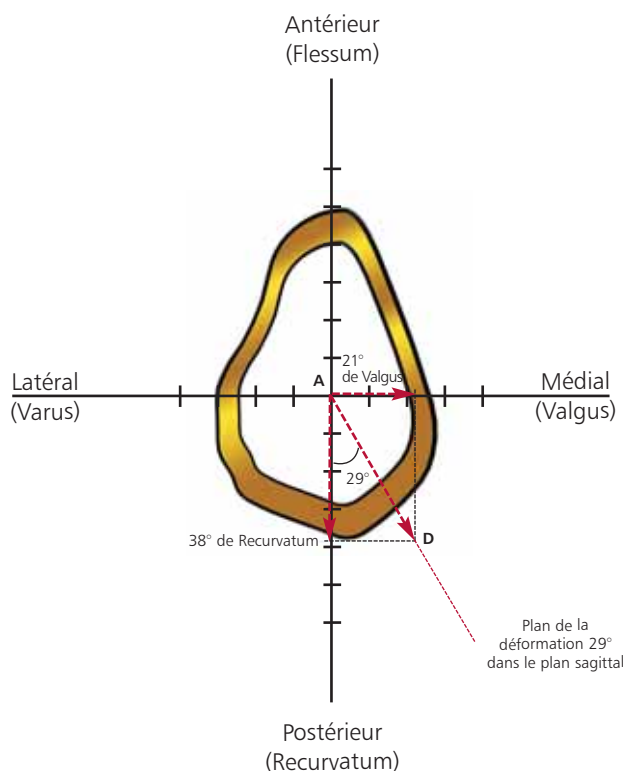
L'exploration initiale de toute déformation des membres inférieurs doit comprendre un cliché complet de face des deux jambes, en charge, afin d'évaluer l'axe sur l'ensemble du membre.

La méthode à partir de laquelle on détermine le plan exact de la déformation (et par là même le plan de correction) est la suivante :

Des radiographies précises de face et de profil sont réalisées. L'angulation de la déformation sur chaque cliché est mesurée au moyen du goniomètre.

Sur papier millimétré, reporter les axes X et Y, le centre de l'os se trouvant à l'intersection de ces deux axes (abscisse) ; les positions antérieures, postérieures, médiales et latérales sont notées. L'importance de la déformation est tracée en degrés sur chaque axe et suivant la même échelle ; par ex : une déformation en valgus de 21° sur la radiographie de face est marquée sur l'axe des abscisses dans la direction médiale - un

moyen simple pour se souvenir qu'une déformation en valgus a son sommet qui pointe médialement et pour noter sur le papier la taille de la déformation dans la direction médiale. De la même façon, un récurvatum de 38° sur l'incidence de profil est noté dans la direction postérieure (récurvatum = apex postérieur). Les lignes orthogonales sont tracées à partir de ces points de manière à s'entrecroiser, ainsi qu'une ligne partant de cette intersection jusqu'à la position zéro (voir la figure ci-dessous). C'est ainsi que l'on obtient le plan de la déformation. La déviation de ce plan par rapport au plan sagittal ou frontal peut être mesurée directement à partir du graphique : Lorsqu'un papier millimétré est utilisé et que l'échelle du tracé est d'un millimètre pour un degré, alors la longueur de la ligne (AD), en millimètres, joignant l'abscisse à l'intersection des deux lignes orthogonales, exprime la taille de la déformation en degrés tandis que l'angle qu'elle forme avec le plan frontal ou sagittal exprime le plan de la déformation. Dans cet exemple, il est de 29° à partir du plan sagittal ou 61° à partir du plan frontal, et s'étend dans une direction posteromédiale ou antérolatérale. La mesure de la longueur de la ligne AD indique la correction à apporter, ce qui représente dans ce cas 43°. Si une radiographie est réalisée en plaçant la plaque de radiographie parallèlement à ce plan de la déformation, on obtiendra une déformation maximum de 43° comme mesuré avec la méthode ci-dessus.



Le plan de la Déformation

Une déviation angulaire peut avoir lieu dans les trois plans de l'espace. Si la déformation a lieu dans le plan frontal, elle sera visualisée de profil sur le cliché de face tandis que sur le cliché de profil l'os est droit. De même, une déformation angulaire dans le plan sagittal ne peut être visualisée que sur l'incidence de profil. Si l'angulation survient dans un plan qui n'est ni frontal, ni sagittal, par ex. dans le plan oblique, alors la déformation sera en partie visible sur les deux incidences frontales et de profil. C'est une erreur relativement courante de penser qu'il y a deux déformations alors qu'en réalité il n'y en a qu'une seule, oblique par rapport aux plans frontal et sagittal standards.

Il est indispensable d'acquérir une bonne connaissance des déformations angulaires avant d'utiliser le système LRS avec la tête micrométrique, car la correction via les têtes du fixateur doit être réalisée dans le plan de la déformation. Dans les cas les plus simples, la correction d'une déformation en valgus ou en varus est réalisée dans le plan frontal.

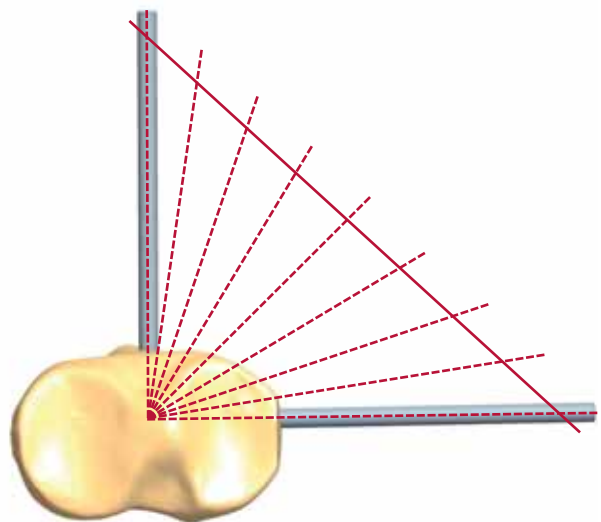
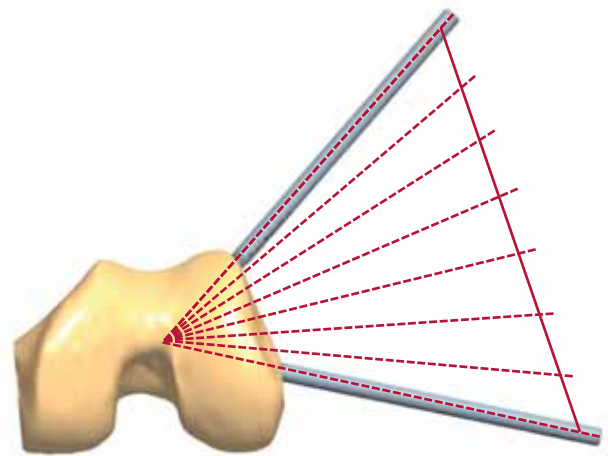
La tête pivotante micrométrique ADV et la tête multiplan ADV autorisent les réglages autour d'un centre de rotation (charnière). Une unité de compression-distraction (ou distracteur), permet de contrôler la correction.

Avec la tête pivotante micrométrique ADV, le centre de rotation fonctionne sur le même plan que les fiches. Pour que la tête puisse fonctionner correctement, les fiches (et par là même le plan de la rotation) doivent être placées dans le plan de la déformation tout comme le rail LRS sera lui aussi appliqué dans le plan de la déformation. Ainsi, le système LRS est appliqué dans le plan frontal pour traiter une déformation en varus ou valgus et dans le plan sagittal pour un récurvatum ou un flectum.

Il est toutefois possible de l'appliquer dans le plan sagittal pour le tibia mais pas pour le fémur ; La correction angulaire via la tête pivotante micrométrique ADV n'est autorisée que lorsque le plan de déformation présente un couloir de sécurité pour l'insertion des fiches.

La tête multiplan ADV permet de surmonter cette restriction et permet au chirurgien de gérer des déformations situées dans un plan qui ne présente pas de couloir de sécurité pour le passage des fiches. Celle-ci, tout comme la tête pivotante, possède un centre de rotation, mais dont le plan d'action peut être modifié indépendamment du plan des fiches. La section

centrale du corps contenant la charnière est appelé angulateur et peut pivoter. Toute déformation angulaire peut donc être corrigée. Les figures suivantes donnent une indication des différents plans d'insertion des fiches à envisager dans le fémur et le tibia. Il est cependant possible qu'avec la tête multiplan, l'angle de la correction planifiée, se trouve à 90° de celui des fiches. Cette situation peut survenir si les fiches sont placées dans le plan frontal dans la prise en charge d'une déformation uniquement sagittale. Dans ce cas, la correction n'assurera aucune compression ni distraction.



Tête Pivotante Micrométrique ADV et Tête de translation-angulation ADV

L'utilisation de ces têtes permet au plan de correction de correspondre au plan des fiches. Elles ne doivent donc être utilisées que si le plan de la correction désirée est approprié pour l'insertion des fiches.

Ces têtes peuvent être utilisées soit pour corriger une déformation au cours de l'intervention, soit pour réaliser une correction en postopératoire par manipulation du cal. Les fiches sont introduites dans le plan de la correction planifiée. La charnière de la tête doit être positionnée le plus près possible du niveau de l'ostéotomie. Si l'on considère que la charnière ne correspondra pas avec la CORA ou sa bissectrice, un effet de translation peut être anticipé au cours de la correction. Ce problème éventuel peut être traité comme expliqué ci-dessous.

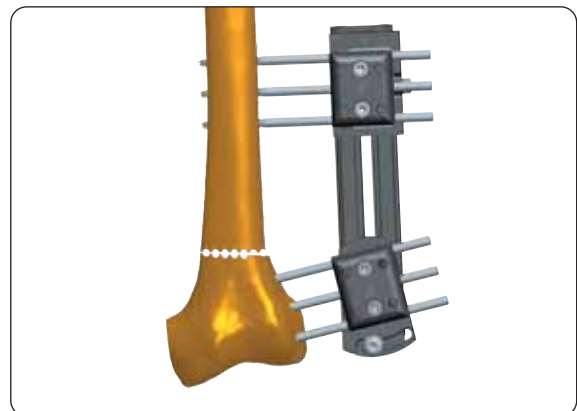
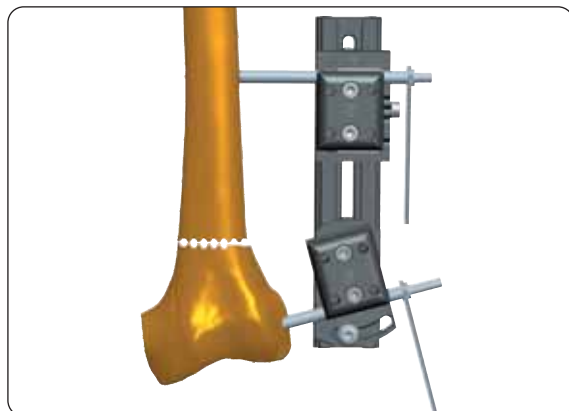
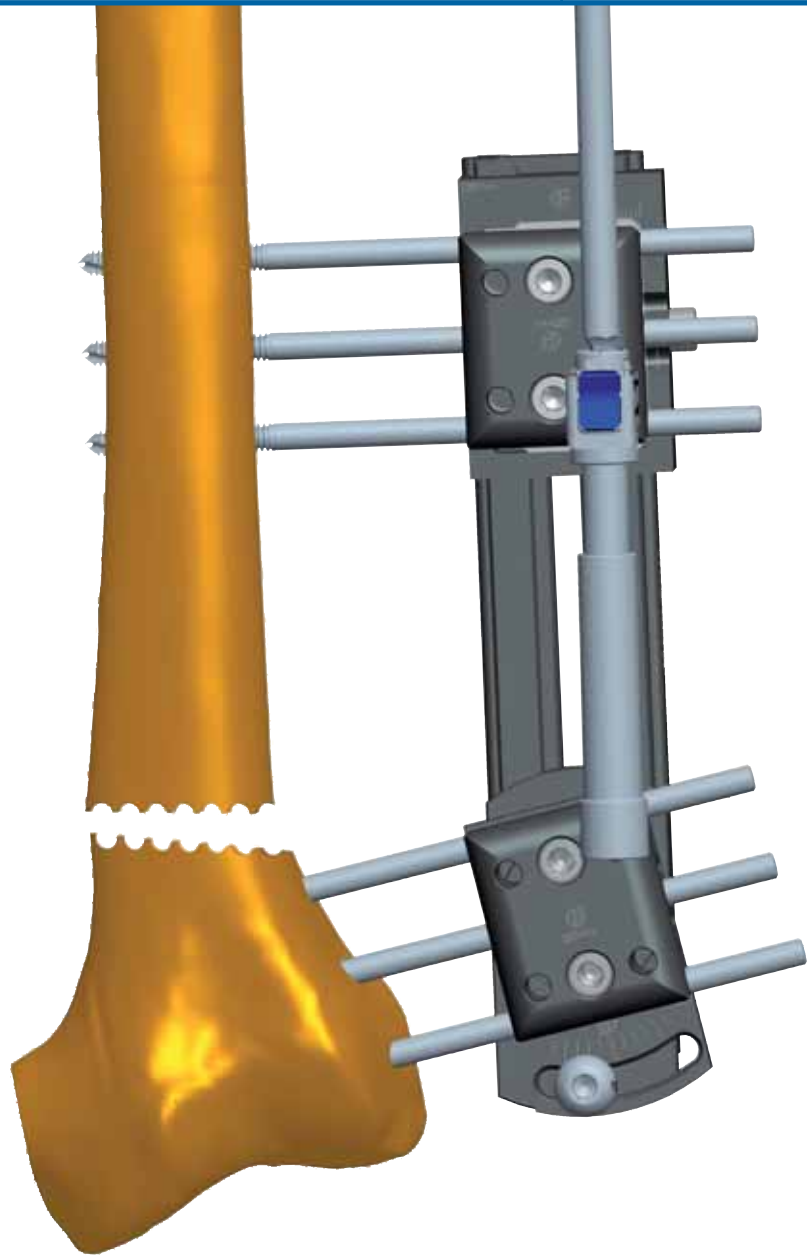
Utilisation de la tête pivotante micrométrique et de la tête de translation ADV

Utiliser la tête Pivotante Micrométrique ADV avec la tête de translation ADV Lorsque cette dernière est appliquée, la vis de translation doit être réglée de façon à obtenir une translation maximale dans la direction déterminée au cours de la planification pré-opératoire.

La première fiche est introduite de manière standard à travers le guide-fiche fixé sur la tête pivotante micrométrique, préalablement réglée sur l'angle désiré.

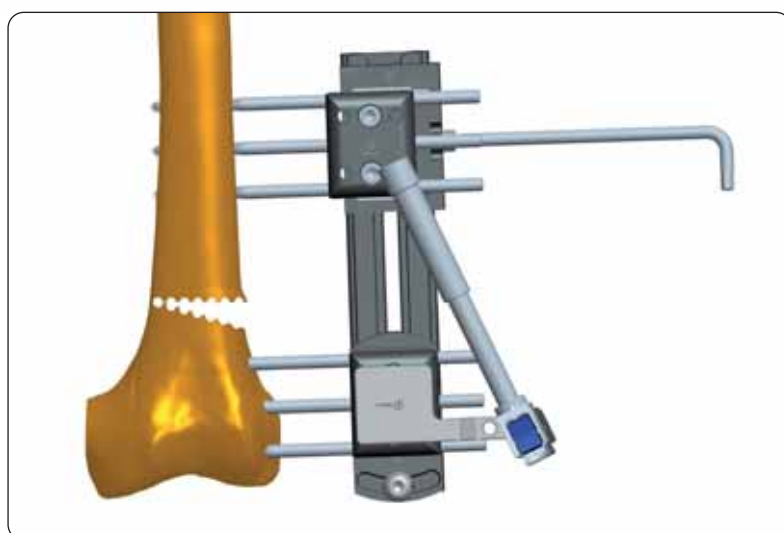
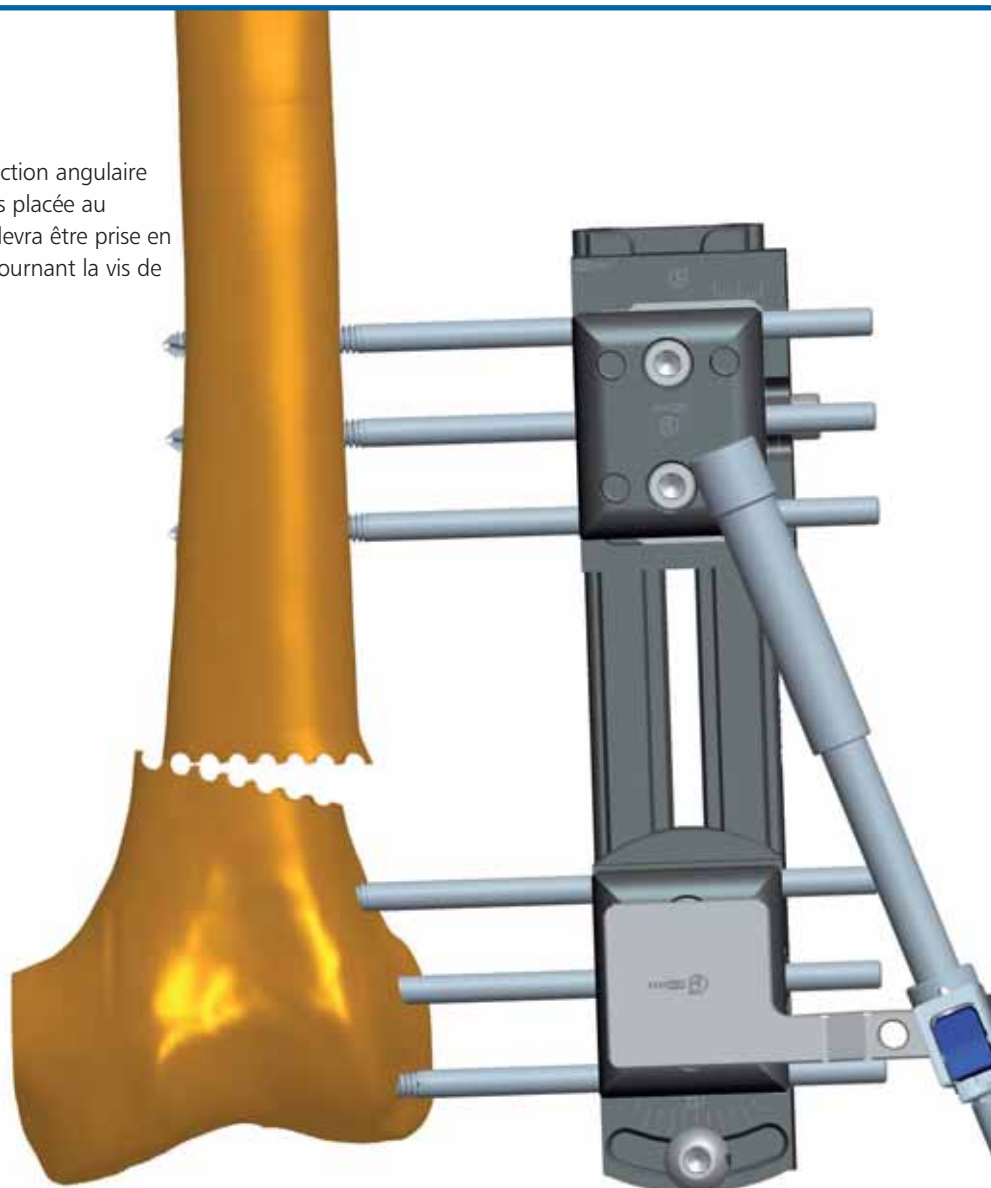
La seconde fiche est insérée dans la tête de translation. Une fois toutes les fiches en place, une ostéotomie est réalisée à au moins 15 mm de la fiche la plus proche, mais le plus près possible de la charnière.

Si le fixateur a été appliqué sur la concavité de la déformation, un raccourcissement du segment osseux se produira au cours de la correction. Dans ce cas, l'unité de compression-distraction peut être utilisée pour distraire l'ostéotomie.



Le défaut d'axe est ainsi corrigé.

Toute translation induite par une correction angulaire réalisée alors que la charnière n'est pas placée au niveau du CORA ou de la bissectrice, devra être prise en charge. La correction est obtenue en tournant la vis de verrouillage de la tête de translation.



Utilisation de la tête de translation-angulation micrométrique ADV

Utiliser la tête de translation-angulation micrométrique ADV avec la tête droite. Lorsque cette dernière est mise en place, la vis de translation doit être réglée de façon à obtenir une translation maximale dans la direction désirée (comme déterminé au cours de la planification pré-opératoire).

N.B.: Lorsque les fiches sont introduites dans la tête de translation-angulation, prendre soin de contrôler qu'elles n'entravent pas son mouvement de rotation. Il est donc conseillé de les insérer dans les logements 1, 2 et 4 de la tête.

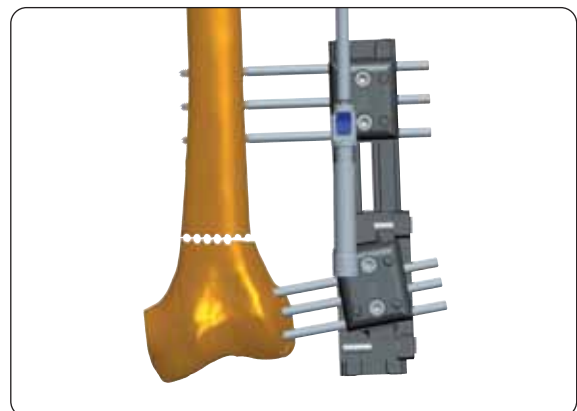
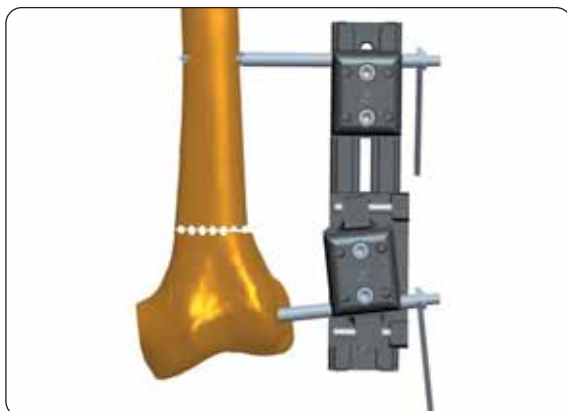
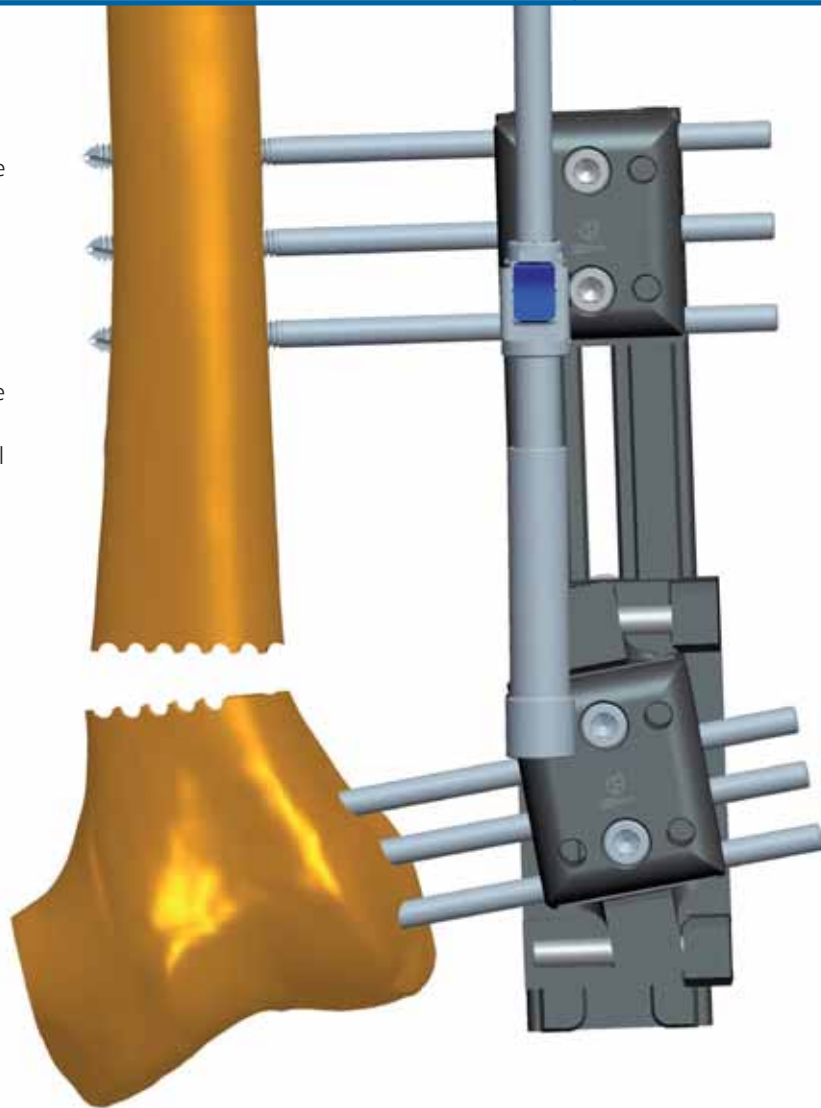
La première fiche est introduite à travers un guide-fiche monté sur la tête de translation-angulation, préalablement réglée sur l'angle désiré.

La seconde fiche est insérée dans la tête droite.

Une fois toutes les fiches en place, une ostéotomie est réalisée à au moins 15 mm de la fiche la plus proche, mais le plus près possible du niveau de la charnière.

Si le fixateur a été appliqué sur la concavité de la déformation, un raccourcissement se produira au cours de la correction angulaire. Afin d'éviter tout encombrement des segments osseux, et de stopper la progression de la correction angulaire, une unité de compression-distraction doit être utilisée pour distraire le site d'ostéotomie. Il est important de déverrouiller d'abord la fiche sous le rail de la tête distale.

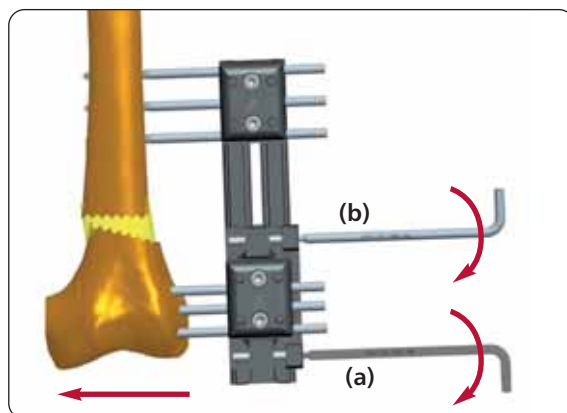
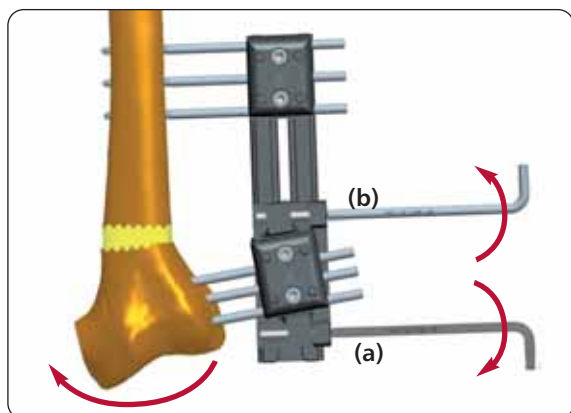
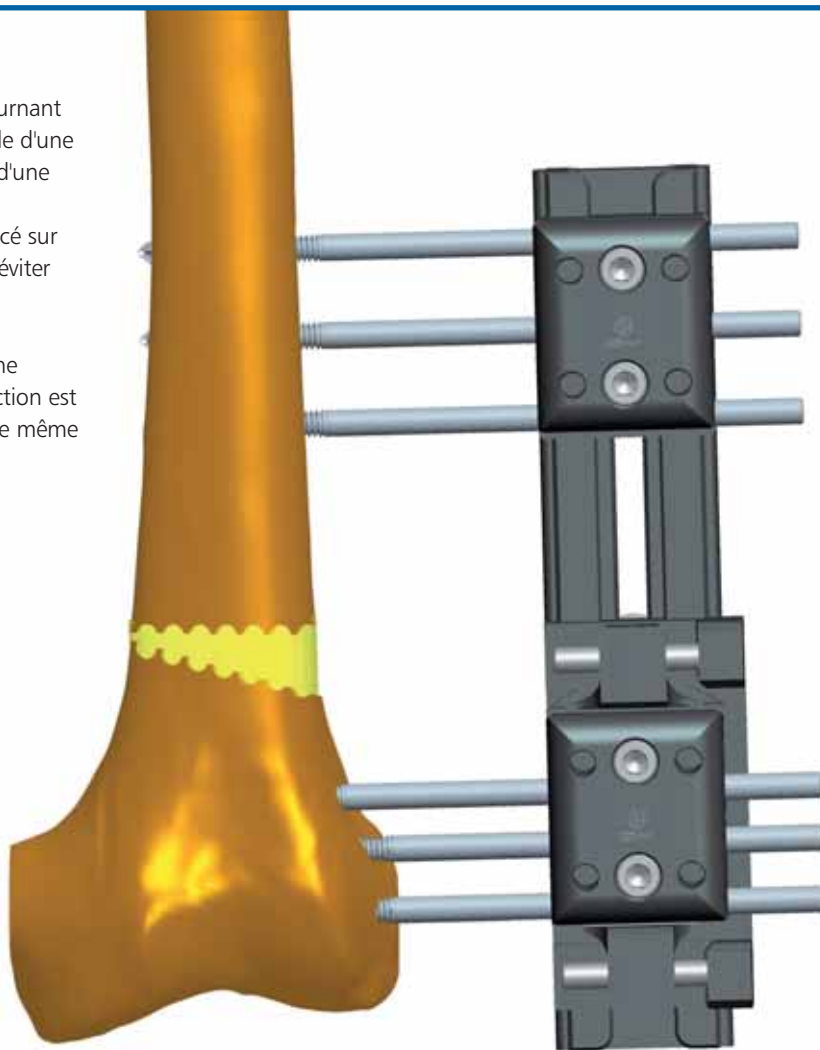
Avant de procéder à une correction angulaire, la tête distale doit être verrouillée sur le rail et l'unité de compression-distraction retirée.



La déformation angulaire est donc corrigée en tournant les vis de verrouillage (a) dans le sens d'une aiguille d'une montre puis (b) dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

NB. Du fait de son poids, le membre doit être placé sur un support pendant cette manœuvre de façon à éviter toute contrainte excessive sur les fiches.

Il se peut que la correction angulaire provoque une translation qui doit être prise en charge. La correction est obtenue en tournant les vis de verrouillage dans le même sens (a) et (b).



Utilisation de la Tête Multiplan ADV

Elle se place à l'une ou l'autre des extrémités du rail pour corriger un défaut d'axe ou une déformation en translation. Le plan et l'étendue de la déformation auront été préalablement déterminés au cours de la planification préopératoire. Si seule une angulation est constatée, alors la planification préopératoire de l'axe anatomique révélera un apex (CORA) qui coïncide avec l'apex de l'os déformé. Lorsque le CORA se situe soit au-dessus soit en dessous de la déformation, une déformation en translation coexiste. Toute déformation en translation nécessite d'être bien évaluée ; selon l'étendue et le plan de la déformation, l'utilisation d'un fixateur monolatéral pourra être envisagée.

Si le CORA est situé au même niveau sur l'os sur les clichés de face et de profil, les déformations angulaires et en translation sont sur le même plan. Dans ce cas, la correction au moyen d'une tête multiplan s'avère aisée. Il suffit de placer le centre de rotation (l'axe de la charnière) de la tête multiplan au niveau de la bissectrice du CORA et d'aligner la charnière de la tête multiplan de façon à ce qu'elle agisse dans le plan de la déformation.

La tête multiplan utilisée avec le système LRS s'adresse aussi aux déformations dont le plan de déformation en translation, bien que différent du plan de déformation angulaire, présente un couloir de sécurité pour l'insertion des fiches. Les fiches sont introduites dans ce couloir de sécurité, alignées sur le plan de la déformation en translation, et la translation est ainsi corrigée progressivement au moyen de la tête. La correction angulaire est traitée séparément en alignant la charnière de la tête pour agir dans le plan de la déformation angulaire.

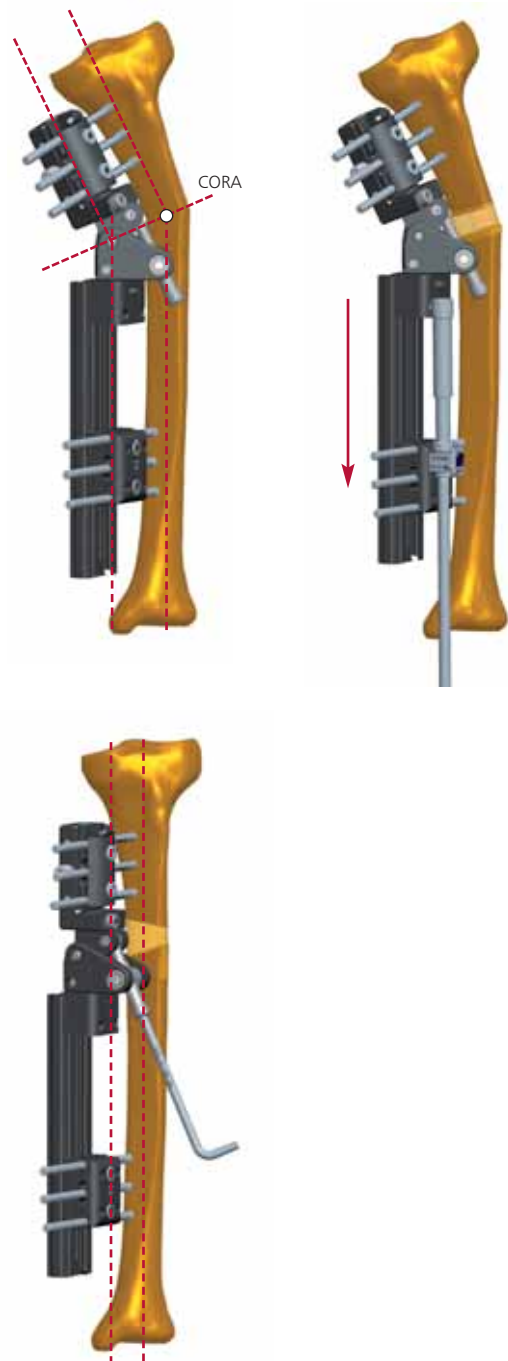
Toutefois si la déformation angulaire ne se trouve pas sur le même plan que la déformation en translation, et que le plan de la déformation en translation n'est pas adapté à l'insertion des fiches, un montage circulaire semble plus approprié que la tête multiplan pour réaliser la correction.

Pour que la tête multiplan fonctionne correctement, les points suivants doivent être respectés durant l'intervention :

- Selon la planification préopératoire, le centre de rotation (charnière) de la tête multiplan doit être placé sur la ligne bissectrice soit :
 - de l'apex de l'os déformé (lorsqu'aucune déformation en translation n'a été constatée ou si présente, la correction est réalisée à partir du dispositif micrométrique de la tête),
- Ou
- du CORA, lorsque celui-ci est situé au dessus ou au dessous de l'apex de la déformation de façon à ce que l'angulation et la translation soient corrigées simultanément.
- Les fiches sont introduites des deux côtés de l'apex de la déformation, perpendiculairement à l'axe anatomique de chaque segment osseux.
- L'ostéotomie est réalisée au niveau de l'apex de la

déformation.

- Les étapes de la correction sont comme décrit ci-dessus, selon que la charnière de la tête multiplan est placée sur la convexité ou la concavité de la déformation.



L'angulateur de la tête multiplan ADV est réglé sur le plan de la déformation déterminé pendant la planification préopératoire et verrouillé dans cette position en vissant l'écrou A. Ce plan est mesuré par rapport au plan d'insertion des fiches, que ce soit le plan sagittal ou le plan frontal pour le tibia ou le plan frontal pour le fémur. La charnière de l'angulateur est ensuite réglée sur l'angle de la déformation déterminé au cours de la planification préopératoire, en tournant le distracteur.

Le montage est maintenu à une distance suffisante de la peau et la position du rail réajustée de façon à ce que le centre de rotation (charnière) de la tête multiplan coïncide avec l'apex de la déformation ou avec la ligne bissectrice du CORA, selon les résultats de la planification préopératoire.

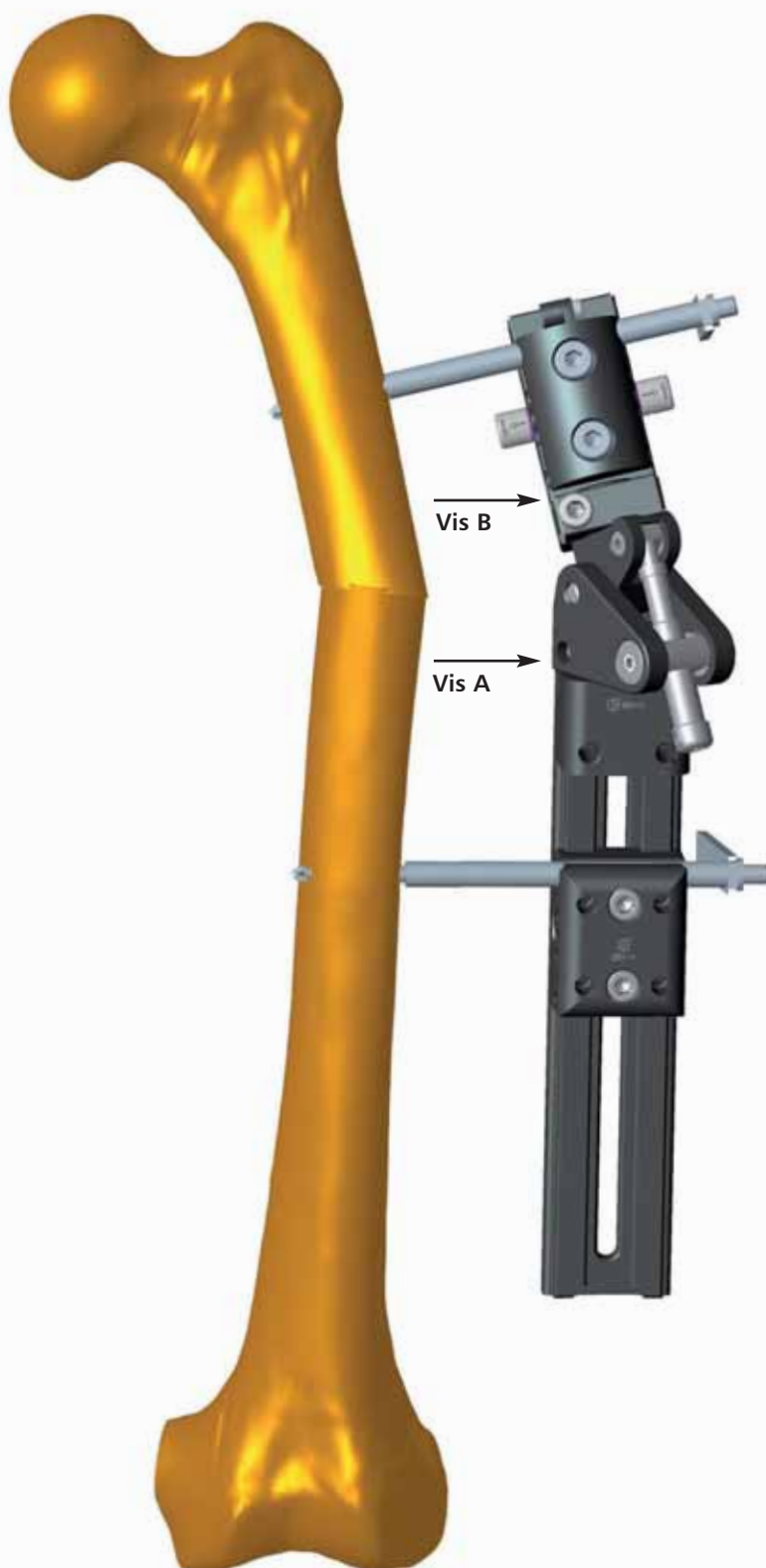
Les positions du CORA et des fiches sont tracées sur le patient au crayon dermatographique, en tenant compte du plan d'insertion des fiches. Si l'angle et le plan de la déformation ont été correctement identifiés au cours du temps préopératoire, un trocart peut être placé dans chaque tête à 90° de l'axe anatomique de chacun des segments osseux. Si tel n'est pas le cas, la situation doit être réévaluée et l'angle ou le plan de l'angulateur ajusté en fonction.

Une fiche de longueur adaptée est insérée dans le segment osseux le plus long à travers un guide-fiche dans la tête droite, d'un côté de l'apex de la déformation, en prenant soin de respecter les couloirs de sécurité et sous contrôle radiographique pour assurer son positionnement central dans l'os, perpendiculairement à l'axe de ce segment osseux. L'écart entre le rail et la peau est de 2-3 cm. Un guide-fiche et un trocart sont introduits à travers la tête multiplan ; si le montage précédent était correct, le trocart doit alors se trouver perpendiculaire au segment osseux. Dans le cas contraire, de petites modifications doivent être réalisées par rotation de la tête et réglage de l'angulateur.

La vis B est alors serrée afin de verrouiller la tête en place. Une seconde fiche est introduite à travers la tête de manière standard, tout en vérifiant qu'elle pénètre l'os en son centre.

Avant de procéder à l'insertion de la seconde fiche, sonder manuellement la qualité de l'ancrage osseux pour la mise en place des fiches suivantes, à l'aide d'une broche de Kirschner.

A ce stade de la procédure, l'ensemble du montage doit être maintenu par une fiche placée de chaque côté de la déformation.



Les fiches restantes sont ensuite insérées à travers les deux têtes. Chez un adulte, trois fiches doivent être placées dans chaque tête, à égale distance les unes des autres.

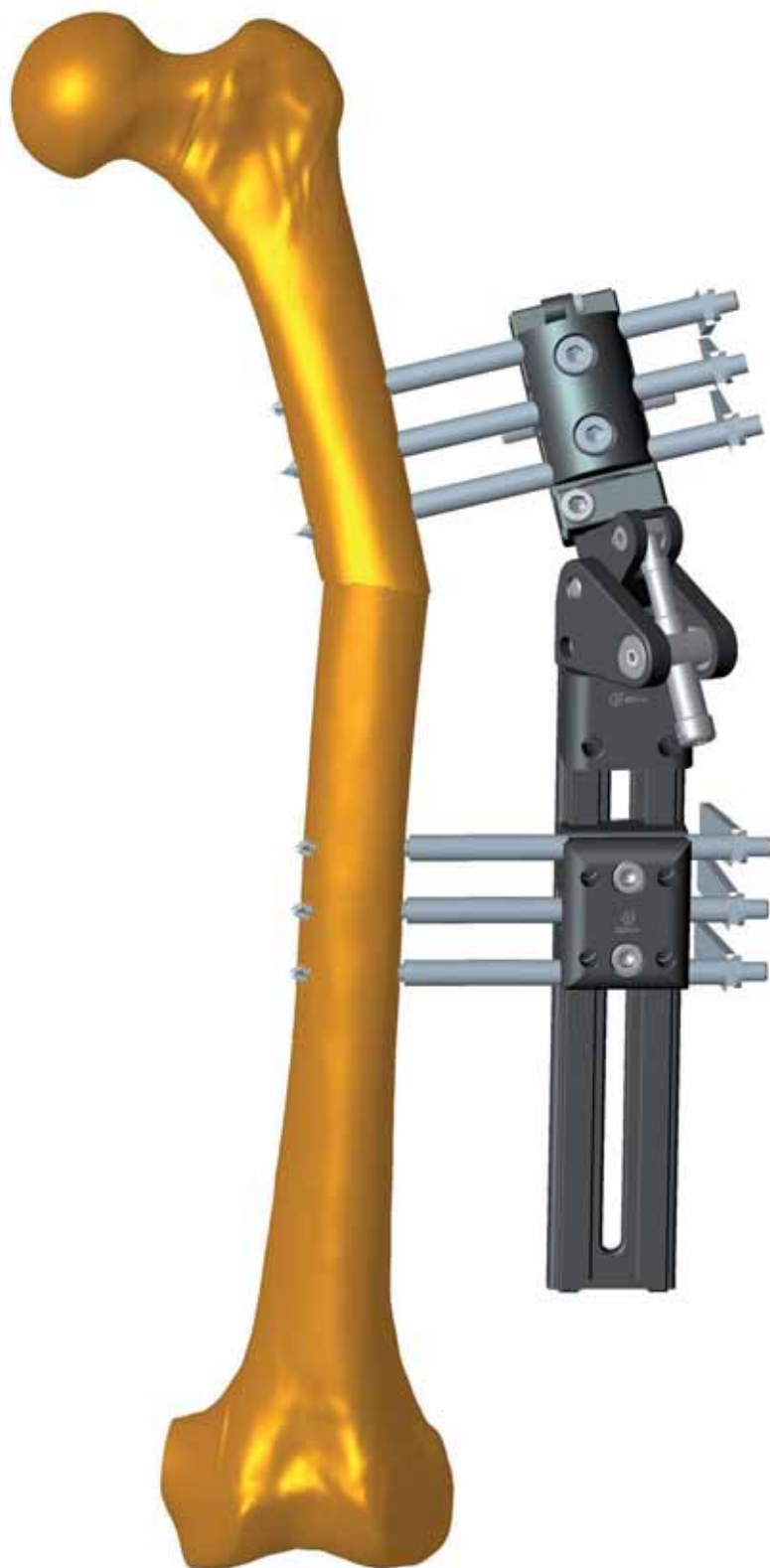
L'ostéotomie est réalisée de façon standard au niveau de l'apex de la déformation pour la callotasis.

Puisque la tête multiplan autorise la correction angulaire sur un plan différent de celui de l'insertion des fiches (contrairement à la tête pivotante micrométrique), c'est la position de la charnière par rapport à la convexité ou la concavité de la déformation qui importe et non juste la position du fixateur.

Comme pour la tête pivotante, si la charnière se trouve sur la concavité de la déformation, un écart suffisant doit être respecté afin d'éviter l'impaction des extrémités osseuses. Il est aussi préférable de conserver un écart suffisant même lorsque la charnière est placée sur la convexité de la déformation, de façon à empêcher toute tension excessive des tissus mous pendant la correction.

Une fois la correction terminée, la tête multiplan doit se trouver alignée sur le rail LRS.

La tête multiplan étant fixée à l'extrémité du rail, le nouveau segment osseux peut alors être dynamisé en dévissant la vis de verrouillage de la tête droite adjacente, éventuellement protégée par le Dyna-Ring.



Utilisation de la tête en T de Garches ADV

La tête en T de Garches peut être utilisée dans le cas d'un allongement, d'une correction angulaire ou les deux combinés.

Ceci dépend de la vis de verrouillage qui sera desserrée ainsi que du type et du positionnement du compresseur-distracteur.

Sur la figure (a), le fixateur est configuré pour un allongement.

Le compresseur-distracteur est utilisée et installée proximement à la base de la tête en T de Garches ainsi que sur la tête droite distale. L'écrou de verrouillage de l'axe de la tête est BLOQUE, tandis que celui de la tête droite (situés de chaque côté du rail sur la tête) est DESSERRE. L'extension du compresseur-distracteur allonge l'os sans effectuer de correction angulaire.

Sur la figure (b), le fixateur est configuré pour la correction angulaire. Le compresseur distracteur pour T de Garches est utilisé, placé en proximal sur la partie antérieure de la tête en T de Garches et distalement sur un dynaring (53536).

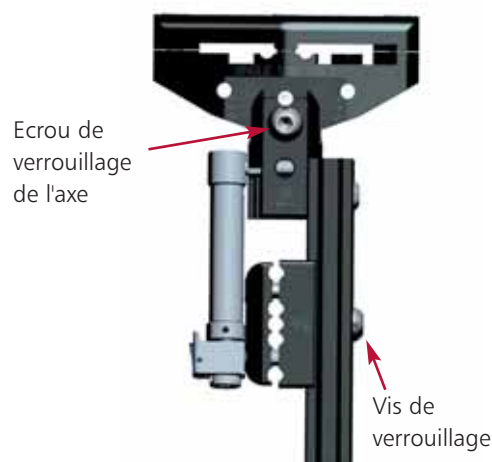
La fixation proximale est sécurisée par l'écrou de plastic (voir le schéma).

La vis de verrouillage de la tête droite est BLOQUEE tandis que l'écrou de verrouillage de l'axe de tête est DESSERE.

Toute modification de longueur du compresseur-distracteur changera l'alignement en varus/valgus de la tête en T de Garches, sans risque de raccourcir un segment préalablement allongé.

Cette tête peut donc être utilisée pour la correction angulaire au cours de l'allongement du tibia proximal, ou pour la correction planifiée d'une déformation en varus ou en valgus du tibia proximal. Elle est généralement utilisée pour le réaligement d'un tibia vara associé à une arthrose du compartiment médial du genou.

Cette tête ne doit pas être utilisée dans la correction des flessum/recurvatum du fémur.



ALLONGEMENT
(a)



CORRECTION ANGULAIRE
(b)

Allongement tibial Technique opératoire

PREMIERE ETAPE : Fixation et ostéotomie de la fibula dans sa portion distale

Une vis fixant la portion distale de la fibula au tibia est placée obliquement et est proximale au niveau de la syndesmose de la cheville, afin d'empêcher tout déplacement de la malléole au cours de la procédure d'allongement.

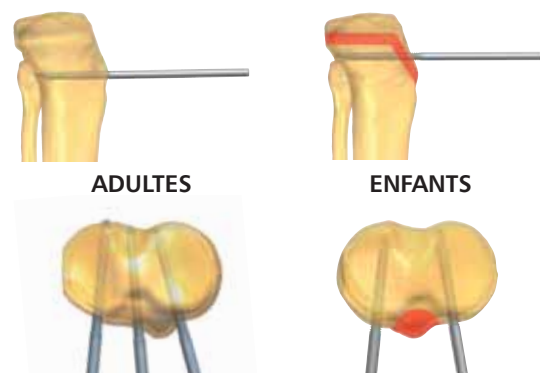
SECONDE ETAPE : Mise en place de la tête

L'interligne articulaire du genou et la tubérosité tibiale antérieure doivent être minutieusement délimitées par palpation, sous contrôle de l'amplificateur de brillance.

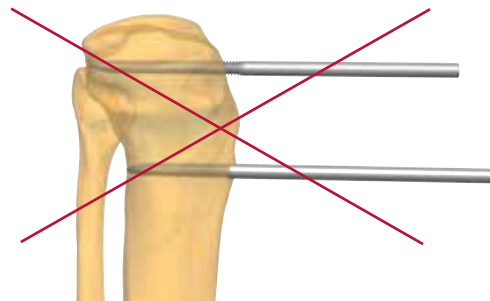
Un écart de 20 mm entre la tête et la peau est maintenu au moyen d'une entretoise. La tête en T de Garches doit être placée parallèlement à la surface supérieure du tibia dans le plan frontal sinon il ne sera pas possible de réaliser une correction extemporanée dans le plan désiré.



La limite supérieure de la tête en T de Garches doit être positionnée de façon à ce que l'écrou de verrouillage de l'axe de la tête se trouve au même niveau que le site d'ostéotomie, c'est-à-dire juste en dessous de la tubérosité tibiale. Au moment de positionner la limite supérieure de la tête en T chez l'enfant, tenir compte du fait que les fiches doivent être placées sous la plaque de croissance.

**Prendre soin d'éviter:**

1. De placer la tête en T trop haut, au risque d'entraîner une pénétration des fiches dans l'articulation ou de provoquer une lésion de la plaque de croissance chez l'enfant.
2. De placer la tête de façon trop basse, l'ostéotomie pouvant devenir diaphysaire plutôt que métaphysaire.



Une fois que la tête en T de Garches a été correctement installée, comme décrit ci-dessus, elle doit être provisoirement fixée au tibia à l'aide d'une broche de Kirschner insérée à travers l'orifice situé au dessus de l'écrou de verrouillage de l'axe de la tête. La mise en place correcte doit être confirmée par radiographie.

La tête doit être positionnée à une distance de 20 mm de l'os (pas plus de 30 mm). En cas de besoin, utiliser l'entretoise pour faciliter la mise en place de la tête.

Le rail est ensuite disposé parallèlement à la diaphyse tibiale. Puisque l'interligne articulaire du tibia n'est pas exactement perpendiculaire à l'axe de sa diaphyse, l'écrou de verrouillage de l'axe de la tête devra être desserré de façon à positionner correctement le rail sur la diaphyse. Prendre soin de vérifier que le rail se trouve à la même distance de l'os que la tête en T de Garches. Les fiches de la tête distale devront être introduites à travers la surface antéromédiale du tibia, à peu près 1 cm médialement à la crête tibiale. Une broche de Kirschner peut être placée dans la tête pour maintenir cette position une fois que cette dernière aura été déterminée. L'écrou de verrouillage de l'axe de la tête peut ensuite être serré.

TROISIEME ETAPE : MISE EN PLACE DES FICHES

Les fiches proximales sont introduites en premier. Ces fiches ont pour objectif premier d'assurer un maximum de stabilité, en prenant soin d'épargner le faisceau neurovasculaire derrière le tibia proximal. L'insertion des deux fiches externes doit être réalisée avec une légère convergence si possible. La mise en place des fiches est effectuée sous contrôle de l'amplificateur de brillance afin d'obtenir un ancrage osseux satisfaisant. Chez l'enfant, l'insertion d'une fiche intermédiaire est déconseillée, celle-ci pouvant endommager la plaque de croissance de la tubérosité tibiale. Les fiches diaphysaires sont ensuite placées perpendiculairement à l'axe anatomique. Les broches de Kirschner et les guide-fiches sont retirés, les têtes ainsi que l'écrou de verrouillage de l'axe de la tête sont bloqués.

QUATRIEME ETAPE : Ostéotomie tibiale

Une voie d'abord percutanée antéro-médiale ou antéro-latérale peut être utilisée. Le périoste est incisé longitudinalement sous le niveau de la tubérosité tibiale puis élevé doucement sur les surfaces antéromédiales et latérales. L'ostéotomie est ensuite réalisée au niveau de l'écrou de verrouillage de l'axe de la tête, juste au dessous de l'insertion du tendon patellaire. Les segments osseux sont distractés de deux ou trois millimètres à l'aide de l'unité de compression-distraktion (un tour dans le sens inverse des aiguilles d'une montre = 1 mm de distraction), afin de contrôler si l'ostéotomie est terminée. L'écart peut être minutieusement exploré au moyen d'un instrument plat émoussé ou bien le fixateur est retiré et les fragments sont doucement manipulés pour vérifier leur bonne mobilité avant de replacer le fixateur. Les segments osseux sont ensuite repositionnés jusqu'à être en contact (un tour dans le sens des aiguilles d'une montre = 1 mm de compression). La vis de verrouillage de la tête droite est alors serrée. La fermeture consiste en une suture du périoste et de la peau.

Noter: Au cours de la distraction, une mise en charge partielle jusqu'à 30% est autorisée.



Correction des déviations en Varus ou en Valgus

Correction progressive

Une déviation angulaire (tibia valga, tibia vara) peut être progressivement corrigée au moyen de ce module. La méthode d'application est pratiquement identique à celle utilisée pour l'allongement tibial.

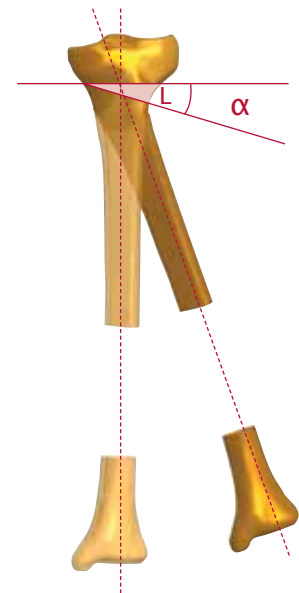
Le chirurgien doit déterminer en préopératoire la distance L démontrée ci-contre en traçant l'axe anatomique à la fois du tibia déformé et du tibia corrigé.

Une ostéotomie fibulaire doit être réalisée suivie d'une ostéotomie tibiale complète située juste en dessous de l'insertion du tendon patellaire.

Le compresseur-distracteur avec cliquet est placé comme démontré sur la figure (a).

Le délai d'attente avant de commencer la distraction est de 10 jours chez les adultes et un peu moins chez les enfants ou les patients dont l'ossification s'avère plus rapide.

L'écrou de verrouillage de l'axe de la tête étant BLOQUE et la vis de verrouillage de la tête droite DESSEREE, le site d'ostéotomie est alors progressivement distracté (b) selon les principes de la callotasis, jusqu'à obtenir un écart identique à la distance L (voir la figure ci-dessus).



(a)



(b)



(c)



(d)

Une fois la distraction initiale terminée, la vis de verrouillage de la tête droite est BLOQUEE et le compresseur-distracteur pour T de Garches est placé comme démontré sur la figure (c). **L'écrou de verrouillage de l'axe de la tête est ensuite DESSEREE** et la compression réalisée à raison d'un quart de tour, 4 fois par jour.

Après avoir fermé à nouveau le compresseur-distracteur jusqu'à obtenir la distance L, la déformation angulaire est corrigée (d).

Lorsque la correction est terminée, **l'écrou de verrouillage de l'axe de la tête est BLOQUE**.

L'appui partiel et protégé est autorisé jusqu'à 30% pendant toute la période de l'allongement et de la correction.

Utilisation de la charnière de connexion pour anneau

La tête pour anneau peut être fixée à un anneau et à l'une des extrémités du rail.

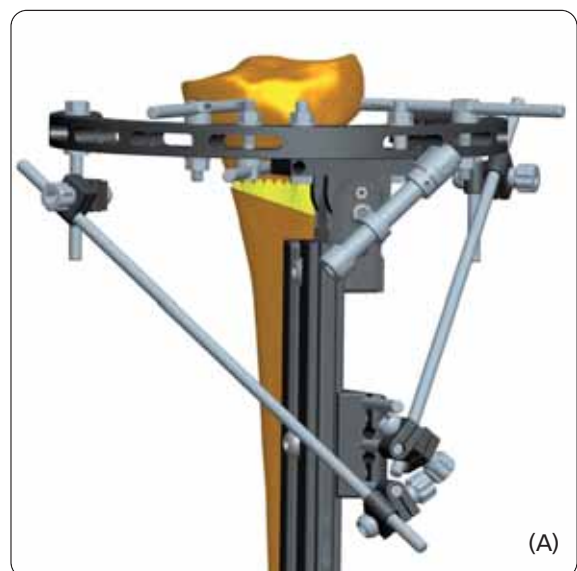
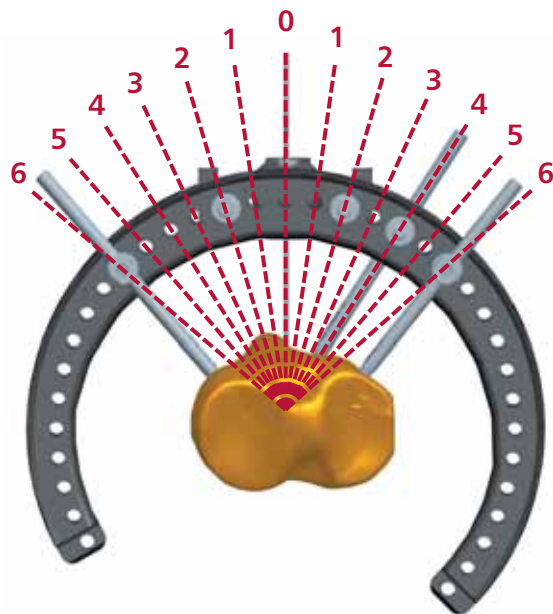
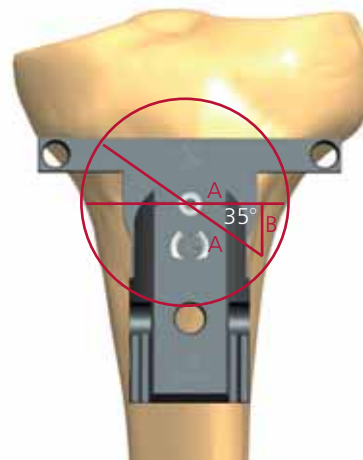
Cette tête n'est pas conçue pour les allongements osseux et ne doit en aucun cas être soumise aux forces de l'allongement. Elle s'adresse aux corrections angulaires progressives ou extemporanées réalisées sur un plan à condition de placer au minimum **3 fiches uniques et indépendantes dans l'anneau afin de garantir la stabilité en rotation**, deux fiches insérées au dessus de l'anneau et une autre en dessous. Les deux fiches externes doivent être placées à un angle de 90° maximum.

Le montage est installé en avant du tibia de façon à pouvoir ajuster l'alignement en varus/valgus, ceci pouvant être modifié pour permettre une correction dans le plan oblique si nécessaire. Lorsque le centre de rotation de la charnière de connexion coïncide avec le centre du CORA, aucune translation ne peut survenir au cours de la correction.

L'ostéotomie est réalisée au niveau de la charnière.

L'angulation maximale autorisée pour la charnière est de 35°. Le site d'ostéotomie doit être distracté avant d'effectuer toute correction angulaire. Des barres de renfort peuvent être ajoutées au terme de la correction angulaire progressive afin de permettre une mise en charge précoce (voir l'encadré a).

La charnière de connexion pour anneau peut être utilisée avec un minimum de 3 fiches péri-articulaires mises sous tension et qui présentent un angle de croisement d'au moins 60°, à condition que des barres de renfort aient été ajoutées au montage à l'issue de la correction.



Utilisation des correcteurs extemporanés d'angulation

Correction extemporanée

Les correcteurs extemporanés d'angulation ont été conçus pour aider à l'insertion précise de deux lots de fiches chacune placée perpendiculairement à l'axe anatomique du segment osseux, proximale et distalement à l'apex de la déformation. Les correcteurs ne sont pas destinés à la correction extemporanée mais simplement à permettre la mise en place précise des fiches combinées au rail du système Advanced LRS. Si les fiches ont été insérées correctement au moyen des correcteurs, la manipulation qui consiste à placer les fiches dans les têtes droites standards LRS devrait achever la correction désirée.

Ces correcteurs peuvent aider à corriger une déformation angulaire, un trouble en rotation ou les deux combinées. Ils sont utilisés pour la correction angulaire dans le plan sagittal, frontal ou oblique et pour la dérotation. Le degré de déformation pouvant être corrigé en toute sécurité dépend du site d'ostéotomie et des effets que peut avoir la correction extemporanée sur les structures à risque (généralement les nerfs) et sur la tension des tissus mous.

Principes Généraux

Ces correcteurs sont destinés à faciliter la mise en place précise des fiches dans chaque segment osseux de chaque côté de l'apex de la déformation. Les fiches sont placées perpendiculairement aux axes anatomiques des segments osseux concernés. Une ostéotomie est réalisée au niveau de l'apex de la déformation. Les correcteurs sont ensuite retirés puis le membre manipulé pour faciliter la mise en place des deux lots de fiches dans les têtes standards LRS. Ceci permet d'obtenir la correction souhaitée. Au cours de la planification préopératoire, il est déterminé si la déformation requiert une correction sur un seul (monofocale) ou deux niveaux (bifocale). De plus, chaque niveau peut ne présenter qu'un seul paramètre de correction, par exemple la dérotation (alors considéré comme simple), ou nécessiter la correction de plusieurs paramètres tels que l'angulation, la rotation et la longueur (alors considéré comme complexe). Dans le cas d'une déformation monofocale complexe, l'angulation et la rotation peuvent toutes deux bénéficier d'une correction extemporanée et simultanée ; la longueur est alors restaurée progressivement selon les principes de l'allongement par la callotaxis.



Correcteur extemporané « T » de Garches (14332)



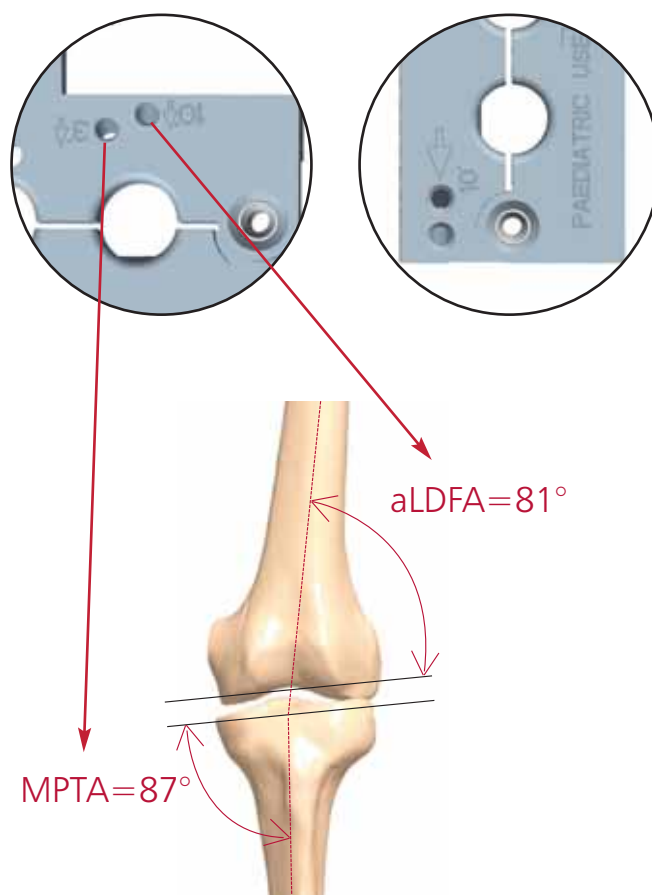
Correcteur extemporané tête en « T » (14334)



Correcteur extemporané tête droite (14333)

Précautions pour la correction extemporanée

Les corrections extemporanées sont généralement possibles au niveau du fémur mais ces procédures restent délicates dans le cas de déformations tibiales, particulièrement au niveau du tibia proximal. Pour les déformations fémorales plus sévères ainsi que pour celles qui siègent au niveau du tibia proximal, il est recommandé d'utiliser une correction progressive. La préservation des tissus mous est primordiale, en particulier lorsqu'il s'agit du nerf fibulaire au niveau du tibia proximal. L'exploration et la libération du nerf fibulaire peuvent être nécessaires. Les corrections du tibia distal sont moins susceptibles de provoquer des lésions, il convient cependant de vérifier que le nerf tibial postérieur n'est pas étiré. La correction progressive par le biais d'un fixateur circulaire ou monolatéral semble être dans ce cas une option plus sûre. Bien que ces structures soient moins contraignantes dans le fémur, toute modification inattendue de forme au niveau du fémur distal (ou dérotation) peut rendre difficile le repérage de la rotule. Cependant, la correction des troubles en rotation dans le fémur distal auront un effet sur l'exploration de la rotule. Pour éviter cela, il paraît plus sûr de réaliser une correction de dérotation du fémur proximal. Par contre, en cas de mauvais repérage de la rotule du fait d'un cal vicieux en rotation, il est préférable de réaligner l'appareil patellaire en même temps. Une planification préopératoire minutieuse est indispensable à l'obtention de bons résultats.

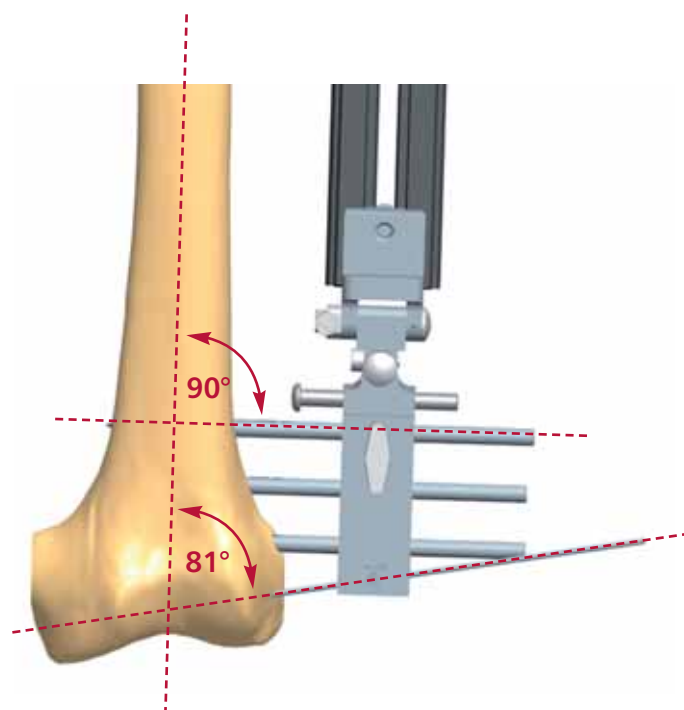


Correcteur d'angulation

Les déformations frontales et sagittales sont mesurées au goniomètre à partir de radiographies adaptées. Le rail LRS est assemblé avec un correcteur d'angulation fixé à l'une de ses extrémités. Les vis de verrouillage des deux charnières du correcteur d'angulation sont desserrées et le correcteur ajusté dans chaque plan afin de s'adapter aux déformations préalablement mesurées sur les radiographies de face et de profil. Les vis de verrouillage des charnières sont serrées. Le montage est ensuite aligné de telle manière qu'il imite la déformation osseuse. Ces correcteurs peuvent être combinés à une tête droite fixée sur le rail ou à un correcteur de dérotation lorsqu'un trouble en rotation est aussi constaté. Deux orifices respectivement marqués 3° et 10° sont présents sur le correcteur extemporané de tête en T. Après avoir introduit une broche de Kirschner parallèlement à la surface articulaire dans l'orifice correspondant (3° dans le tibia et 10° dans le fémur), les fiches se trouveront automatiquement perpendiculaires à l'axe anatomique.

Seul l'orifice marqué 10° est présent sur le correcteur extemporané tête droite.

Attention: Les correcteurs peuvent être placés sur le côté droit comme sur le côté gauche. Lorsqu'une broche de Kirschner est introduite, prendre soin d'utiliser l'orifice indiqué par la flèche sur le correcteur face au chirurgien perpendiculairement à l'axe anatomique fémoral.

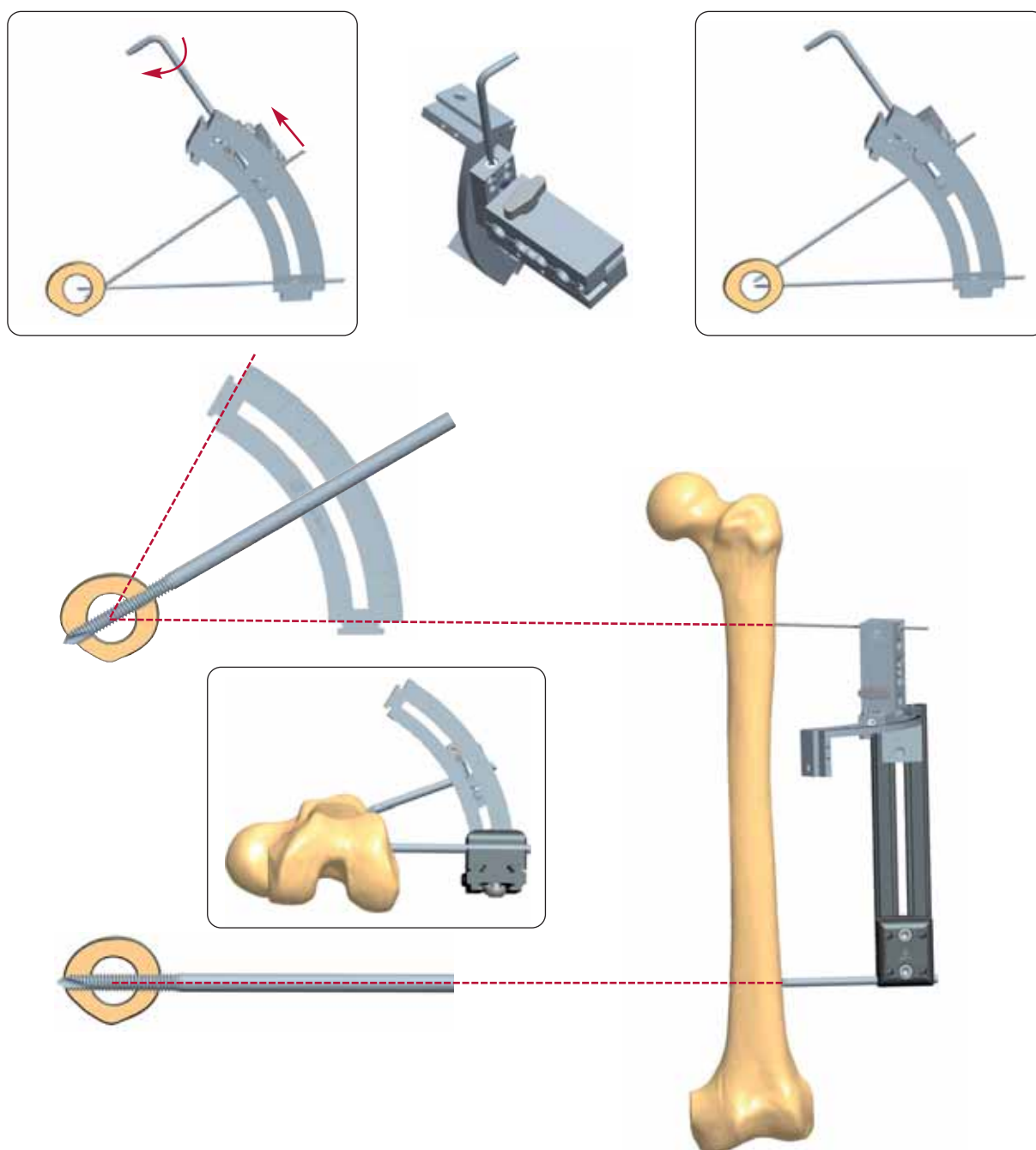


Correcteurs de dérotation

Une déformation de dérotation peut être corrigée en insérant des paires de fiches placées les unes par rapport aux autres selon un angle bien défini, dans le plan transversal. Après avoir réalisé l'ostéotomie entre les paires de fiches, ces dernières peuvent être ramenées au même niveau et maintenues au moyen de têtes droites fixées sur le rail pendant la consolidation osseuse. Cette procédure peut être soit isolée, soit combinée à un correcteur de dérotation pour la correction d'une déformation angulaire et d'un trouble en rotation. Il est cependant possible, si besoin est, de combiner cette correction extemporanée à un allongement ultérieur. Les correcteurs de dérotation permettent au chirurgien de placer des paires de fiches les unes par rapport aux autres selon un angle bien défini pour assurer une correction précise de la

déformation. Un contrôle clinique de la déformation peut être effectué au moyen de la méthode du profil rotationnel en procubitus, les mesures peuvent aussi être réalisées par scannographie.

Les fiches doivent être insérées avec précision et traverser le centre de l'os de chaque côté. Pour cela, l'écart entre le rail LRS et le centre de l'os doit être identique au rayon de l'arc sélectionné. Si l'écart entre le rail et l'os n'est pas équivalent au rayon de l'arc choisi, il peut y avoir une certaine translation entre les deux segments osseux après correction. Pour éviter cela, la tête peut être déplacée le long de la tangente de l'arc en tournant la vis filetée. Les fiches sont ainsi placées avec précision dans le centre de l'os.



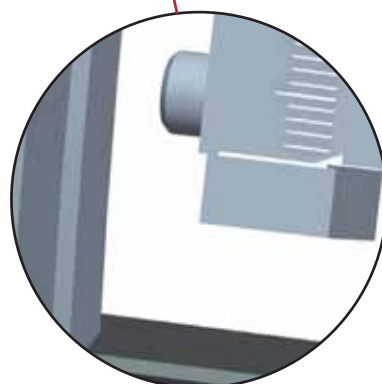
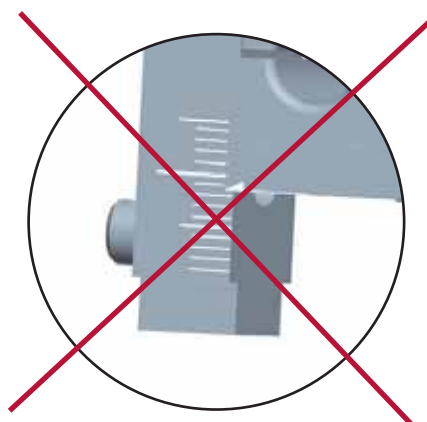
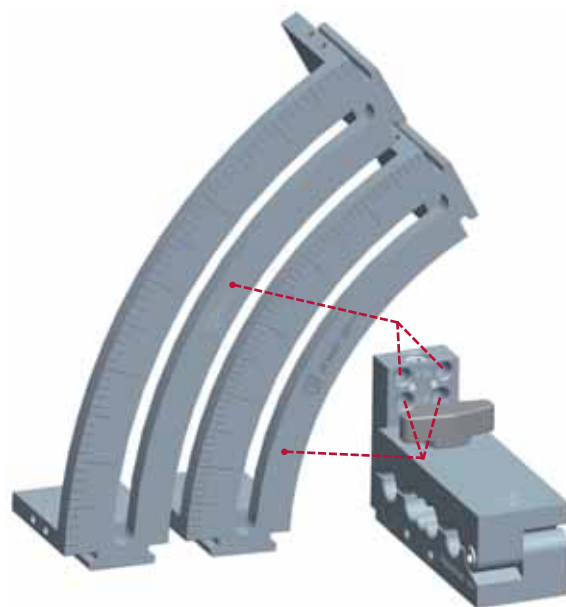
Montage pour correcteur de dérotation

L'arc peut être attaché et glissé dans n'importe quelle position sur le rail. Cependant, la courbe de l'arc doit être orientée vers le patient. Il est important de fixer convenablement le correcteur sur l'arc.

Le correcteur possède quatre trous filetés sur son extrémité la plus large. Ces orifices sont groupés par deux et permettent une fixation à droite ou à gauche pour les deux tailles d'arc. Le correcteur est assemblé comme suit :

1. L'arc de taille appropriée est sélectionné en mesurant la distance entre le centre de l'os et la tête de façon percutanée au moyen d'une broche de Kirschner. Lorsqu'une broche de Kirschner est placée contre la corticale osseuse, prendre soin d'ajouter la distance entre la broche de Kirschner et le centre de l'os - équivalent au rayon de l'os à ce niveau - ce qui peut être estimé à partir des radiographies per-opératoires. L'arc choisi est fixé et verrouillé au rail, sa courbe orientée vers le patient. Le correcteur est positionné à plat sur le rail à l'opposé des rebords de l'arc, la cheville est engagée dans la fente de l'arc. Avant de placer le correcteur sur l'arc, vérifier que la flèche est alignée sur les marques situées à la base.
2. La vis de verrouillage est introduite dans le logement correspondant marqué du rayon de l'arc utilisé, puis vissée. Vérifier que le correcteur est posé à plat sur le rail une fois que la vis a été serrée.
3. La vis de verrouillage est ensuite desserrée suffisamment pour permettre au correcteur de tourner autour de l'arc jusqu'à la position idéale pour le placement des fiches. La base du corps du correcteur doit être à l'opposé du marquage en degré de l'arc, dans le cas présent 25°.

Attention: Si l'orifice choisi pour fixer le correcteur à l'arc est incorrect, le correcteur sera incliné par rapport au rail en position zéro. L'insertion des fiches nécessite alors de retirer le correcteur du rail.



Exemple d'application montrant l'utilisation des correcteurs d'angulation et de dérotation

Dans l'exemple ci-dessous, une déformation en varus de 20° et de 25° de rotation interne située sur le milieu de la diaphyse du fémur gauche sera corrigée de façon extemporanée.

Cependant, pour une déformation angulaire ou un trouble en rotation isolé, les deux déformations peuvent être traitées par la méthode décrite ci-dessous, combinée avec une tête standard placée sur le rail.

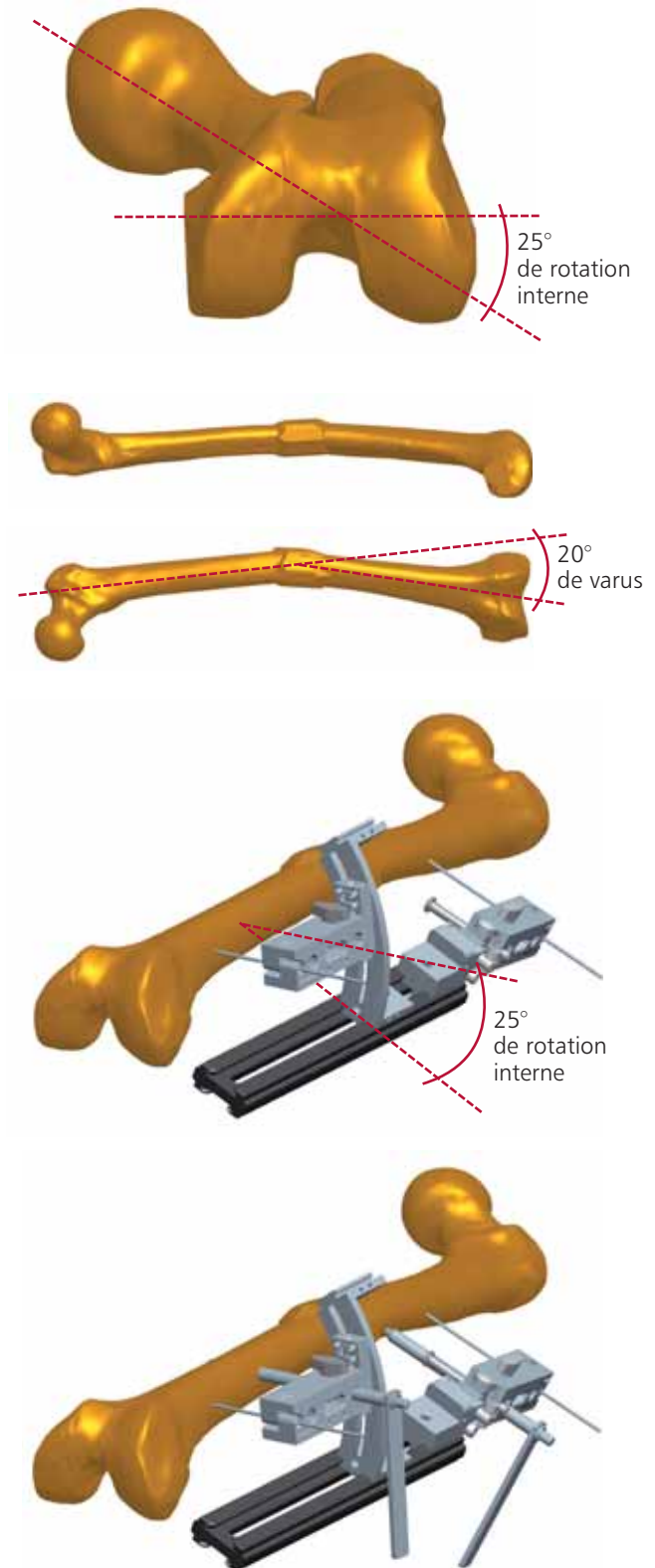
Les déformations frontales et sagittales sont mesurées au goniomètre à partir de radiographies adaptées. La rotation est évaluée cliniquement et si nécessaire par scanner.

Dans ce cas, le correcteur d'angulation proximale est ajusté pour imiter parfaitement la déformation en varus et les vis de verrouillage de la charnière sont serrées. Le correcteur distal est monté sur l'arc le plus adapté pour imiter la déformation en rotation. L'apex de la déformation et les futurs emplacements pour l'insertion des fiches sont signalés au marqueur cutané. La charnière du correcteur d'angulation doit être située à l'opposé de la déformation ; la position de l'arc sur le rail est ajustée afin d'obtenir l'écart correct entre l'apex de la déformation et les deux têtes. Une broche de Kirschner peut être insérée à travers chaque correcteur pour sécuriser provisoirement le montage au fémur et permettre de réaliser les vérifications nécessaires avant l'insertion des fiches. Un trocart droit est utilisé, avec un guide-fiche, pour confirmer le positionnement perpendiculaire de chaque lot de fiches par rapport aux axes anatomiques des segments osseux correspondants.

Les fiches sont placées de telle façon qu'après l'ostéotomie, la manipulation des fiches dans les deux têtes droites du rail LRS permet de corriger correctement la déformation.

Le rail avec les correcteurs fixés, est placé de façon à ce que la charnière du correcteur d'angulation se trouve à l'opposé de l'apex de l'os déformé. Une fiche est introduite perpendiculairement à l'axe anatomique du segment fémoral proximal, proximale à l'apex. Le rail est maintenu à 3-4 cm de la peau et les entretoises de réglage des deux correcteurs sont avancées jusqu'à leur contact avec la peau.

La distance entre le rail et le centre de l'os est alors mesurée pour contrôler que ce rayon correspond à celui de l'arc.



Un trocart est ensuite introduit dans le segment distal à travers un guide-fiche placé dans le correcteur monté sur l'arc.

Si le correcteur a été réglé correctement, le trocart doit pointer le centre de l'os, perpendiculairement à l'axe du fémur distal. S'il n'est pas positionné à 90° de l'axe du segment distal ou ne pointe pas le centre de l'os, il convient de revoir les réglages concernant l'angulation du correcteur et la distance entre le rail et l'os.

Noter que si la distance entre le rail et l'os est modifiée ou n'est pas corrigée, la seconde fiche ne pourra traverser le centre de l'os. Une fiche placée de façon excentrée peut provoquer une translation une fois que le fixateur définitif est appliqué et risque de fragiliser l'os d'où l'importance de positionner les fiches de façon centrale dans l'os.

Les entretoises de réglage sont ajustées afin que les extrémités arrondies soient au contact avec la peau et maintiennent le bon écart peau-fixateur.

Une fois le trocart en position correcte, et que l'ancrage osseux semble possible à travers tous les orifices du correcteur, la seconde fiche est mise en place.

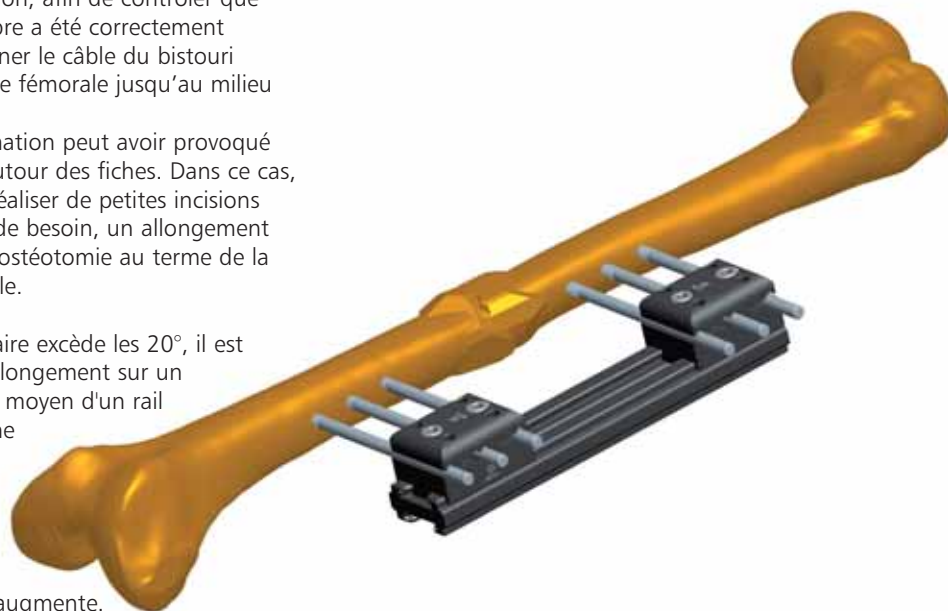
Le rail et les correcteurs fermement fixés au membre, les fiches sont introduites dans les logements restants de chaque correcteur.

L'ostéotomie est ensuite réalisée au niveau de l'apex de la déformation. Le correcteur est retiré et le fragment osseux manipulé pour corriger la déformation. Les fiches doivent alors se trouver parallèles les unes aux autres. Le rail LRS est appliqué à nouveau avec des têtes droites standards et les vis de verrouillage des têtes sont serrées de façon à maintenir un écart homogène entre le rail et la peau.

L'amplificateur de brillance permet de vérifier qu'il n'existe aucun écart ni aucune translation au site d'ostéotomie et que les têtes sont verrouillées en position une fois qu'un alignement satisfaisant a été obtenu. En fin d'intervention, afin de contrôler que l'axe mécanique du membre a été correctement restauré, on peut positionner le câble du bistouri électrique centré sur la tête fémorale jusqu'au milieu de la cheville.

La correction de la déformation peut avoir provoqué une souffrance cutanée autour des fiches. Dans ce cas, il est donc nécessaire de réaliser de petites incisions autour des fiches. En cas de besoin, un allongement peut être réalisé au site d'ostéotomie au terme de la période d'attente habituelle.

NB. Si la correction angulaire excède les 20°, il est conseillé d'envisager un allongement sur un autre site d'ostéotomie au moyen d'un rail plus long complété par une troisième tête. Ceci parce que la qualité du régénérat diminue au cours de l'allongement tandis que la taille de la correction extemporanée augmente.



REFERENCES

Callotasis

1. Aldegheri R., De Bastiani G., Renzi Brivio L. Allungamento diafisario dell'arte inferiore (studio di 78 casi). *Chir Organi Mov* 1985; 70: 111-19
2. Aldegheri R, Trivella G, Renzi Brivio L, Tessari G, Agostini S, Lavini F. Lengthening of the Lower Limbs in Achondroplastic Patients: a comparative study of four techniques. *J Bone Joint Surg [Br]* 1988; 70-B (1): 69-73.
3. Aldegheri R., Renzi Brivio L., Agostini S. The Callotasis method of Limb Lengthening. *Clin Orthop.* 1989; 241: 137-145.
4. Aldegheri, R.: Allongement chirurgical dans l'achondroplasie. *Rev. Chir. Orthop.*, 1991; 77 (Supp 1): 70-71,
5. Aldegheri, R., and Agostini, S.: A chart of anthropometric values. *J. Bone and Joint Surg [Br]*. 1993; 75-B (1): 86-88.
6. Aldegheri, R.: Femoral callotasis. *J. Pediatr. Orthop.*, 1997; 6-B: 42-47
7. Aldegheri R. Distraction Osteogenesis for Lengthening of the Tibia in Patients Who Have Limb-Length Discrepancy or Short Stature. *J Bone Joint Surg (Am)* 1999; 81-A (5): 624-34.,
8. Bhav A, Paley D, Herzenberg JE. Improvement in gait parameters after lengthening for the treatment of limb-length discrepancy. *J Bone Joint Surg [Am]*. 1999; 81-A (4): 529-34.
9. Busetto R., De Bastiani G., Giannoccaro A., Boccanera L., Renzi Brivio L., Lavini F. Studio morfologico del callo osseo durante osteogenesi riparativa in corso di distrazione con fissatore esterno assiale (F.E.A.) nella pecora. Comunicazione alla Società Italiana delle Scienze Veterinarie, 1988.
10. De Bastiani G., Aldegheri R., Renzi Brivio L., Trivella G. Limb Lengthening by Callus Distraction: Callotasis. *J. Paediatr. Orthop.* 1987; 7 (2): 129-134.
11. Giebel G. In *Callus Distraction: Clinical Applications*. 1992. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York.
12. Gonzalez FL, Arevallo RL, Coretti SM, Labajos VU, Rufino BD. Pulsed Electromagnetic Stimulation of Regenerate Bone in Lengthening Procedures. *Acta Orthop Belg* 2005; 71: 571 - 6
13. Hatzokos I, Drakou A, Christodoulou A, Terzidis I, Pournaras J. Inferior Subluxation of the Fibular Head Following Tibial Lengthening with a Unilateral External Fixator *J Bone Joint Surg* 2004; 86-A (7):1491 – 6
14. Inoue N, Ohnishi I, Chen D, Deitz LW, Schwardt JD, Chao EYS. Effect of pulsed electromagnetic fields (PEMF) on late-phase osteotomy gap healing in a canine tibial model. *J Orthop Res* 2002, 20: 1106–1114
15. Kojimoto H., Yasui N., Goto T., Matsuda S., Shimomura Y. Bone lengthening in rabbits by callus distraction. *J. Bone Joint Surg.* 1988 ; 70-B: 543-549.
16. Kojimoto H., Yasui N., Sasaki K., Shimizu H., Shimomura Y. Blood supply after transverse osteotomy in experimental bone lengthening by callus distraction. From: 13th International Conference on Hoffman External Fixation - May 1989.
17. Poulouen J. C., L'Anglais J., Ceolin J.L., Pauthier F. The use of the Dyna-ring in lengthenings of the lower limb. Presented at the second Riva Congress on Current Perspectives in External and Intramedullary Fixation, Riva del Garda, Italy, 27-31 May 1992.

18. Saleh M., Burton M. Leg Lengthening: Patient Selection and Management in Achondroplasia. *Orthopaedic Clinics of North America*, (1991), 22:589-599.
19. Saleh M., Flowers M.J. Bifocal Comment article "Limb Lengthening". *Current Medical Literature. Orthopaedics*, (1994), 7 (3): 71-73.
20. Saleh M., Hamer A. Bifocal lengthening - preliminary results. *J. Paed. Orthop.* 1993; 2-B: 42-48.
21. Trivella G and Aldegheri R. Surgical Correction of Short Stature. *Acta Paed Scand [Supp]* 1988; 347: 141 - 6
22. Trivella G, Brigadoi F, Aldegheri R. Leg Lengthening In Turner Dwarfism. *J Bone Joint Surg [Br]* 1996;78-B (2): 290-3.
23. Williams P, Kyberd P, Simpson H, Kenwright J, Goldspink G. The morphological basis of increased stiffness of rabbit tibialis anterior muscles during surgical limb-lengthening *J. Anat.* (1998) 193, 131-138
24. Yasui N, Kawabata H, Nakanishi H. Bilateral and Bifocal Lengthening in the Tibia and the Femur using a Segmental Slide Lengthener. *Int J Orthop Tr* 1993; 3 (3): 87-88

Reconstruction des membres

25. Biermann J.S., Marsh J.L., Nepola J.V., Lavini F., Renzi Brivio L. Unilateral Bone Transport System for Segmental Deficiency of Bone. Presented at the American Academy of Orthopaedic Surgeons, Anaheim, California 7-12 March 1991.
26. Bohler L. The Treatment of Pseudoarthrosis. In: *The Treatment of Fractures*. Vienna, Wilhelm Maudrich, 1929, 23-28.
27. Charnley G., Baker S.L. Compression Arthrodesis of the knee. A clinical and histological study. *J. Bone Joint Surg.* (1952), 34-B: 187-199.
28. Colchero R.F., Orst G., Vidal J. La scarification, son intérêt dans le traitement de l'infection ostéo-articulaire chronique fistulisée à pyogènes. *Int. Orthop*, 1982, 6 (4): 263-271.
29. Donnan LT, Saleh M. Monolateral external fixation in paediatric limb reconstruction. *Current Orthopaedics*, (1998), 12: 159-166.
30. Donnan LT, Saleh M, Rigby AS. Acute correction of lower limb deformity and simultaneous lengthening with a monolateral fixator. *J Bone Joint Surg*, 2003; 85-B (2): 254-60.
31. Giannikas AK, Maganaris CN, Karski MT, Twigg P, Wilkes RA, Buckley JG. Functional Outcome Following Bone Transport Reconstruction of Distal Tibial Defects *J Bone Joint Surg* 2005; 87-A (1): 145 - 52
32. Giebel G. Resektions - Débridement mit kompensatorischer Kallusdistraction. *Unfallchirurg.*, (1991), 94: 401-408
33. Giotakis N, Narayan B, Nayagam S. Distraction osteogenesis and nonunion of the docking site: is there an ideal treatment option? *Injury* 2007; (38) Supp 1: S100—S107
34. Glowacki J., Mulliken J.B. Demineralised bone implants. *Clin. Plast. Surg.*, (1985), 12: 233.
35. Hashmi MA, Ali A, Saleh M. Management of non-unions with mono-lateral external fixation. *Injury* 2001;32: SD30–34
36. Lavini F, Renzi Brivio L, Pizzoli A, Giotakis N, Bartolozzi P. Treatment of non-union of the humerus using the Orthofix external fixator. *Injury* 2001;32: SD35–40
37. Judet R., Patel A. Muscle pedicle bone grafting of long bones by osteoperiosteal decortication. *Int. Orthop.*, (1972), 87: 74-80.

38. Kreibich D.N., Wells J., Scott I.R., Saleh M. Nonunion Donor site morbidity at the iliac crest: comparison of percutaneous and open methods. *J. Bone Joint Surg.*, (1994), 76-B: 847-848.
39. Marsh DR, Shah S, Elliott J, Kurdy N. The Ilizarov method in nonunion, malunion and infection of fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1997; 79-B: 273-9.
40. Paley D, Catagni MA, Argnani F, Villa A, Benedetti GB, Cattaneo R. Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss. *Clin Orthop* 1989; 241: 146-65.
41. Paley D, Herzenberg J E, Tetsworth K, McKie J, Bhav A. Deformity planning for frontal and sagittal plane corrective osteotomies. *Orthop Clin N Am* 1994; 25(3):425-65,
42. Ribbans W.J., Stubbs D.A., Saleh M. Non-union surgery. Part II. The Sheffield experience – one hundred consecutive cases. Results and lessons. *Int J Orthop Tr*, (1992), 2: 19-24.
43. Saleh M. External fixation of long bone fractures in children. British Orthopaedic Association Autumn Meeting, Cambridge, 25-27 September 1991 (Abstract in the *J. Bone Joint Surg.*, (1992), 74-B Orthopaedic Proceedings Supplement 2, page 152).
44. Saleh M. Non-union Surgery. Part I. Basic principles of management. *International Journal of Orthopaedic Trauma*, (1992), 2: 4-18.
45. Saleh M. Non-union treated with the Dynamic Axial Fixator: Results presented at the Second Riva Congress on Current Perspectives in External and Intramedullary Fixation, Riva del Garda, Italy, 27-31 May 1992.
46. Saleh M. Bone Grafting Harvesting: a percutaneous technique. *J. Bone Joint Surg.*, (1991), 73-B: 867-868.
47. Saleh M. Editorial - Mini symposium on bone loss. *Current Orthopaedics*, (1994), vol. 8 no 3: 141-143.
48. Saleh M. The management of bone loss. In C. Court-Brown and D. Pennig (eds): *Tibia and Fibula*. Butterworth - Heinemann, 1997: 143-159.
49. Saleh M., Howard A.C. Improving the appearance of pin site scars. *J. Bone Joint Surg.*, (1994), 76-B, 906-908.
50. Saleh M., Meffert R.H., Street R.J. Bifocal Verlängerung der unteren Extremität mit dynamisch-axialer externer Fixation nach der Technik von Vilarrubias. *Tagliche Praxis*, (1994), 35 (1): 83-90.
51. Saleh M., Rees A.R. Bifocal surgery for deformity and bone loss - bone transport and compression distraction compared. *J. Bone Joint Surg.*, (1995), 77-B: 429-434.
52. Saleh M., Royston S. Management of nonunion of fractures by distraction with correction of angulation and shortening. *J. Bone Joint Surg.*, (1996), 78-B: 105-109.
53. Saleh M., Street R., Ribbans W.J. Lower limb reconstruction using the Ilizarov technique. British Orthopaedic Association Spring Meeting, Brighton, 24-26 April 1991 (Abstract in the *J. Bone Joint Surg.*, (1991), 73-B Orthopaedic Proceedings Supplement 2, page 188).
54. Sen C, Kocaoglu M, Eralp L, Gulsen M, Cinar M. Bifocal Compression-Distraction in the Acute Treatment of Grade III Open Tibia Fractures with Bone and Soft-Tissue Loss. *J Orthop Trauma*. 2004 18(3):150–157
55. Song HR, Kale A, Park HB, Koo KH, Chae DJ, Oh CW, Chung DW. Comparison of Internal Bone Transport and Vascularized Fibular Grafting for Femoral Bone Defects. *J Orthop Tr* 2003; 17 (3): 203–211
56. Svesnikov A.A., Barabash A.P., Cheplenko T.A., Smotrova L.A., Larionov A. A. Radionuclide studies of osteogenesis and circulation in substitution of large defects of the leg bones in experiment. *Ortop. Travmatol. Protez.*, (1984), 11:33.
57. Trueta J. Muscle contraction and interosseus circulation. *J. Bone Joint Surg.*, (1965), 47-B: 186.
58. PALEY D. and TETSWORTH K.T. Mechanical axis deviation of the lower limbs: Pre-operative planning of uniapical angular deformities of the tibia or femur. *Clin Orthop* 280:48-64, 1992.
59. PALEY D. and TETSWORTH K.T. Mechanical axis deviation of the lower limbs: Pre-operative planning of multiapical frontal plane angular and bowing deformities of the femur and tibia. *Clin Orthop* 280:65-71, 1992.

ANNEXE

Fiches à revêtement Hydroxyapatite

Le système LRS et ses fiches étant destinés à être laissés in situ plusieurs mois, il est vivement recommandé d'utiliser systématiquement des fiches à revêtement Hydroxyapatite tout au long de la procédure.

Ceci permet de diminuer le risque de descellement et d'infection des fiches et d'assurer la stabilité de l'ensemble du montage jusqu'à la fin du traitement. D'importantes recherches ont confirmé la bonne tenue de ces fiches, en particulier lorsque la fixation externe est appelée à rester en place pour une longue période.¹⁻⁷

Insertion des fiches et soins cutanés des fiches

Il est indispensable de suivre les règles de base concernant l'insertion des fiches avec le système LRS : Choisir une longueur de filetage adaptée au diamètre de l'os, en laissant à peine 2-3 filetages dépasser de chaque côté de l'os, et utiliser des guides-fiches fixées dans les têtes de façon à ce que les fiches soient insérées parallèlement les unes aux autres (sauf les cas particuliers où les fiches sont placées en mode convergent).

Les principales complications précoces de la fixation externe sont liées à une technique d'insertion des fiches inadéquates. De plus amples détails sur la technique d'insertion des fiches sont proposés dans le Manuel 1, « Principes de Base ». Ces instructions sont aussi fournies avec la notice d'utilisation qui accompagne les fiches.

De la technique d'insertion des fiches dépend la qualité de l'ancrage osseux et la tenue des fiches. Le choix d'une technique d'insertion adaptée combinée à l'utilisation de fiches à revêtement hydroxyapatite permet de réduire considérablement les problèmes au niveau du trajet des fiches.

L'ensemble du service doit cependant bénéficier d'un protocole valide pour la prise en charge des soins cutanés des fiches et des problèmes localisés au niveau du trajet des fiches. Il est important que le corps médical et le personnel soignant aient un protocole de soin pour le traitement cutané au niveau des fiches et que les patients soient tenus informés de ces précautions afin de limiter la survenue de complications. Les références bibliographiques ci-dessous 8-13 décrivent l'ensemble des études menées sur les complications cutanées pouvant survenir au niveau des fiches et les précautions mises en place pour éviter ces complications. Très tôt, il a été suggéré de procéder au nettoyage des fiches et de la peau environnante avec une solution saline ou de l'eau courante. Des recherches plus récentes proposent l'utilisation de solutions antiseptiques non astringentes et l'application de pansements afin de stabiliser la peau et de prévenir la formation d'un hématome. Il est important de vérifier la tension de la peau et si nécessaire au cours de la procédure d'allongement, de la dégager sous anesthésiant local. Il est fortement recommandé de communiquer l'ensemble de ces mesures à tous les services concernés, et qu'un protocole unique pour le traitement cutané au niveau des fiches soit établi en fonction du personnel et des facilités de chaque établissement. La capacité de chaque patient à prendre en charge le soin cutané de ses fiches peut varier et ceci doit être pris en compte dans la mise en place du protocole de soin par chaque établissement.

REFERENCES

Fiches avec revêtement Hydroxyapatite

1. A Comparison of Hydroxyapatite-Coated, Titanium-Coated, and Uncoated Tapered External-Fixation Pins: An In Vivo Study in Sheep. Moroni, Toksvig-Larsen, Maltarello, Orienti, Stea & Giannini, J Bone Joint Surg (Am), 1998; 80-A (4): 547 - 554
2. Hydroxyapatite coating of threaded pins enhances fixation. Magyar G., Toksvig-Larsen S., Moroni A. J. Bone Joint Surg (Br), 1997; 79-B (3): 487-489.
3. The Effect of Surface Material and Roughness on Bone Screw Stability. Moroni A, Faldini C, V. Chilò, M. Rocca, S. Stea, S. Giannini: J. Orthop. Trauma, 1999; 13 (7): 477-482
4. Improvement of the Bone-Pin Interface Strength in Osteoporotic Bone with Use of Hydroxyapatite-Coated Tapered External-Fixation Pins: A Prospective, Randomized Clinical Study Of Wrist Fractures. A. Moroni, C. Faldini, S. Marchetti, M. Manca, V. Consoli & S. Giannini. J Bone Joint Surg (Am), 2001; 83-A (5): 717 - 21
5. Hydroxyapatite-coated external-fixation pins: The Effect on Pin Loosening and Pin-Track Infection in Leg Lengthening for Short Stature. Pizà G, Caja VL, González-Viejo MA, Navarro A. J Bone Joint Surg [Br] 2004; 86-B (6): 892-7.
6. Fixation Strength and Pin Tract Infection of Hydroxyapatite-Coated Tapered Pins. Moroni A, Heikkilä J, Magyar G, Toksvig-Larsen S, Giannini S. Clin Orthop 2001; (388): 209-217
7. State of the Art Review: Techniques to Avoid Pin Loosening and Infection in External Fixation. Moroni A, Vannini F, Mosca M, Giannini S. J Orthop Tr 2002; 16 (3):189-195

Infection des fiches

8. DeBastiani G, Aldegheri R, Renzi Brivio L. The treatment of fractures with a dynamic axial fixator. J Bone Joint Surg [Br] 1984; 66B: 538-545.
9. Pin Track Infection: Definition, Incidence and Prevention. Checketts R, Otterburn M, MacEachern G. Int J Orthop Trauma 1993; 3(3): 16-18
10. Sims M, Saleh M. Protocols for the care of external fixator pin sites. Prof Nurse 1996; 11 (4): 261-4.
11. Sims M, Saleh M. External fixation—the incidence of pin site infection: a prospective audit. J Orthop Nursing 2000; 4: 59-63.
12. No difference between daily and weekly pin site care: A Randomized Study of 50 Patients with External Fixation. W-Dahl A, Toksvig-Larsen S, Lindstrand A. Acta Orthop Scand. 2003 Dec; 74: 704-8.
13. The care of pin sites with external fixation. Davies R, Holt N, Nayagam S. J Bone Joint Surg [Br] 2005; 87-B (5): 716-19.

Fabriqué par : ORTHOFIX Srl
Via delle Nazioni 9
37012 Bussolengo (Verona)
Italie

Téléphone +39 045 6719000
Fax +39 045 6719380



Votre Distributeur:

Orthofix SA

I, Rue du Président Wilson
94250 Gentilly
Téléphone: 00 33 (0)1 41 98 33 33
Télécopie: 00 33 (0)1 41 98 33 44