

UNIVERSITE DE LIMOGES

FACULTE DE MEDECINE



SCD UNIV.LIMOGES



Année 2007

Thèse N° 333

3112 / 1

**OSTEOTOMIE EN CHEVRON VERSUS SCARF DANS LE  
TRAITEMENT DE L'HALLUX VALGUS :  
EVALUATION DES PRATIQUES AVEC UN SUIVI A LONG TERME**

**THESE**

**POUR LE DIPLOME DE DOCTEUR EN MEDECINE**

**Présentée et soutenue publiquement le vendredi 23 mars 2007**

**PAR**

**Christophe PANDEIRADA**

**Né le 10 juillet 1977 à Limoges**

**EXAMINATEURS DE LA THESE**

**M. le Professeur ARNAUD Jean-Paul**

**Président**

**M. le Professeur CHARISSOUX Jean-Louis**

**Juge**

**M. le Professeur LASKAR Marc**

**Juge**

**M. le Professeur MABIT Christian (directeur de thèse)**

**Juge**

**M. le Professeur MOULIES Dominique**

**Juge**

**M. le Docteur FIORENZA Fabrice**

**Membre invité**

# UNIVERSITE DE LIMOGES

## FACULTE DE MEDECINE

### DOYEN DE LA FACULTE : ASSESEURS :

Monsieur le Professeur Jean-Claude VANDROUX  
Monsieur le Professeur Marc LASKAR  
Monsieur le Professeur Denis VALLEIX  
Monsieur le Professeur PREUX

### PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRACTICIENS HOSPITALIERS :

ACHARD Jean-Michel	PHYSIOLOGIE
ADENIS Jean-Paul (C.S.)	OPHTALMOLOGIE
ALDIGIER Jean-Claude (C.S.)	NEPHROLOGIE
ARCHAMBEAUD Françoise (C.S.)	MEDECINE INTERNE
ARNAUD Jean-Paul (C.S.)	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
AUBARD Yves (C.S.)	GYNECOLOGIE – OBSTETRIQUE
BEDANE Christophe (C.S.)	DERMATOLOGIE - VENEREOLOGIE
BERTIN Philippe (C.S.)	THERAPEUTIQUE
BESSEDE Jean-Pierre	O.R.L.
BONNAUD François (C.S.)	PNEUMOLOGIE
BONNETBLANC Jean-Marie	DERMATOLOGIE – VENEREOLOGIE
BORDESSOULE Dominique (C.S.)	HEMATOLOGIE – TRANSFUSION
CHARISSOUX Jean-Louis	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
CLAVERE Pierre (C.S.)	RADIODTHERAPIE
CLEMENT Jean-Pierre (C.S.)	PSYCHIATRIE D'ADULTES
COGNE Michel (C.S.)	IMMUNOLOGIE
COLOMBEAU Pierre	UROLOGIE
CORNU Elisabeth	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIO-VASCULAIRE
COURATIER Philippe	NEUROLOGIE
DANTOINE Thierry	GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT
DARDE Marie-Laure (C.S.)	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE
DE LUMLEY WOODYEAR Lionel(C.S.)	PEDIATRIE
DENIS François(C.S.)	BACTERIOLOGIE - VIROLOGIE
DESCOTTES Bernard(C.S.)	CHIRURGIE DIGESTIVE(C.S. par intérim de MEDECINE LEGALE et DROIT de la SANTE)
DUDOGNON Pierre (sur 31.8.2009)	MEDECINE PHYSIQUE ET READAPTATION
DUMAS Jean-Philippe (C.S.)	UROLOGIE
DUMONT Daniel (C.S.)	MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL
FEISS Pierre (C.S.)	ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE
FEUILLARD Jean (C.S.)	HEMATOLOGIE
GAINANT Alain (C.S.)	CHIRURGIE DIGESTIVE
GAROUX Roger (C.S.)	PEDOPSYCHIATRIE
GASTINE Hervé (C.S.)	REANIMATION CHIRURGICALE
JAUBERTEAU-MARCHAN M.Odile	IMMUNOLOGIE
LABROUSSE François (C.S.)	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES
LACROIX Philippe	MEDECINE VASCULAIRE
LASKAR Marc (C.S.)	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIO-VASCULAIRE
LE MEUR Yannick	NEPHROLOGIE
LIENHARDT-ROUSSIE Anne	PEDIATRIE
MABIT Christian	ANATOMIE
MARQUET Pierre	PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE
MAUBON Antoine	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE
MELLONI Boris	PNEUMOLOGIE
MERLE Louis (C.S.)	PHARMACOLOGIE CLINIQUE
MONTEIL Jacques	BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE
MOREAU Jean-Jacques(C.S.)	NEUROCHIRURGIE
MOULIES Dominique(C.S.)	CHIRURGIE INFANTILE
NATHAN-DENIZOT Nathalie	ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE
PARAF François	ANATOMIE et CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES
PILLEGAND Bernard (SUR 31.8.08)	GASTROENTEROLOGIE HEPATOLOGIE
PIVA Claude (SUR 31.8.08)	MEDECINE LEGALE et DROIT DE LA SANTE (C.S. par intérim : M. le professeur DESCOTTES)



PLOY Marie-Cécile  
PREUX Pierre-Marie

RIGAUD Michel (C.S.)  
SALLE Jean-Yves (C.S.)  
SAUTEREAU Denis (C.S.)  
SAUVAGE Jean-Pierre (C.S.)  
STURTZ Franck  
TREVES Richard  
TESSIER-CLEMENT Marie-Pierre

TUBIANA-MATHIEU Nicole (C.S.)  
VALLAT Jean-Michel (C.S.)  
VALLEIX Denis  
VANDROUX Jean-Claude (C.S.)  
VERGNENEGRE Alain (C.S.)

VIDAL Elisabeth (C.S.)  
VIGNON Philippe  
VIROT Patrice (C.S.)  
WEINBRECK Pierre (C.S.)  
YARDIN Catherine (C.S.)

BACTERIOLOGIE VIROLOGIE  
EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET  
PREVENTION  
BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE  
MEDECINE PHYSIQUE ET READAPTATION  
GASTROENTEROLOGIE HEPATOLOGIE  
O.R.L.  
BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE  
RHUMATOLOGIE  
ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES  
METABOLIQUES  
CANCEROLOGIE  
NEUROLOGIE  
ANATOMIE CHIRURGIE GENERALE  
BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE  
EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET  
PREVENTION  
MEDECINE INTERNE  
REANIMATION CHIRURGICALE  
CARDIOLOGIE  
MALADIES INFECTIEUSES  
CYTOLOGIE ET HISTOLOGIE

MAITRES DE CONFERENCE DES UNIVERSITES – PRACTICIENS HOSPITALIERS

ALAIN Sophie  
AJZENBERG Daniel  
ANTONINI Marie-Thérèse (C.S.)  
BOUTEILLE Bernard  
CHABLE Hélène  
DRUET-CABANAC Michel  
DURAND-FONTANIER Sylvaine  
ESCLAIRE Françoise  
JULIA Annie  
LAPLAUD Paul  
MOUNIER Marcelle

PETIT Barbara  
PICARD Nicolas  
QUELVEN-BERTIN Isabelle  
RONDELAUD Daniel  
TERRO Faraj  
VERGNE-SALLE Pascale  
VINCENT François

BACTERIOLOGIE VIROLOGIE  
PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE  
PHYSIOLOGIE  
PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE  
BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE  
MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL  
ANATOMIE CHIRURGIE DIGESTIVE  
BIOLOGIE CELLULAIRE  
HEMATOLOGIE  
BIOLOGIE ET BIOCHIMIE MOLECULAIRE  
BACTERIOLOGIE, VIROLOGIE, HYGIENE  
HOSPITALIERE  
ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES  
PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE  
BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE  
CYTOLOGIE ET HISTOLOGIE  
BIOLOGIE CELLULAIRE  
THERAPEUTIQUE  
PHYSIOLOGIE

P.R.A.G.

GAUTIER Sylvie

ANGLAIS

PROFESSEURS ASSOCIES À MI-TEMPS

BUCHON Daniel  
BUISSON Jean-Gabriel

MEDECINE GENERALE  
MEDECINE GENERALE

MAITRES DE CONFERENCE ASSOCIE À MI-TEMPS

PREVOST Martine

MEDECINE GENERALE

A notre Maître et Président de Thèse,

Monsieur le Professeur Arnaud.

Professeur des Universités de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique.

Chirurgien des Hôpitaux.

Chef de Service.

Vous nous faites l'honneur de présider cette thèse et nous vous en remercions.

Tout le long de notre internat, vous nous avez accordé votre confiance et nous vous en sommes reconnaissant.

Vous faites partie de ceux qui nous ont permis de forger notre première expérience.

Votre habileté chirurgicale reste pour nous un exemple

Nous sommes honorés de vous présenter ce travail

Soyez sûr de notre reconnaissance et de notre profond respect.

A notre Maître, Directeur et Juge,

Monsieur le Professeur Mabit.

Professeur des Universités de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique.

Chirurgien des Hôpitaux.

Vous nous avez montré la rigueur et le soin nécessaire à la pratique chirurgicale.

Votre méticulosité et votre précision restent pour nous un modèle.

Nous avons eu plaisir à vous assister durant toutes ces années.

Votre connaissance en anatomie que vous nous faites partager mérite toute notre considération.

Nous vous remercions d'avoir bien voulu diriger cette thèse.

Nous souhaitons que vous soyez fier de ce travail

Soyez sûr de notre reconnaissance et de notre profond respect.

A notre Maître et Juge,

Monsieur le Professeur Charissoux.

Professeur des Universités de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique.

Chirurgien des Hôpitaux.

Vous avez marqué ces années par votre connaissance et votre capacité à les partager.

Nous vous remercions d'avoir répondu avec gentillesse et disponibilités à nos attentes.

Vous avez toujours été présent pour nous prodiguer vos conseils et transmettre votre expérience.

Nous vous remercions d'avoir bien voulu faire partie de ce jury

Soyez sûr de notre reconnaissance et de notre profond respect.

A notre Maître et Juge,

Monsieur le Professeur Mouliès,  
Professeur des Universités de Chirurgie Infantile.  
Chirurgien des Hôpitaux.  
Chef de Service.

Votre présence dans notre jury est un honneur.

Votre passion pour la chirurgie orthopédique infantile et votre humanité avec les enfants sont pour nous une référence.

Nous vous remercions de partager votre savoir avec tant d'enthousiasme dans un esprit de compagnonnage.

Nous vous sommes reconnaissants de partager votre expérience avec sérénité.

Nous avons débuté la nouvelle expérience de l'Hôpital Mère Enfant avec tous ses balbutiements mais aussi ses satisfactions.

Soyez sûr de notre reconnaissance et de notre profond respect.

A notre Maître et Juge,

Monsieur le Professeur Laskar,  
Professeur des Universités de Chirurgie Thoracique, Vasculaire et Cardiaque.  
Chirurgien des Hôpitaux.  
Chef de Service.

Nous vous remercions d'avoir accepté de participer au jury.

Nous avons pour vous une profonde considération.

Nous vous remercions pour votre enseignement et la confiance que vous nous avez accordé.

Que cette thèse soit à la hauteur de votre intérêt et de votre compétence.

Soyez sûr de notre reconnaissance et de notre profond respect.

Monsieur le Docteur Fabrice Fiorenza.  
Chirurgien des Hôpitaux

Tu nous as marqué ta confiance depuis le début de l'internat  
Tu nous as conseillé et apporté l'aide dont nous avons besoin.  
Ton expérience sur la tumeur est un avantage dans notre formation.

Je suis honoré de t'inviter pour juger ce travail



A tous ceux qui ont contribué à ma formation chirurgicale

Dr. Beaulieu	Dr Kalaïtzis
Dr. Brie	Dr Kalfon
Pr. Cornu	Dr Le Guyader
Dr Dmytruk	Dr Longis
Dr Dotzis	Dr. Oksman
Dr Fourcade	Dr. Ostyn
Dr Galissier	Dr. Peistel
Dr. Gougam	Dr. Peyrou
Dr. Grimaudo	Dr. Proust
Dr. Grimaud	Dr Bertin
Dr. Coste	

Au Dr. Grousseau : tu m'as enseigné le plaisir de la chirurgie et l'humanité qu'elle impose. Pour cela je t'en suis reconnaissant.

Je dédie cette thèse :

**A cécile :**

Saches qu'être heureux c'est être avec toi. Tu as su me soutenir et m'aimer depuis toujours.

**A mes parents, à mes frères : Jérôme et Jean-Pierre, à mon filleul Sylvain**

Je vous remercie pour votre soutien, votre réconfort et toute l'aide que vous m'avez apportée.

**A ma belle famille :**

Son soutien m'est très cher.

**A mes amis de Lycée et de promotion : Guillaume, Gaele, Julien, Sophie, olivier, Laurent, Benoit, Philippe**

Toujours fidèles, vous savez être présents dans les moments de joies mais aussi les moments difficiles.

**A Pierre André et Véronique**

Pour leur amitié sans faille.

**A Daniel :**

Notre amitié s'est soudée dès le début de l'internat (Vacances en Creuse , Vacances Heureuses , Vacances ailleurs...) et reste indéfectible.

**A tous mes co-internes :**

Virginie & Virginie, Nicolas Pierre-Sylvain, Pierre-Etienne, Julien, Guillaume, Hugo, et tous les autres...

**A toutes les personnes croisées durant mes années d'études et dans le travail et dont le souvenir m'est cher.**

## TABLE DES MATIERE

INTRODUCTION .....	15
I- DESCRIPTION DE L'HALLUX VALGUS .....	17
II- BIOMECANIQUE FONCTIONNELLE DU PIED .....	18
1. Transmission de la charge.....	18
2. Concept statique.....	19
3. Barre de torsion de Hendrix .....	21
4. Le système plantaire de l'entrait .....	23
5. L'avant pied .....	28
6. L'articulation métatarso-phalangienne du premier rayon.....	34
III- PHYSIOPATHOLOGIE DE L'HALLUX VALGUS .....	38
1. Perte de l'appui antéro-médial .....	38
2. Existence d'une crosse latérale du gros orteil.....	40
3. Facteurs intrinsèques.....	42
4. Facteurs extrinsèques .....	44
IV- TECHNIQUE D'OSTEOTOMIE DE SCARF ET DE CHEVRON.....	46
1. L'abord cutané médial .....	46
2. Première étape : l'ostéotomie métatarsienne.....	50
3. Deuxième étape commune aux deux interventions : .....	56
4. Troisième étape commune aux deux interventions .....	58
LE PLAN CAPSULAIRE MEDIAL : .....	58
5. Quatrième étape facultative : .....	58
6. Période post-opératoire. ....	60
V- MATERIEL ET METHODE .....	61
1. Matériel et méthode .....	61
2. Méthodes statistiques.....	79
VI- RESULTATS .....	80
1. Analyse descriptive. ....	83
2. Analyse comparative.....	91
3. Analyse par régression logistique. ....	93
VII- DISCUSSION .....	94
1. Méthodologie.....	94
2. Résultats et comparaison avec la littérature .....	97
VIII- CONCLUSION .....	119
IX- BIBLIOGRAPHIE.....	122

# Introduction

La pathologie de l'hallux valgus correspond à une déviation en dehors du gros orteil associé à un métatarsus varus de M1 et une pronation de l'hallux.

Elle est esthétiquement disgracieuse et douloureuse par saillie d'une exostose médiale. Elle peut aboutir à une ulcération sur le bord interne du pied avec toutes ses conséquences sur le plan infectieux.[1-5]

Le traitement de celui-ci relève si la déformation n'est pas trop importante d'un traitement médical. C'est le port d'orthèse antivalgisante et/ou de semelles correctrices.[6] Des conseils de chaussage peuvent également rendre supportable la déformation. Toutefois, le traitement définitif reste éminemment chirurgical.

De nombreuses techniques chirurgicales ont été décrites associant soit un geste sur les parties molles soit un geste osseux soit les deux.

Les gestes sur les parties molles comme l'intervention de Mac Bride [7](transfert de l'adducteur du 1<sup>er</sup> métatarsien) sont des interventions qui apportent une correction dynamique de la déformation. Associée à un geste de retension de la capsule médiale, elle reste encore indiquée dans quelques cas d'hallux valgus.

La résection arthroplastie de la première phalange de Keller- Brandes [8] apparaît désormais historique.

Actuellement les techniques d'ostéotomies métatarsiennes prennent le dessus. Elles peuvent être proximales (basi-métatarsiennes), diaphysaire comme le scarf ou distale comme le chevron. Elles sont systématiquement associées à un geste sur les parties molles.

Nous ne parlerons ici que des techniques de Scarf et de Chevron les plus couramment utilisées pour le traitement de l'hallux valgus.

L'ostéotomie diaphysaire de SCARF est une technique décrite depuis 1976 par Burutaran [9] qui a introduit ce concept d'ostéotomie en Z. Cette technique sera

améliorée et nommée SCARF par Borelli et Weil en 1984 [10]. Weil et Barouk assurent sa large diffusion en Europe des les années 1990.[11-16]

L'ostéotomie en chevron distal est une ostéotomie épiphyso-métaphysaire en V pratiquée depuis 1962 par Austin [17]. C'est Johnson [18] qui l'a modifié et étendu son utilisation aux USA si bien qu'elle est très utilisée outre-atlantique mais d'introduction plus récente en France (vers 1983/1984)

Nous nous attacherons à étudier les résultats de ces deux ostéotomies utilisées dans le service d'Orthopédie du CHRU de Limoges.

Dans un premier temps nous ferons un rappel de la biomécanique du pied qui nous permettra de comprendre la physiopathologie de l'hallux valgus.

Nous décrirons les principes du traitement chirurgical.

Nous exposerons l'examen standard (clinique et radiologique) de ce pied qui sera utilisé lors de la revue des patients de notre étude.

Enfin, nous évaluerons leur résultat et les comparerons entre eux et avec ceux de la littérature.

## I- Description de l'hallux valgus

C'est Hueter, cité par Schnepf, en 1871[19] qui nomme ainsi cette déviation en dehors du premier orteil. Il s'agit d'une déformation évolutive dynamique qui va toucher l'ensemble des structures de l'articulation métatarso-phalangienne [1, 2, 18, 20]. Les lésions ostéo-ligamentaires s'installent progressivement :

- La formation d'une **exostose** sur la partie médiale de la tête obéit à la loi de Delpech. La tête métatarsienne est découverte par la translation latérale de la première phalange. L'épiphyse distale du 1<sup>er</sup> métatarsien, non contrainte par la base phalangienne, s'hypertrophie d'autant. Cette proéminence de la tête réalise la saillie médiale caractéristique de l'hallux valgus.
  
- Le transfert des charges va se faire de médial en latéral exposant le bord latéral de la tête métatarsienne au développement d'une **arthrose**.
  
- Le **glissement progressif de l'appareil sésamoïdien** est concomitant de la **distension de la capsule et du ligament collatéral médial**. La sangle sésamoïdienne « tourne » autour de la tête métatarsienne et se latéralise. Ce mouvement est favorisé par la pronation de l'hallux et l'échappement médial de la tête métatarsienne. La déformation va se fixer par **rétraction de la capsule latérale**. Cette luxation latérale des sésamoïdes aboutira à l'émoussement de la crête inter sésamoïdienne.

## II- Biomécanique fonctionnelle du pied

Ce rappel a pour but de remettre le pied en situation lors d'une station bipède et de la déambulation, avec l'étude de l'architecture et du régime du pied[21, 22{Faure, 1981 #153}]

### 1. Transmission de la charge

Tout le problème consiste à répartir une charge verticale sur une surface horizontale de taille réduite : le Pied. (figure 7)

Ce dernier a la double fonction de supporter le poids du corps en station bipodale et de propulser le membre.

La première fonction nécessite une souplesse et une élasticité qui s'oppose à la relative fixité indispensable à la propulsion. Cette ambivalence fait entrevoir toute la complexité de sa physiologie.

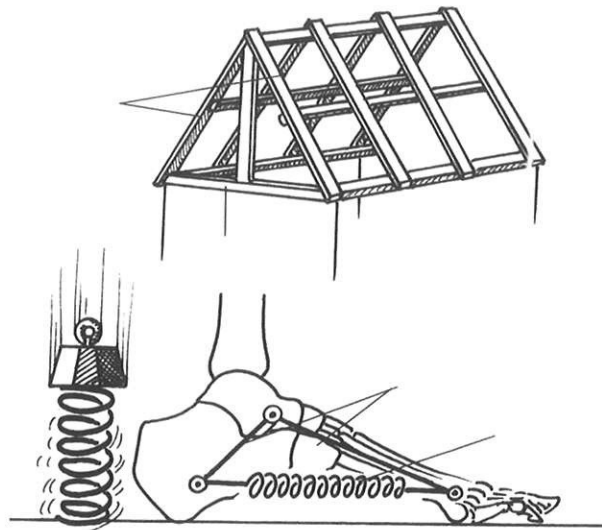
De nombreux concepts mécaniques ont été décrits par :

- Destot (figure 1) avec son analogie avec la demi assiette
- Lelièvre[2] (figure 2) qui introduit une notion d'arches de soutènement
- Dolto (figure 3) et la description du pied calcanéen et talien
- Maestro [23](figure 4) et son système de pivot
- De Doncker[21] apporte la notion de ferme du pied avec ses 3 palettes proche de la conception actuelle.



## 2. Concept statique.

La vision mécanique du pied selon De Doncker telle une **ferme** de charpente comprend deux arbalétriers reliés entre eux par un entrait. (Fig. 1)



**Figure 1 :**  
**Concept de la ferme de De Doncker.**  
**L'amortissement est réalisé par l'entrait principal.[21]**

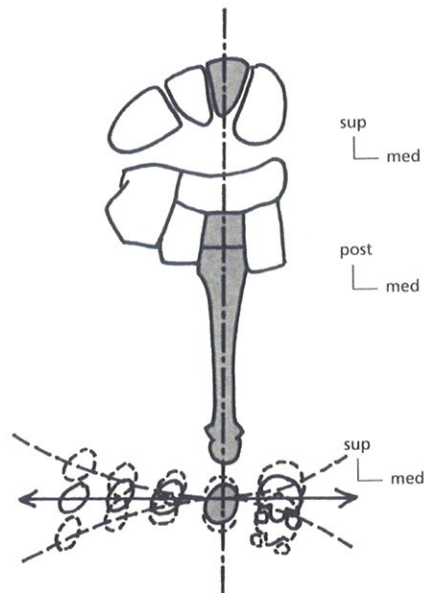
Ce modèle correspond à une structure triangulaire composé par :

- le talus qui en est le faîte
- le système musculo-ligamentaire plantaire : l'entrait
- un arbalétrier antérieur composé de 3 palettes :
  - une palette médiane fixe : 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> métatarsiens (Fig. 2 une palette médiale : le 1<sup>er</sup> métatarsien
  - une palette latérale : les 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> métatarsiens
- l'arbalétrier postérieur, le calcanéum.

Il assure une répartition de la charge et un effet d'amortissement.

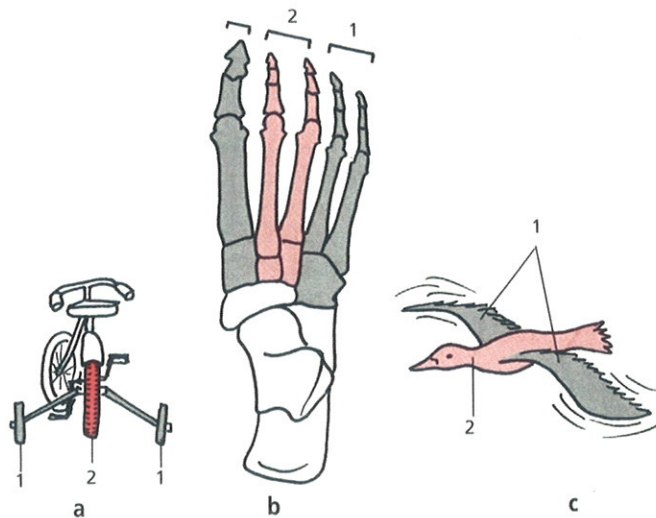
Comment fonctionne ce système ?

La palette médiane est fixe et représente la clé de voûte de l'arbalétrier antérieur. Elle réalise avec le calcanéum et le système plantaire un **entrait principal** ; on retrouve l'analogie à la ferme. L'ensemble assure un appui fixe mais instable au sol.



**Figure 2 :**  
**M2 représente la palette médiane fixe.**  
**C'est l'élément de stabilité de la partie**  
**antérieure du pied. [22]**

Les palettes latérales interviennent alors pour stabiliser l'appui comme le feraient les roulettes du vélo d'enfant sur la roue centrale fixe (Fig. 3) C'est ainsi que les métatarsiens latéraux miment un geste de préhension qui se referme sur le sol. De Doncker les assimilent à des **entraits latéraux secondaires**.



**Figure 3 :**  
**Les palettes latérales du pied (1) représentent les roulettes du**  
**vélo (1) qui stabilisent la roue centrale fixe (2). Cette notion est**  
**reprise dans le vol de l'oiseau où les ailes se referment sur l'axe**  
**médian. [22]**

Toutes les têtes métatarsiennes ont un appui au sol lors de la mise en charge grâce à la mobilité des métatarsiens latéraux [21 {Faure, 1981 #153, 24-27}]). Chacune assume une partie des contraintes.

Ce système reste toutefois insuffisant pour expliquer comment progresse le déroulement du pas d'un arrière pied à empilement vertical vers un talon antérieur horizontal. (Fig. 6)

### 3. Barre de torsion de Hendrix

La dissociation entre l'arrière pied et l'avant pied fait intervenir la notion de barre de torsion (Hendrix) (Fig. 4). Le tarse antérieur et l'articulation de Chopart assurent la fonction de barre de torsion et d'amortissement. (Fig. 5)

#### Barre de torsion osseuse :

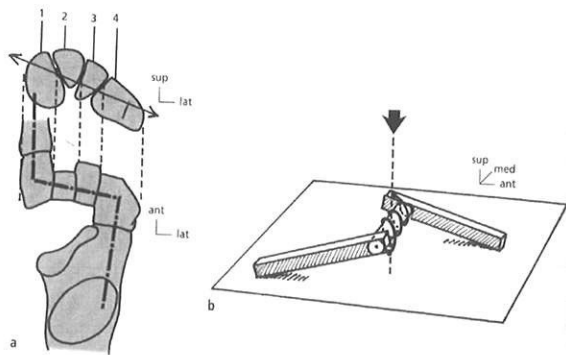
Sur le plan osseux, la barre transversale comprend le cuboïde, les 1<sup>er</sup>, 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> cunéiformes. Ces os sont peu mobiles entre eux (mobilité verticale surtout) et servent de charnière transversale entre le calcanéum et les métatarsiens.

#### Barre de torsion ligamentaire :

Elle est constituée par :

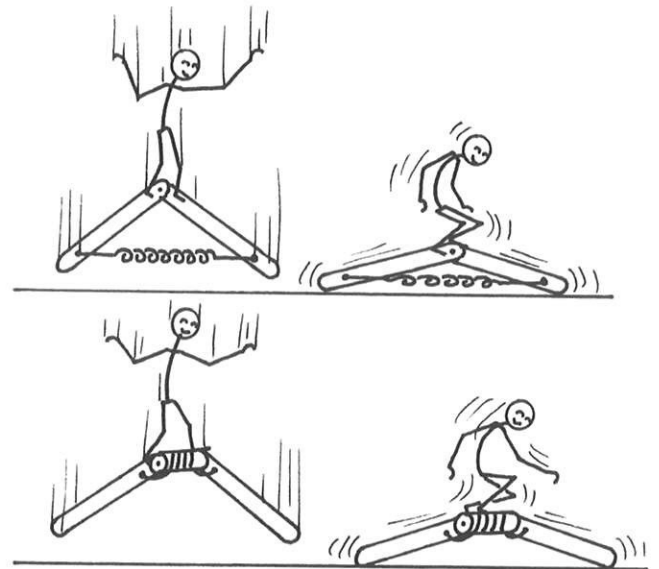
- Le compartiment médial (Fig:7). C'est la Coxa pedis de Pisani. C'est un secteur très mobile de type énarthrose (tête arrondie dans une cupule). Elle a une grande mobilité autorisant l'abduction/adduction et la pronation-supination de l'avant pied. Le ligament fibro-cartilagineux calcanéonaviculaire (le « Spring ligament » des anglo-saxons) est la clé de ces mouvements.
- Le compartiment latéral calcanéocuboïdien est plus stable grâce à la rigidité du ligament calcanéocuboïdien.
- Le ligament bifurqué (ligament en Y) participe au couple de torsion. Il solidarise le talus et le calcanéum pour limiter leur divergence excessive. Il unie le tarse antérieur au complexe talocalcanéen. Il transmet ainsi la torsion au tarse antérieur.

Les concepts biomécaniques de ferme et de barre de torsion sont complémentaires

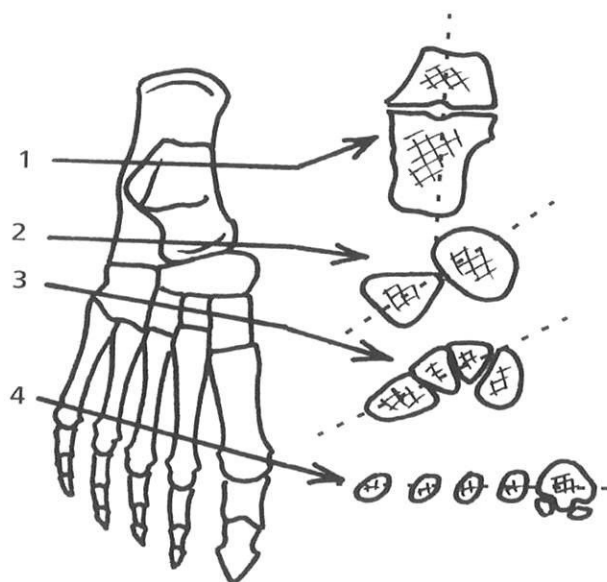


**Figure 4 :**  
**Barre de torsion osseuse de Hendrix.[22]**

Le système de torsion de la barre de Hendrix complétant la notion de la ferme. Le porte à faux réalisé par la barre transversal permet la répartition de la torsion et sert d'amortisseur.

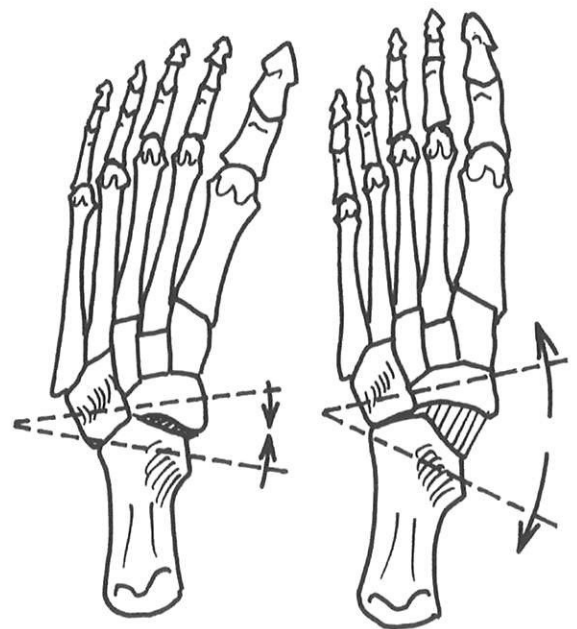


**Figure 5 :**  
**Amortissement par l'entrait passif et la barre de torsion. [22]**



**Figure 6 :**  
**Empilement osseux. [22]**

Transmission de la charge d'un empilement vertical de l'arrière pied (1) à un empilement horizontal du talon antérieur (4). Représentation de la barre de torsion osseuse du médio tarse (3) et de la transverse du tarse (2)



**Figure 7 :**  
**Barre de torsion ligamentaire[22]**

Le mécanisme de torsion passe par la mobilité de la transverse du tarse qui prédomine dans le compartiment médial (Coxa pedis). C'est la partie ligamentaire de la barre de torsion de Hendrix

#### 4. Le système plantaire de l'entrait

Le concept de la ferme fait intervenir un entrait passif formé par les ligaments profonds. (Fig. 13). Pour De Doncker, ces structures suffisent à supporter le poids du corps. Néanmoins, si les charges s'accroissent, d'autres éléments viennent en renfort. Ils sont de 2 ordres :

➤ Musculaire :

- Muscles intrinsèques : Ces sont les muscles de la loge moyenne (Carré plantaire, court fléchisseur de l'hallux et des orteil, abducteur du I et V) et profonde (muscles inter osseux). Ils ont un rôle actifs en mettant en tension l'aponévrose plantaire.
- Muscles extrinsèques : le long fibulaire (LF) et le tibial postérieur (TP) sont des muscles longs rétromalléolaires. Ils forment un **étrier** sous la voûte plantaire (Fig. 8-9). Leur contractions croisées équilibrent la voûte plantaire dans le sens antéro-postérieur ainsi que transversalement. Ils agissent comme les rennes d'un cheval. De plus par son insertion sur la base métatarsienne, le long fibulaire (LF) a une action d'abaissement et de valgisation du premier métatarsien.

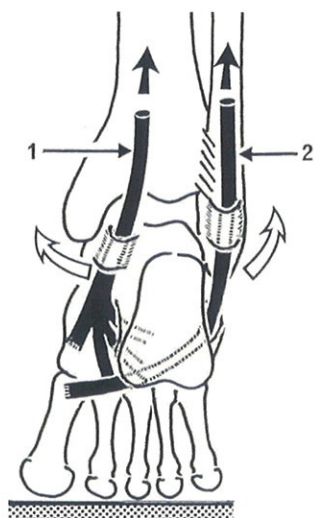


Figure 8

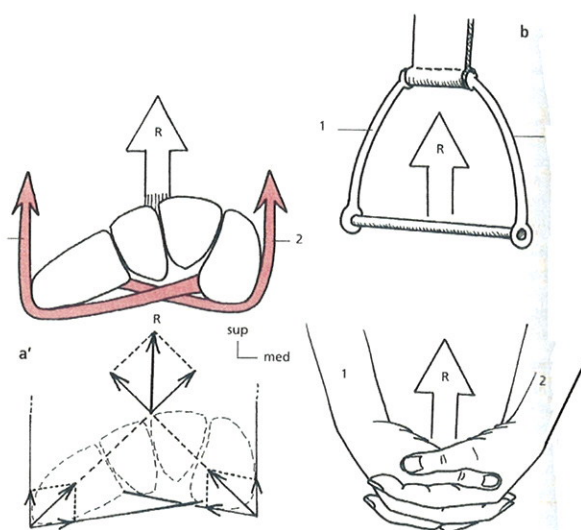


Figure 9

Action élevatrice et stabilisatrice transversale du muscle tibial postérieur (1) et du muscle long péronier (2), formant un étrier [22, 28]

➤ Aponévrotique : l'aponévrose plantaire.

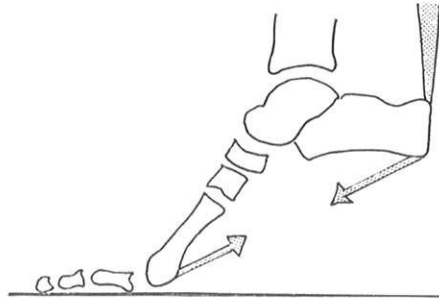
Elle peut être assimilée sur le plan mécanique à la continuité du tendon calcanéen. L'aponévrose est extrêmement résistante et transmet la contraction des gastrocnémiens aux métatarsiens et aux phalanges. Elle s'insère sur l'appareil sésamoïdo-phalangien de l'hallux ainsi que sur toutes les bases phalangiennes par ses bandelettes fibreuses. Elle creuse l'arche plantaire lors de la contraction des gastrocnémiens et transmet sa force propulsive au gros orteil.

Le phénomène du **treuil de Hicks** [23] (Fig. 14) (Windlass mechanism) explique que lorsque l'aponévrose est tendu par les gastrocnémiens, l'extension passive du gros orteil creuse l'arche plantaire. Ce treuil agit sur la poulie métatarso-phalangienne et creuse l'arche au lieu de l'affaisser.

A la fin du pas, « Toe off », l'hallux se met de façon passive en flexion dorsale, tend l'aponévrose plantaire et creuse la voûte.

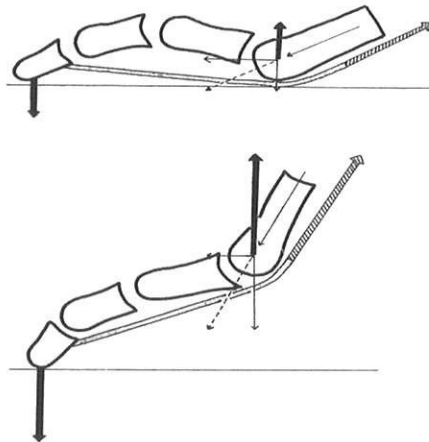
Cette mise en tension est concomitante de la contraction des muscles intrinsèques des fléchisseurs de l'hallux et des orteils. Ces muscles ont une insertion commune sur le calcanéum et l'aponévrose plantaire

La force exercée réalise un triangle dynamique (Fig. 10): Traction des muscles de la loge postérieure et contraction des muscles intrinsèques. Tous ces éléments participent à la mise en tension de cette aponévrose.



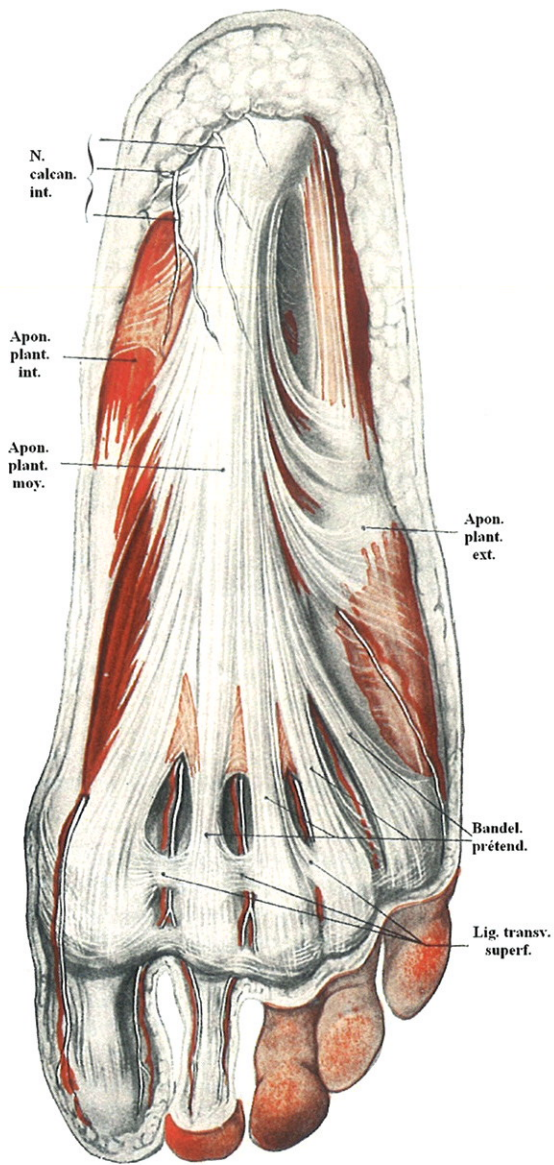
**Figure 10 :**  
**Triangle dynamique réalisée par la contraction combinée des muscles intrinsèques et des muscles gastrocnémiens qui met en tension l'aponévrose plantaire (entrait principal). [28]**

Cet effet treuil tend à plaquer les têtes métatarsiennes contre le sol par flexion plantaire du métatarsien. La contraction des muscles courts fléchisseurs qui intervient dans cette phase du pas décharge les têtes métatarsiennes (Fig. 11) en les soulevant. On comprend mieux les conséquences d'une griffe d'orteil qui limite ce mécanisme physiologique de décharge métatarsienne.

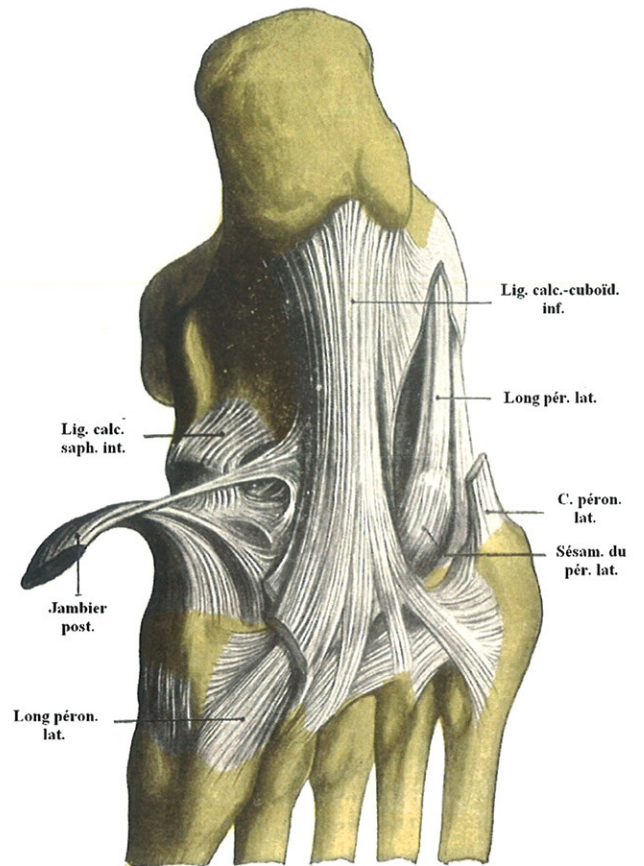


**Figure 11 :**  
**Action des flechisseurs courts et longs. des orteils dans la décharge des têtes métatarsiennes. [28]**





**Figure 12:**  
**Entrait passif ligamentaire superficiel**  
 [29]  
**APONEVROSE PLANTAIRE**



**Figure 13:**  
**L'entrait passif ligamentaire profond.**  
**Il est réalisé par: [29]**

- le ligament calcanéonaviculaire plantaire
- le ligament calcanéocuboïdien
- le ligament plantaire long

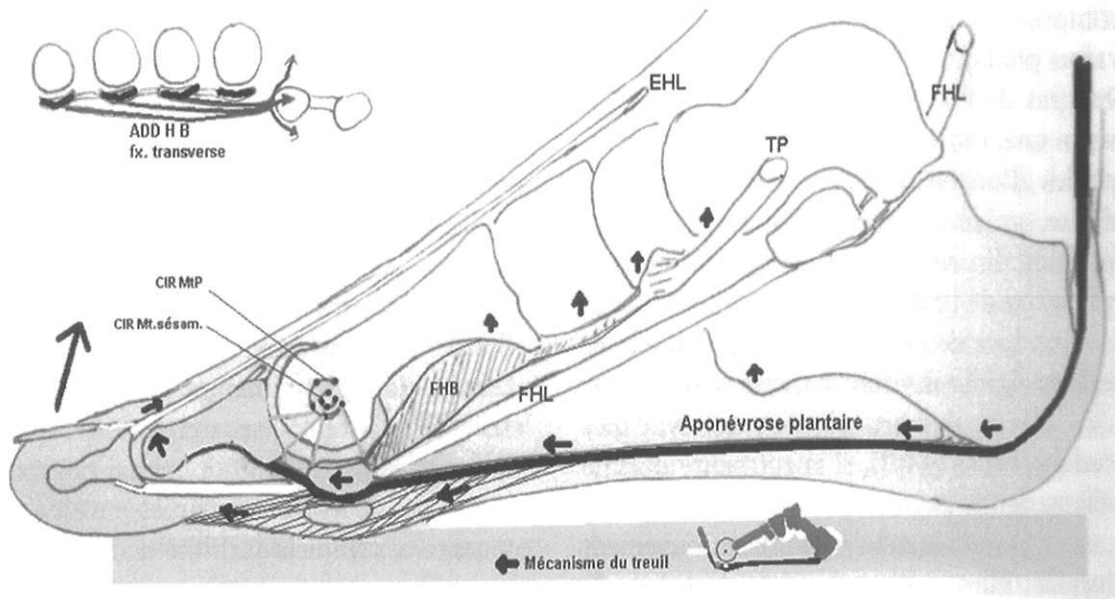


Figure 14- Système de treuil de Hicks [23]

L'aponévrose plantaire a deux poulies de réflexion : le calcanéum et la sangle sésamoïdienne. Sa mise en tension provoque un creusement de l'arche. Elle permet de transmettre la force propulsive du complexe tricéphalo-calcanéo-sésamoïdien à l'hallux. Lors de la fin du pas, ce dernier se met en flexion dorsale passive accroissant la tension de l'aponévrose et rigidifiant tout l'entrait plantaire. Cette rigidification est indispensable à la transmission des forces qui se réfléchissent autour des centres instantanés de rotation de l'hallux. La colonne médiale a besoin de stabilité pour supporter ces contraintes. Cette stabilité est apportée par la contraction des muscles intrinsèques, notamment du long et court fléchisseur de l'hallux (cf schéma suivant.)

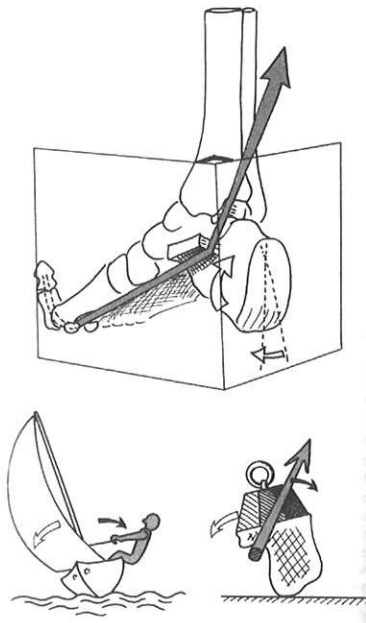


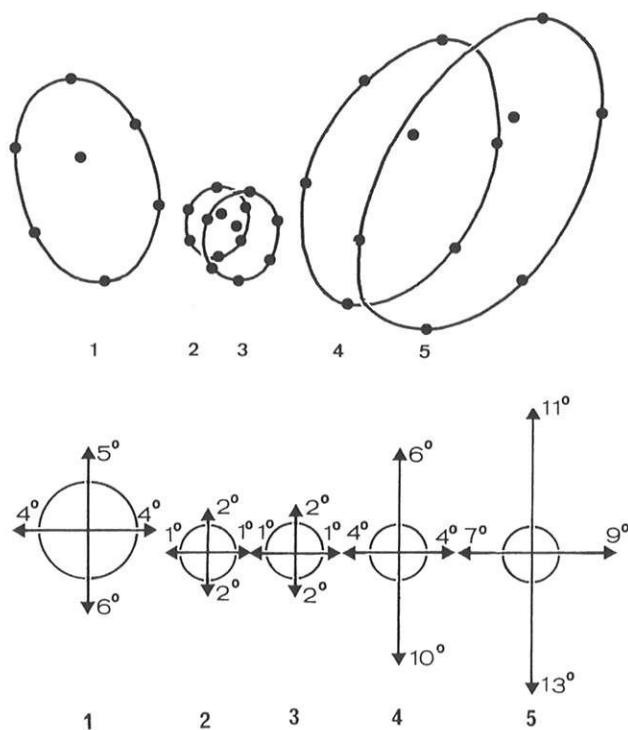
Figure 15 :

L'action du long fléchisseur de l'hallux permet de stabiliser la colonne médiale dans le sens antéro postérieur en la mettant en tension dans son axe. Son action la soulève le tarse antérieur. Sa deuxième action intervient en prévenant la bascule du calcanéum ; il lutte contre l'effet éversant de sa mise en charge lié au décalage de l'axe du calcanéum avec celui de l'axe jambier.

## 5. L'avant pied

La parabole métatarsienne osseuse possède une arche transversale métatarsienne qui poursuit celle du tarse antérieur. Cette arche est soutenue par l'adducteur transverse du 1<sup>er</sup> métatarsien. Il creuse une voûte métatarsienne sur le plan frontal. Bien entendu lors de l'appui au sol chacun des métatarsiens va s'appliquer annulant cette forme.

Néanmoins cela préfigure la capacité d'adaptation au sol de ces métatarsiens. Les travaux de Faure [28] ont montré la mobilité ellipsoïde importante des métatarsiens latéraux et la relative fixité de M2M3. (Fig. 16)



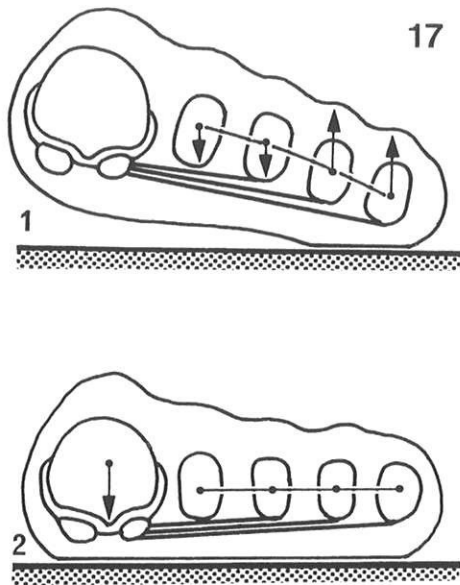
**Figure 16:**  
**Mobilité ellipsoïde des métatarsiens latéraux. [28]**

Le pied se comporte lors de l'appui au sol comme « une main réalisant une préhension ». Il rapproche M1 de M5. En réalité M1 n'opère qu'une légère rotation sans translation latérale. Les métatarsiens latéraux M4M5 accomplissent la rotation et la translation pour s'adapter au sol.

### L'harmonie de la parabole des parties molles

La cohésion entre les métatarsiens est assurée par :

- les muscles intrinsèques : Les interosseux rapprochent les métatarsiens latéraux de l'axe du pied M2. L'adducteur transverse de l'hallux prévient leur étalement.



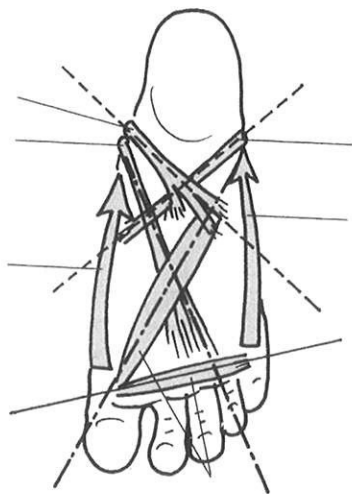
- 1) Rappel élastique des 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> têtes métatarsiennes, avec effet d'amortissement du contact au sol des 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> têtes

- 2) Abaissement de la première tête métatarsienne lorsque les 4 autres sont en appui

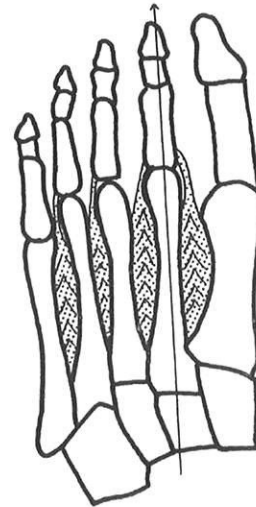
**Figure 17 :**  
**Action du muscle adducteur transverse [28]**

- Le système ligamentaire inter métatarsien profond. Il lutte contre l'élargissement de l'avant pied ; on comprend alors les conséquences des hyperlaxités constitutionnelles ou acquises sur l'architecture de l'avant pied. (avant pied triangulaires)

L'avant pied est également contrôlé sur le plan frontal (abduction/adduction) par les muscles abducteurs de M1 et M5. (Fig. 18)



**Figure 18 :**  
 Contrôle musculaire de l'avant  
 pied avec la participation de  
 l'étrier du TP et du LF



**Figure 19 :**  
 Muscles interosseux assurant la  
 cohésion entre les métatarsiens  
 autour de M2

### L'harmonie de la parabole distale osseuse

Il faut insister sur la primauté d'une parabole distale métatarsienne préservée. Elle jouera son rôle d'adaptation au sol. Cette parabole possède des règles de construction qu'il faudra connaître pour appréhender les corrections à apporter.

L'harmonie des métatarsiens comprend 2 niveaux décrits par Maestro [23, 30]:

- Le premier niveau concerne la palette fixe médiane M2 et le sésamoïde latéral. Maestro a montré qu'à partir de ces deux éléments fixe on peut apprécier l'harmonie « primaire du pied ». Une droite passant par le centre du sésamoïde latéral tracée perpendiculairement à l'axe du pied coupe la tête de M4 en son centre. Il est considéré comme l' « axe d'amortissement-freinage-propulsion » du pied. Elle est appelée **ligne SM4**. (Fig. 20)



**Figure 20 :**  
**Critères de Maestro**

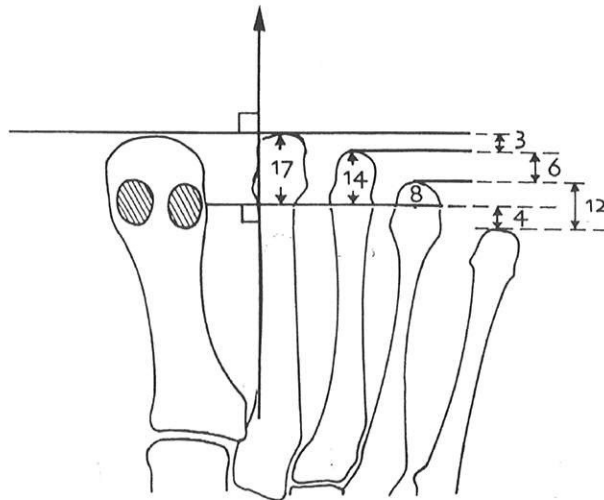
La ligne rouge représente le premier niveau de l'harmonie métatarsienne. Elle évalue la position du sésamoïde latéral par rapport à la tête de M4.  
Les traits jaunes représentent la distance du sommet des têtes métatarsiennes par rapport à SM4.  
C'est le 2<sup>ème</sup> niveau de l'harmonie métatarsienne avec la progression géométrique de raison 2

- Le deuxième niveau est basé sur l'harmonie de la courbure des métatarsiens latéraux.

Maestro décrit une **progression géométrique de raison 2** qui régit les longueurs relatives des métatarsiens latéraux, avec une tolérance de 10% pour la raison M2M3 et de 20% pour celle de M3 M4. C'est elle qui gère la répartition harmonieuse des appuis. L'index de Maestro est calculé ainsi :

- Index 01 =  $d1 - d2$
- Maestro 1 =  $d2 - d3$
- Maestro 2 =  $d3 - d4$
- Maestro 3 =  $d4 - d5$ .





« d » représente la distance relative des métatarses par rapport à SM4.

« Maestro 1, 2 et 3 » marquent normalement cette progression.

La longueur de M1 peut varier sans avoir d'influence sur l'un ou l'autre des niveaux.

Un facteur correctif a été apporté en cas de subluxation des sésamoïdes. En effet si la longueur séparant le sésamoïde latéral (SL) de M2 est stable, la rotation des sésamoïdes par rapport à M1 induit un recul du SL et une erreur dans le tracé de la ligne SM4. On mesure la longueur séparant le sommet de M1 et le centre du SL. On reporte cette distance sur l'axe du pied après avoir tracé la ligne SM4. On obtient le **SM4 corrigé**. (Fig. 21)



**Figure 21 :**  
En rouge la ligne SM4 corrigée.



A partir de ces 2 notions, on peut classer les pieds en différents groupes:

- Un pied normal possède un morphotype normal (ligne SM4 passant par le centre de M4) et une progression géométrique de la parabole des métatarsiens latéraux de raison 2. Le « pied idéal » est alors le 3-6-12 ou le 4-8-16. Cela représente un tiers des pieds.
- Un deuxième groupe dit « M2-3 longs » rassemble une ligne SM4 centrée sur tête de M4 mais une altération de la progression géométrique. Plusieurs sous groupes vont compléter cette description.
- Un troisième groupe rassemble les pieds dont la progression géométrique est normal ou non, mais dont le dénominateur commun est d'avoir une ligne SM4 bien en dessous du tiers moyen de la tête de M4 : c'est l'hypoplasie M4M5

La répartition des morphotypes dans l'hallux valgus a été étudiée par Besse et Maestro :

- Pied normal : 1/5 des HV
- Pied M2M3 long (et ses variantes) : 1/4 des HV
- Pied Hypo M4M5 : 2/3 des hallux valgus.

## 6. L'articulation métatarso-phalangienne du premier rayon

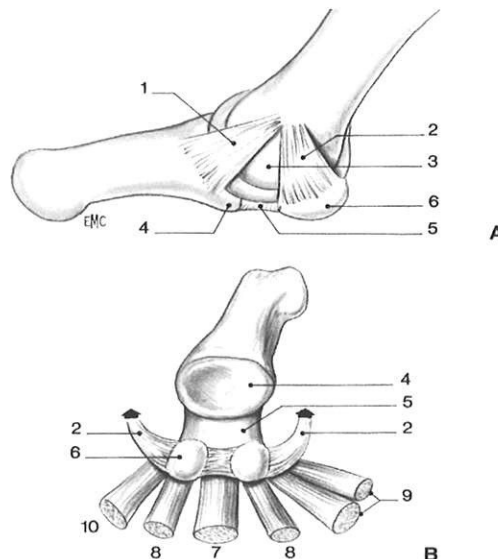
L'articulation métatarso-phalangienne du 1<sup>er</sup> métatarsien est l'élément principal du système de treuil de Hicks. Cette articulation associe un mécanisme de roulement/glissement articulaire autour de plusieurs centres instantanés rotatoires (CIR). (Fig. 14)

La surface articulaire distale de la tête métatarsienne s'apparente à une bicondylienne. Elle s'articule avec la base phalangienne en avant et avec l'appareil gléno-sésamoïdien en dessous.

### Le complexe ligamentaire

Cinq ligaments gainent cette articulation :

- Le ligament métatarso-sésamoïdien médial, large et triangulaire. Il envoie des expansions au sésamoïde latéral.
- Le ligament métatarso-sésamoïdien latéral, court et étroit.
- Le ligament sésamoïdo-phalangien médial
- Le ligament sésamoïdo-phalangien latéral
- Le ligament inter sésamoïdien.



A. Ligaments métatarsophalangiens (1) et métatarsosésamoïdiens (2). Lors du déroulement du pas, la tête métatarsienne (3) roule et glisse dans la cavité glénoïde formée par la base de P1 (4) et le fibrocartilage (5) qui l'unit aux sésamoïdes (6).  
 B. Convergence tibiotendineuse vers le système sésamoïdien ; le tendon du long fléchisseur (7), les deux faisceaux du court fléchisseur (8), les deux faisceaux de l'adducteur oblique et transverse (9), le tendon de l'abducteur du I (10).

**Figure 22 :**  
**Système ligamentaire et musculaire de M1P1 [1]**

Cet ensemble ligamentaire forme avec les sésamoïdes un fibrocartilage glénoïdien qui reçoit la tête métatarsienne.

Cette dernière ne possède qu'**un élément de fixité avec les métatarsiens latéraux** : le ligament transverse métatarsien profond. Il solidarise la sangle sésamoïdienne à M2. Ce déséquilibre architectural est partie prenante dans l'évolution de la déformation.

La tête de M1 ne possède que **2 éléments de stabilité avec la sangle sésamoïdienne** :

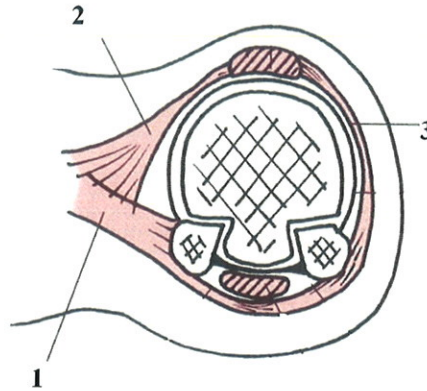
- Le ligament métatarso-phalangien médial, suspenseur du sésamoïde médial. En cas d'hallux valgus, les charges exercées sur ce ligament aboutissent à une distension ligamentaire. Elle facilitera la fuite en varus du premier métatarsien. C'est la tête métatarsienne qui quitte le complexe sésamoïdien. La bascule sésamoïdienne se fait autour du pivot fixe que représente le solide ligament transverse profond.
- Le ligament métatarso-phalangien latéral, suspenseur du sésamoïde latéral . En cas d'hallux valgus, la luxation des sésamoïdes entraîne une rétraction progressive de ce ligament fixant la déformation.

#### Le complexe musculaire et sa biomécanique :

Cette articulation bénéficie pour sa mobilité d'un ensemble musculaire complexe : extrinsèque et intrinsèque, dorsale et plantaire. (Fig. 24, 25 )

- Sur le versant dorsal, l'extenseur court et long de l'hallux sont centrés sur la diaphyse et se terminent sur la base de la 2<sup>ème</sup> phalange.
- En plantaire le système comprend :
  - des muscles antagonistes : abducteur et adducteur (chef oblique et transverse) dont nous avons vu le rôle précédemment. Ils envoient des expansions fibreuses à la face dorsale de l'articulation sur le long

extenseur de l'hallux créant un manchon fibreux. (Fig. 23) Chacun d'eux s'insèrent sur les sésamoïdes respectivement médial et latéral.



**Figure 23:**  
**Expansions fibreuses :**  
**1-muscle adducteur**  
**2 et 3 : expansions fibreuses de l'abducteur**

- Le court fléchisseur de l'hallux possède 2 chefs qui se terminent sur les sésamoïdes médial et latéral. Respectivement, chacun d'eux a une composante d'abduction et d'adduction.
- Le long fléchisseur du pouce agit comme un anti-extenseur interphalangien, empêchant le relèvement de l'hallux pendant la phase d'impulsion. Par ailleurs, il renforce la sangle sésamoïdienne en la gardant le long de la première colonne :
  - resserrage des sésamoïdes entre eux par pression sur le ligament inter sésamoïdien
  - plaquage des sésamoïdes dans leur gorge respective de part et d'autre de la crista.

Il soulage l'appui de la tête métatarsienne en la soulevant (Fig. 10). On comprend dès lors que la perte de son action dans l'hallux valgus est si préjudiciable.

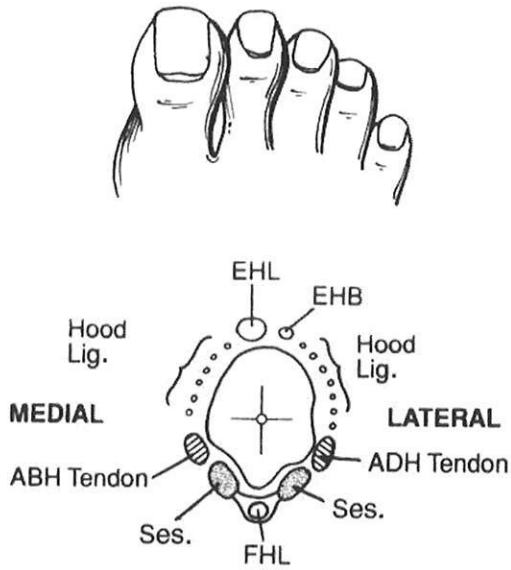


Figure 24

Fig. 24 et 25 : Myologie du complexe gléno-sésamoïdo-métatarsien [20]

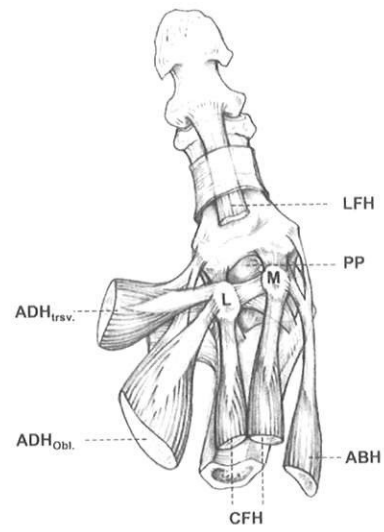


Figure 25

Vue Plantaire de M1P1 : ABH = abducteur de l'hallux, ADH = adducteur de l'hallux (obl=oblique, trsv=transverse) LFH = long fléchisseur de l'hallux, CFH = court fléchisseur de l'hallux, M = sésamoïde médial, L = sésamoïde latéral, PP = phalange proximale

La sangle sésamoïdienne représente un conglomérat d'insertions tendineuses. Seuls le muscle abducteur et le chef médial du court fléchisseur de l'hallux agiront contre la valgisation.

### III- Physiopathologie de l'hallux valgus

#### 1. Perte de l'appui antéro-médial

La dernière phase du pas implique une articulation métatarso-phalangienne du premier rayon (M1P1) de bonne qualité assurant :

- une angulation M1P1 de moins de 15.°
- une bonne congruence radiographique de M1P1.
- une flexion dorsale conservée.

La flexion dorsale de M1P1 provoque une rotation interne automatique de la bi condylienne et une réduction du valgus physiologique.

Les forces de propulsion peuvent s'exercer dans l'axe articulaire avec un rendement maximal. Le long fléchisseur de l'hallux verrouille le compartiment sésamoïdien comme nous l'avons vu.

En cas d'hallux valgus, non seulement les forces propulsives seront moindres mais elles participeront à la pérennisation du valgus et à son aggravation.

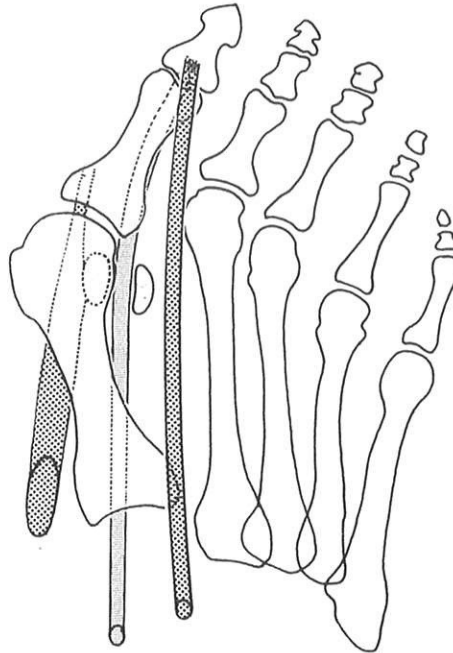
L'équilibre musculaire est rompu. Les tractions exercées par les tendons ne se développent plus sur un pivot (articulation sésamoïdo-métatarsien) mais agissent comme sur la corde d'un arc que l'on bande. [1, 2, 19, 31, 32] (Fig. 26)

- Le muscle abducteur de l'hallux perd sa fonction anti-valgisante de l'hallux. Il est translaté sur la face plantaire, en suivant la luxation des sésamoïdes. Au minimum il induit une pronation de l'hallux au pire s'ajoute à l'effet précédent une tendance à la valgisation (dès qu'il prend la corde de l'arc).

Il perd également son effet anti-varisant sur le 1<sup>er</sup> métatarsien. En position médiale, sa contraction ramène le premier métatarsien sur le deuxième. Il n'assure plus la solidité du plan médial par les expansions qu'il envoyait au tendon du long extenseur de l'hallux.

- La force vectorielle du court fléchisseur (chef médial surtout) est également translatée de médian en latéral augmentant les forces valgisantes.

- Les tendons du muscle long fléchisseur et extenseur prennent la corde de l'arc et participent à la déformation.

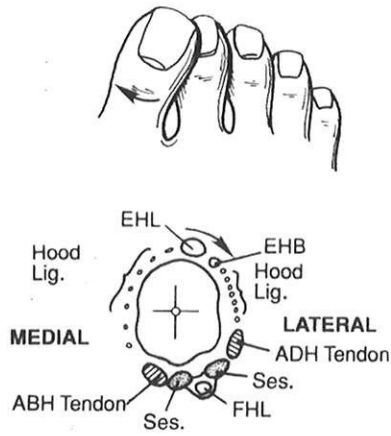


**Figure 26:**  
**Les muscles et tendons prennent la corde de l'arc. [28]**

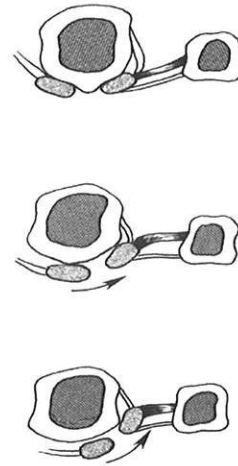
La faillite du système de stabilisation médiale (ligamentaire) de MIP1 face aux contraintes supportées, laissera fuir la tête du premier métatarsien.

Les sésamoïdes vont se déplacer latéralement par rotation autour du bord latéral de la tête. L'érosion progressive de la crista plantaire lui fait perdre son rôle de rail. Le mécanisme de roulement –glissement des sésamoïdes n'est plus fonctionnel.

Les sésamoïdes deviennent moins mobiles et s'hypertrophient. (Sésamoïde médial surtout). S'ils ne sont pas toujours douloureux, ils peuvent rendre difficile leur réduction lors d'une chirurgie correctrice



**Figure 27:**  
**Translation latérale du**  
**système musculo-ligamentaire [20]**



**Figure 28:**  
**Tanslation latérale des sésamoïdes[20]**

La parabole distale osseuse est également détériorée. La perte de l'appui efficace de l'hallux aboutit à une insuffisance fonctionnelle du 1<sup>er</sup> métatarsien.

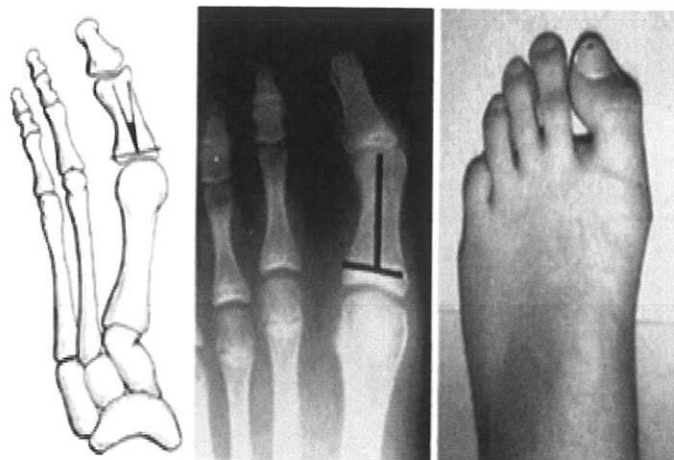
Les métatarsiens latéraux s'en trouvent surchargés. C'est la palette axiale fixe de la ferme qui supportera cet excès de contrainte en particulier le deuxième métatarsaire. C'est le syndrome du deuxième rayon qui évoluera vers une synovite puis une luxation soit vers une fracture de fatigue.

## 2. Existence d'une crosse latérale du gros orteil

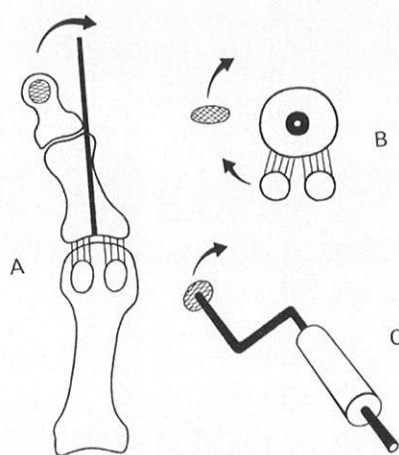
L'existence d'une crosse latérale du gros orteil si elle n'est pas directement responsable de la déformation, participera à l'évolution de celle-ci par effet de bielle. Elle correspond à un valgus inter phalangien exagéré. La crosse est d'origine phalangienne proximale ou distale.

D'après Gauthier[31], il s'agirait du dénominateur commun et initial des déformations. La crosse inter phalangienne est physiologiquement inférieure à 10°[28, 33]. L'application de force de traction sur ce système désaxé induit une déformation en pronation, abduction du gros orteil et une adduction secondaire du métatarsien.(Fig.29)





G. GAUTHIER



**Figure 29-Effet Bielle du valgus inter-phalangien**

Pour Gauthier c'est ce mécanisme de bielle qui va fragiliser le plan médial de MIP1 par l'augmentation des contraintes. L'instabilité de MIP1 précède l'adduction du premier métatarsien.

Ce mécanisme ne suffit pas à expliquer l'évolution vers l'hallux valgus. Il ne faut pas méconnaître le rôle des facteurs intrinsèques et extrinsèques qui entrent en jeu dans cette déformation.

### 3. Facteurs intrinsèques

#### **La laxité ligamentaire (plan médial M1P1)**

Celle-ci augmente chez la femme après la ménopause comme l'a bien fait remarquer L.S. Barouk[16] (à 20 ans 55% des femmes n'ont pas de déformation, ce taux passant à 10% après la ménopause).

Il s'agit d'ailleurs d'une pathologie essentiellement féminine.(95%)

#### **La morphologie articulaire M1P1**

Elle est plus ou moins favorisante (tête métatarsienne ronde) ou latéralisation excessive de l'orientation de la surface articulaire distale de M1(DMAA= distal metatarsal articular angle) [34, 35]

Pour le premier, la morphologie de la surface articulaire facilite le « glissement » de la phalange en dehors. Pour le deuxième, la surface articulaire regarde en dehors. Cette orientation perturbe le jeu articulaire normale de M1P1. Il n'est plus axé dans le prolongement de la colonne médiale. Le jeu musculaire déformera progressivement l'hallux en le valgisant.

#### **L'hallomégalie et morphotype égyptien du pied.**

La majorité des morphotypes rencontrés dans cette pathologie est égyptien.

L'hallomégalie est responsable d'un conflit avec la chaussure. Ce constat est majoré par les chaussures à bout fins. L'étroitesse de la partie antérieure ne permet pas à l'hallux de trouver sa place. Le contact avec la chaussure chasse la phalange « trop longue » en dehors.[4, 36]

De plus, une longueur excessive augmente le bras de levier déformant.

#### **Le métatarsus primus varus brevis (rare)**

Aussi appelé pied archaïque, « néanderthal foot », Ce pied se définit par :

- la brièveté d'un 1er métatarsien hyper mobile
- l'angle inter métatarsien M1M2 élevé dont l'origine est l'inclinaison excessive du Lisfranc médial (>20°/30°) (Articulation cunéo-métatarsienne C1M1).

Ce pied ancestral tend vers la préhension avec une première colonne qui s'écarte des métatarsiens latéraux

### **Le syndrome d'hypermobilité du premier métatarsien.**

Il se définit par une mobilité excessive de l'articulation métatarso-cunéenne du 1er rayon (M1C1) en sagittal et transversal. Il reflète une distension des structures ligamentaires plantaire médiale et dorsale. Sa physiopathologie n'est pas élucidée[37] On ne peut que constater le dysfonctionnement engendré sur l'avant pied. La perte de l'appui efficace antéro-médial altère la fonction de la première colonne. La déformation se fera vers un valgus de l'hallux et/ou une arthrose du Lisfranc médial.[37-40]

### **Le pied plat.**

L'affaissement de son arche médiale perturbe la physiologie du pas. Les déformations adaptatives au valgus de l'arrière pied sont responsables d'une hypermobilité du premier métatarsien et d'une surcharge de la colonne médiale de l'avant pied. [41]

Ces déformations ont pour conséquence :

- La distension progressive ligamentaire :
  - de la cunéo-métatarsienne entraînant une hypermobilité du premier métatarsien.
  - du ligament calcanéo-naviculaire (spring ligament), surchargé par l'équin talien.
  - du ligament talo-naviculaire, distendu par l'abductus secondaire de l'avant-pied
- la distension du muscle long fibulaire. Ce dernier sert de verrou actif pour la base métatarsienne. Il stabilise l'articulation C1M1 et abaisse au sol le 1<sup>er</sup> métatarsien. La distension progressive du long fibulaire aggrave l'hypermobilité de la 1ère colonne.[28] et provoque une insuffisance fonctionnelle du premier rayon.
- La distension combinée du tibial postérieur. Son trajet est souvent le siège d'une synovite douloureuse rétro et sous malléolaire. Elle aboutira à une rupture du tendon dans les cas évolués.
- La surcharge de l'articulation M1P1 et l'hypermobilité du premier rayon est liée à cette atteinte de l'articulation cunéo-métatarsienne et/ou cunéo-naviculaire. Elle évoluera vers la déformation en valgus de l'hallux.

### **La brièveté du tendon calcanéen**

Elle limite la flexion dorsale du pied et accroît la surcharge sur l'avant pied. Il s'agit surtout d'un facteur associé qu'il faut savoir dépister. Ce tendon calcanéen court peut induire un pied plat fonctionnel par limitation de la flexion dorsal tibio-talienne. En effet, cette flexion dorsale se complètera dans la subtalienne par mise en valgus de l'arrière pied. L'augmentation de la divergence talo-calcanéenne aplatit l'arche interne et provoque le pied plat fonctionnel et ses conséquences sur l'avant pied.[42]

### **La butée du 2<sup>ème</sup> orteil.**

Sa disparition accélère l'évolution vers le valgus phalangien par absence de frein au déplacement latéral. On le retrouve dans la griffe du deuxième orteil secondaire au conflit lors du chaussage (griffe supraductus ou infraductus)[28]

### **Hallux valgus de l'enfant.**

Ils correspondent à une dysplasie de l'articulation métatarso-phalangienne. L'orientation de la surface articulaire distale de M1 est exagérée et regarde en dehors. Le traitement dans ce cas consiste en une ostéotomie de réaxation distale avec ablation d'un coin interne de l'épiphyse métatarsienne : Technique de Reverdin.[20]

Souvent, y sont associés des troubles de l'appui métatarsien. Ceux ci sont source soit d'hyperkératose (anormale dans l'enfance et toujours synonyme de trouble de l'appui plantaire) soit de syndrome de défilé métatarsien (Syndrome de thomas Morton) soit d'ostéochondrite de surcharge (maladie de Freiberg)

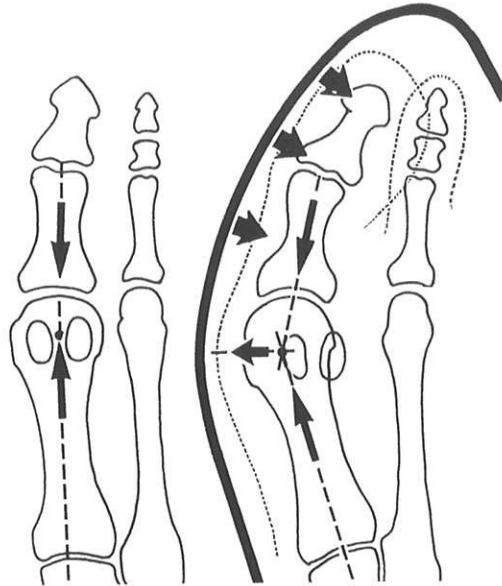
D'autre anomalies congénitales peuvent induire un hallux valgus précoce : l'hypoplasie ou l'aplasie des sésamoïdes ou de la crête intersésamoïdienne

## **4. Facteurs extrinsèques**

### **Le chaussage.**

La chaussure étroite entraîne un conflit avec le premier orteil. Il est déjeté en dehors. Il reproduit et/ou aggrave l'effet de bielle. Ceci est d'autant plus vrai que le premier rayon est long et la chaussure fine du bout (Fig. 30). Par ailleurs les

chaussures modernes à bout antérieur centré sur M2 ne semblent pas adaptées au pied égyptien le plus souvent retrouvé dans la pathologie de l'hallux valgus.[36, 43, 44]

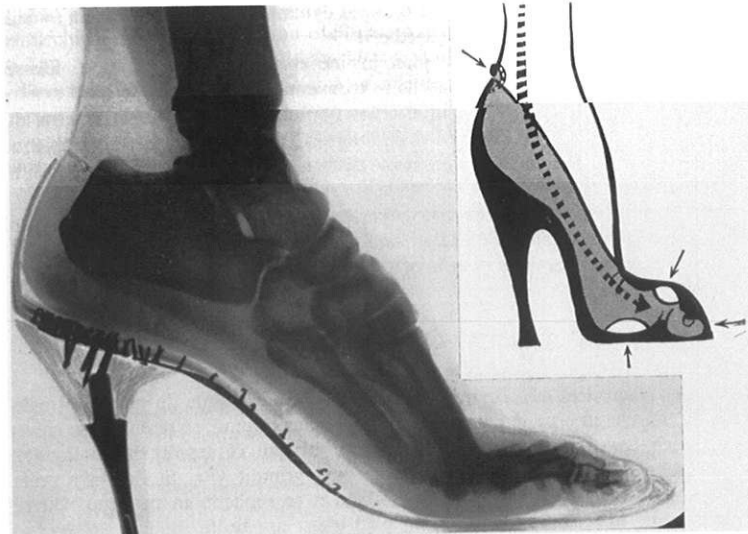


**Figure 30:**  
Effet du chaussage sur l'hallux : lors de la désaxation du premier métatarse sur la phalange, la tête métatarsienne s'écarte de l'axe de l'avant pied mais les sésamoïdes restent fixes.

Les talons aiguilles aggravent ce constat par un report des contraintes sur l'avant pied : le glissement du talon surchargeant l'avant pied s'ajoute au maintien insuffisant de la palette métatarsienne. L'association d'une force qui écarte les têtes métatarsiennes et d'une autre qui rapproche les orteils favorise la déformation du pied. Les têtes métatarsiennes extrêmes ne jouent plus leur rôle stabilisateur (image de la roue de vélo de De Doncker) et de répartition de la charge. Les métatarsiens centraux supportent tout le poids du corps. (Fig.31)

C'est un facteur étiologique majeur :

- d'hallux valgus
- de griffe d'orteil par conflit mécanique antérieur avec la chaussure
- d'avant pied rond voir triangulaire s'il est associé à une hyper laxité.



**Figure 31:**  
**Chaussage avec talon aiguille.**

## **IV- Technique d'ostéotomie de Scarf et de chevron**

Les buts de la réaxation chirurgicale de l'hallux valgus s'attachent à corriger les déformations des parties molles et des déviations osseuses. Le traitement chirurgical comprendra un geste de réaxation métatarsienne associé à la retension ligamentaire :

### **1. L'abord cutané médial**

Il est identique pour le scarf et le chevron et expose aux mêmes risques.

L'abord cutané médial se fait à la jonction peau plantaire et peau dorsale. Cet abord est direct en regard de la diaphyse métatarsienne et remonte presque jusqu'à sa base. On prendra soin de ne pas léser le nerf dorso-médial ni la branche sensitive du nerf plantaire médial.

#### **Bases anatomiques**

La connaissance de l'anatomie nerveuse de cette région est nécessaire pour :

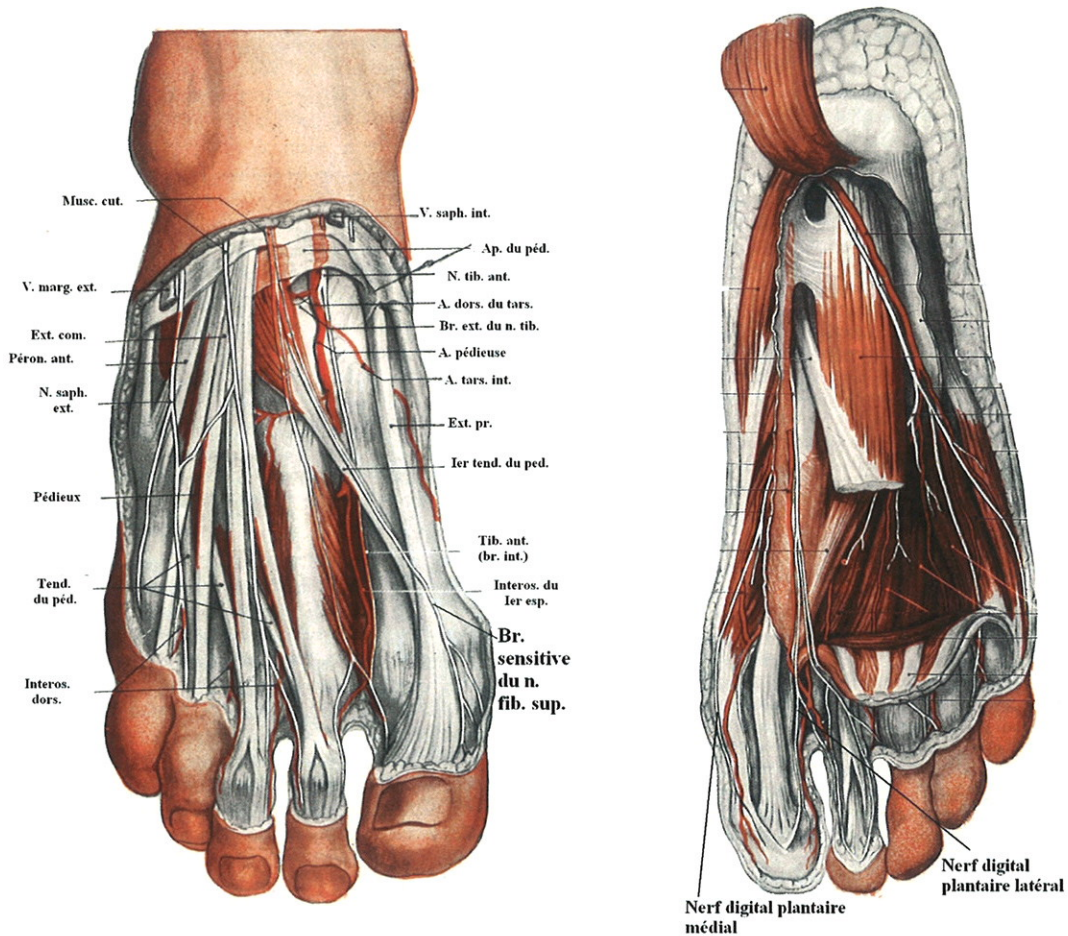
- Ne pas léser les branches sensibles nerveuses.: [29, 33, 45, 46] (Fig. 32)

Sur le bord médial, le nerf **fibulaire superficiel** assure l'innervation sensitive de la face dorso-médial de l'hallux. Dans l'hallux valgus, Il est comprimé par la pronation de la phalange et irrité par la bursite réactionnelle médiale. Il est également exposé lors du traitement chirurgicale car il se retrouve médialisé,



directement en regard de la voie d'abord ce d'autant plus que l'hallux est en pronation.

La **branche sensitive du nerf saphène** complète la sensibilité dorso-médiale des phalanges de l'hallux.



Sur le bord latéral, le **nerf fibulaire profond** innerve l'hémiface dorsale de la première commissure du pied. Il donne également la branche motrice au court extenseur de l'hallux

En plantaire, les **nerfs digitaux plantaires médial et latéral de l'hallux** naissent du nerf plantaire médial. Ils assurent la sensibilité plantaire du bord médial et latéral de l'hallux. Le nerf plantaire médial est parfois lésé lors de la dissection.

➤ Pour respecter la vascularisation :

Elle est terminale et est assurée par un triple apport : [3, 29, 47, 48] (Fig. 32)

○ En dorsal, la première artère métatarsienne dorsale (AMTD1) :

Cette AMTD1 se ramifie progressivement en donnant la vascularisation aux téguments de la face dorsale de l'hallux. Elle assure l'irrigation du segment diaphysaire en contiguïté. Une artère nourricière principale naît de l'AMTD1 et plonge dans le tiers proximal/moyen du métatarsien en plein tissu spongieux. Elle progresse en endoméduillaire d'une part vers la base et d'autre part jusqu'en distalité.

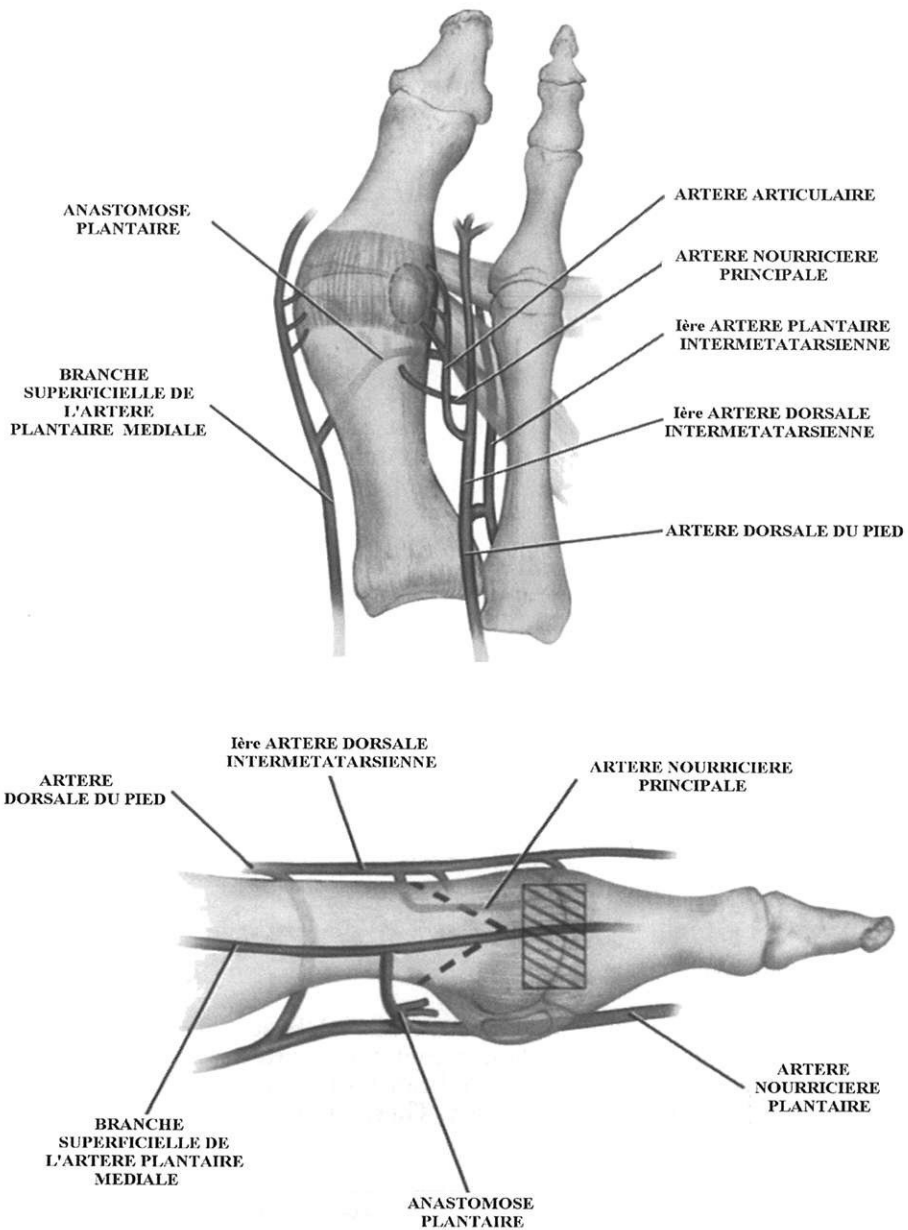
L'AMTD1 donnera un rameau perforant qui contourne le bord proximal du ligament transverse métatarsien profond et s'anastomose au réseau plantaire. Il peut facilement être lésé dans cette technique d'ostéotomie.

○ En plantaire :

- La première artère métatarsienne plantaire fournit une artère articulaire dans sa partie distale. Cette artère articulaire naît constamment sur le versant médial. Cette topographie est à connaître et à respecter lors des gestes d'ostéotomie métatarsienne du premier métatarsien C'est elle qui fournit majoritairement la vascularisation de la région cervicale et céphalique.
- la branche superficielle de l'artère plantaire médiale.

Ces trois artères forment un réseau artériel riche autour de la tête métatarsienne surtout développé en dorso latéral. Le réseau plantaire est prédominant sur le dorsal.





**Figure 32 :**  
**Vascularisation de l'hallux: trois apport artériel. [49]**

La dissection progresse dans le tissu sous cutané et expose la capsule médiale articulaire et le périoste diaphysaire proximement.

Au niveau de la tête, la capsule sera incisée longitudinalement.

- La capsule dorsale céphalique est respectée (apport vasculaire)
- En plantaire, l'abaissement de la capsule découvre la tête métatarsienne. Elle est exposée en conservant l'insertion capsulo-synoviale rétro condylienne (apport vasculaire).

### **Particularité de l'incision pour la technique de scarf :**

L'incision remonte de l'articulation métatarso-phalangienne jusqu'à la base métatarsienne.

L'exposition diaphysaire débute après incision du périoste sur son bord médial.

Le décollement plantaire au ras du métatarse commence à 1cm du condyle médial (préservation de l'apport vasculaire synovial) et s'étend en proximal presque jusqu'à sa base. Il doit être généreux pour visualiser la face plantaire de la diaphyse. On refoule les parties molles et le périoste vers le bas sans risque vasculaire. La visualisation de cette face plantaire du métatarse aidera à orienter la coupe.

### **Particularité de l'incision pour la réalisation du chevron :**

L'incision est plus courte, limitée à la partie distale du métatarse.

En plantaire, on la dégage de façon à obtenir un jour suffisant sur l'articulation M1P1. Un soin particulier doit être porté à la lame porte- vaisseaux rétrocondylienne.

La capsule dorsale est relevée jusqu'au milieu de la face dorsale de la tête afin de libérer la place pour la fixation. L'insertion capsulo-synoviale dorsale doit néanmoins être préservée au maximum. En aucun cas la dissection ne doit être circonférentielle pour préserver la vascularisation de la tête.

## **2. Première étape : l'ostéotomie métatarsienne.**

### **Ostéotomie de scarf [12, 14, 16, 50-59]**

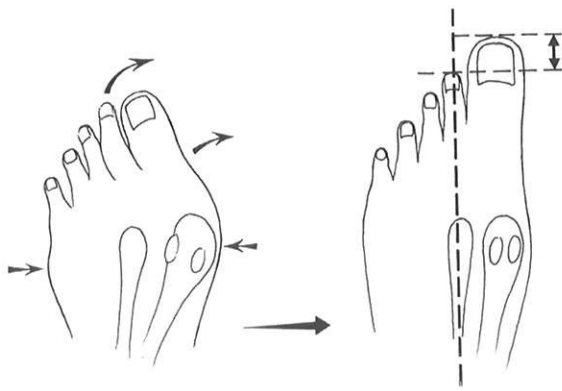
Le scarf est une ostéotomie diaphysaire de M1. Appelé aussi « trait de Jupiter », il s'agit d'une coupe en Z utilisé en charpenterie pour sa stabilité.

Elle autorise, en fonction de la direction des traits, abaissement, raccourcissement, rotation, translation. Ses traits ont deux directions : longitudinale et transversal.

Avant de débiter l'ostéotomie, l'exostosectomie de la tête est réalisée à la scie oscillante à lame fine. Au maximum elle emporte le bord médial de la tête qui dépasse le prolongement du bord médial de sa diaphyse. Il faut être économe et savoir ne pas déborder dans le sillon articulaire.

Une évaluation clinique peropératoire est réalisée à ce moment :

- évaluation réelle de l'orientation de la surface articulaire distale de M1.
- Test de réductibilité (Fig. 33):



**Figure 33 :**  
**Test de réductibilité**

Cette manœuvre permet de connaître l'étendue des rétractions latérales et permet d'apprécier une éventuelle hallomégalie. En fonction, on décidera d'un éventuel raccourcissement de M1. Il ne faut pas transformer une articulation mobile et déformée en une articulation alignée mais raide..

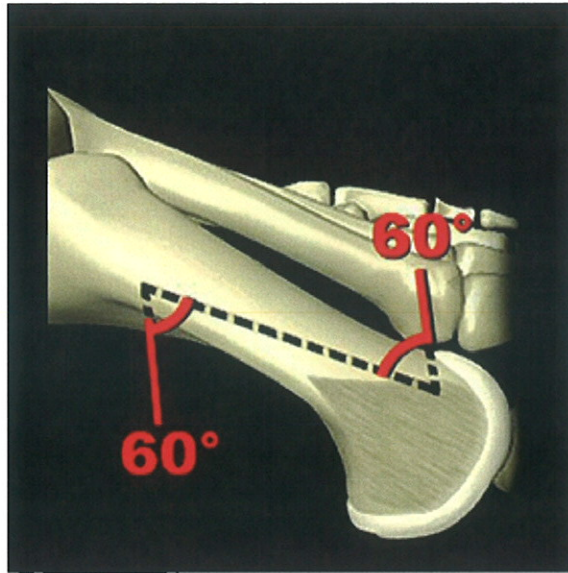
Besse et Valtin [5] proposent même de réaliser un cliché en réduction à l'aide d'une attelle en peropératoire.

Trnka[60] avance le fait de pouvoir mettre l'hallux à 20° de varus en passif, peropératoire pour s'assurer d'avoir une bonne libération latérale.

Puis c'est de le temps du scarf proprement dit. (Fig.34)

Le trait longitudinal : la coupe doit être parallèle à la face plantaire pour préserver le bord latéral de M1 assimilé à une poutre. Celle-ci supporte la plus grande partie des contraintes de M1. [61]

Ce trait doit préserver un minimum d'épaisseur de 3mm au fragment métatarsien dorsal notamment dans sa partie toute distale (3mm). Pour Valtin[5], il faut descendre ce trait le plus proximal possible en laissant une distance minimale de 5mm avec le cartilage céphalique. En effet dans les cas d'ostéoporose importante, le tissu spongieux métaphyso-épiphysaire même raréfié limiterait l'« effet Tuile ».



**Figure 34 :**  
**Orientation des traits transversaux du scarf [53]**

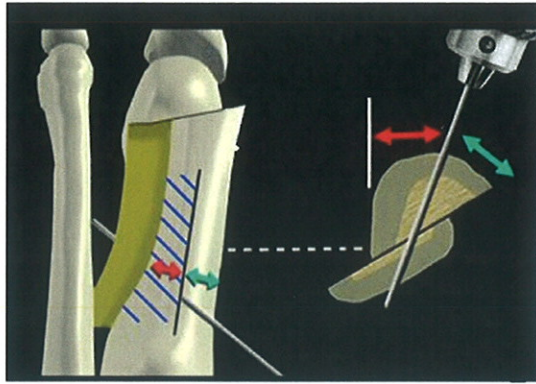
Les traits transversaux font un angle de  $60^\circ$  avec le précédent. Ils sont dirigés légèrement en arrière si possible perpendiculaires à la ligne SM4. Le trait proximal plantaire est toujours plus oblique que le distal dorsal. Ce dernier doit se terminer sur la corticale dorsale en amont de l'insertion capsulo-synoviale.

Des artifices usant de l'orientation des traits et de résection de fragments métatarsiens permettent différents déplacements. On adapte l'ostéotomie pour chaque indication.

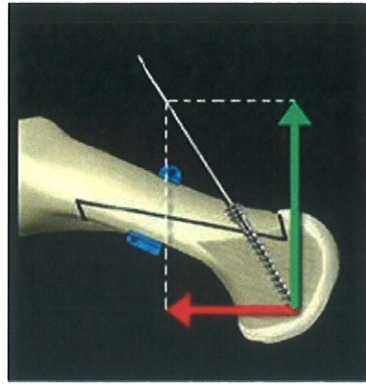
- Rotation : correction du DMAA
- Accourcissement : index plus minus, grande déformation avec luxation de M1P1, HV pré arthrosique
- Abaissement : toujours présent dans le scarf, il peut être majoré pour traiter un syndrome d'hyper mobilité ou un avant pied rond.

La translation des deux fragments permet la correction du métatarsus varus. La fixation stable est obtenue par 2 vis à compression à pas inversé, une proximale, l'autre distale. (Fig. 35, 36, 37)

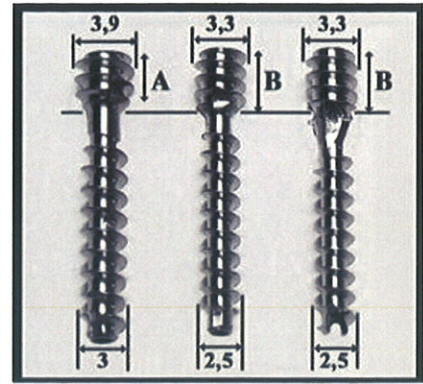




**Figure 35 :**  
Translation et fixation métatarsienne du scarf.  
Orientation de la vis proximale [53]



**Figure 36 :**  
Orientation de la vis distale  
dans la fixation du scarf [53]



**Figure 37 :**  
Vis à compression à double pas.  
[53]

La translation peut être au maximum de 2/3 de la largeur métaphysaire autorisant de grandes corrections.

On termine par l'ostéotomie du coin osseux médial saillant.

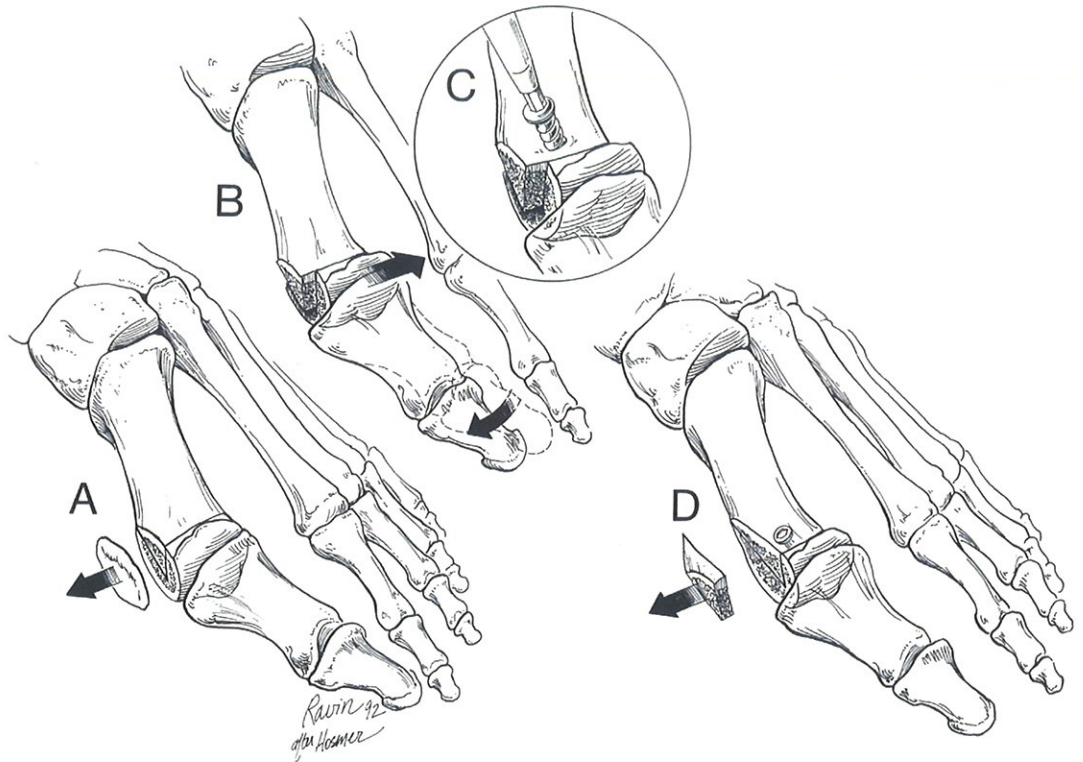
Habituellement, le scarf est réservé aux déformations de sévérité modérée à sévère comprises entre 12° et plus de 16° pour l'angle inter métatarsien et 20° à plus de 40° pour l'angle métatarso-phalangien.[5] L'expérience de nombreuses équipes a montré qu'il est facilement applicable à des déformations majeures.

### **Ostéotomie de chevron**

Cette ostéotomie est pratiquée depuis 1962 par Austin et popularisée par Johnson. Elle est à l'origine une ostéotomie en V métaphyso-épiphysaire. La technique utilisée au CHRU de Limoges est la technique de chevron modifiée Johnson [18]. La technique a été changée pour faciliter la fixation osseuse par une seule vis. Les traits d'ostéotomie ne sont plus en V mais décrivent un L à angle aigu. Cette coupe offre une stabilité supplémentaire. En plus de la tenue primaire de son emboîtement réciproque, elle augmente les surfaces de contact osseuses des 2 fragments. [56, 60, 62-67]

Une fois la tête dégagée, le premier temps est celui de l'exostosectomie médiale économe comme pour le scarf.

La coupe plantaire est réalisée parallèlement à la surface plantaire du pied. Le trait débute à quelques millimètres en amont de la surface articulaire distale à mi-distance entre le bord dorsal et plantaire de la tête. Elle remonte en proximal jusqu'à mourir sur la corticale diaphysaire inférieure.



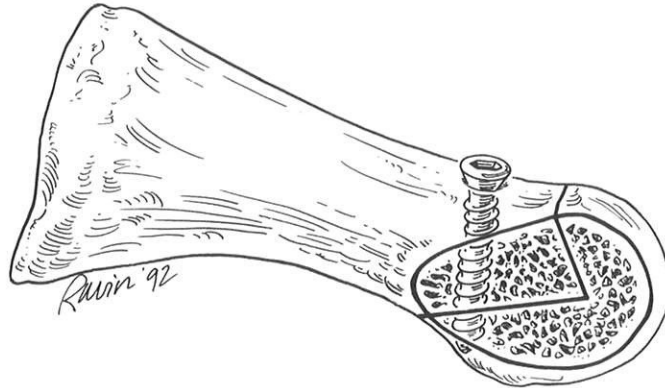
**Figure 38 :**  
**A: Exostosectomie**  
**B: translation latérale et correction du valgus M1P1**  
**C: Fixation**  
**D: Résection du fragment osseux saillant. [18]**

Le deuxième trait du L est réalisé dans la tête avec un angle de 70° avec le précédent. Le bras plantaire plus long de l'ostéotomie lui confère sa stabilité.



**Figure 39 :**  
**Trait en « L » à angle aigu**

La translation peut atteindre 6 à 7mm fonction de la correction à apporter.  
Il ne faut pas trop pousser le fragment supérieur car il risque de basculer par manque de surface d'appui avec le fragment inférieur.  
Il sera fixé après correction du valgus par une vis à compression à pas inversée.  
[64, 68]



**Figure 40 :**  
**Fixation solide du chevron modifié par une vis à compression. [18]**

Elle est introduite 3mm en dehors du bord médial et 3mm au dessus de la coupe dorsale.

Pour finir on réalise une section de la saillie osseuse médiale.



### 3. Deuxième étape commune aux deux interventions :

#### La libération latérale des parties molles.

On réalise un abord cutané dorsal inter métatarsien de la 1ère commissure de 3cm. La dissection jusqu'à l'articulation doit respecter l'artère inter métatarsienne dorsale et la branche terminale du nerf fibulaire profond.

Les fibres du ligament suspenseur des sésamoïdes sont disséquées du plan capsulaire latéral et du ligament métatarso-phalangien. Il est ensuite sectionné complètement en respectant le ligament métatarso-phalangien. Son atteinte est source d'hyper correction et d'instabilité phalangienne. (Fig. 42)

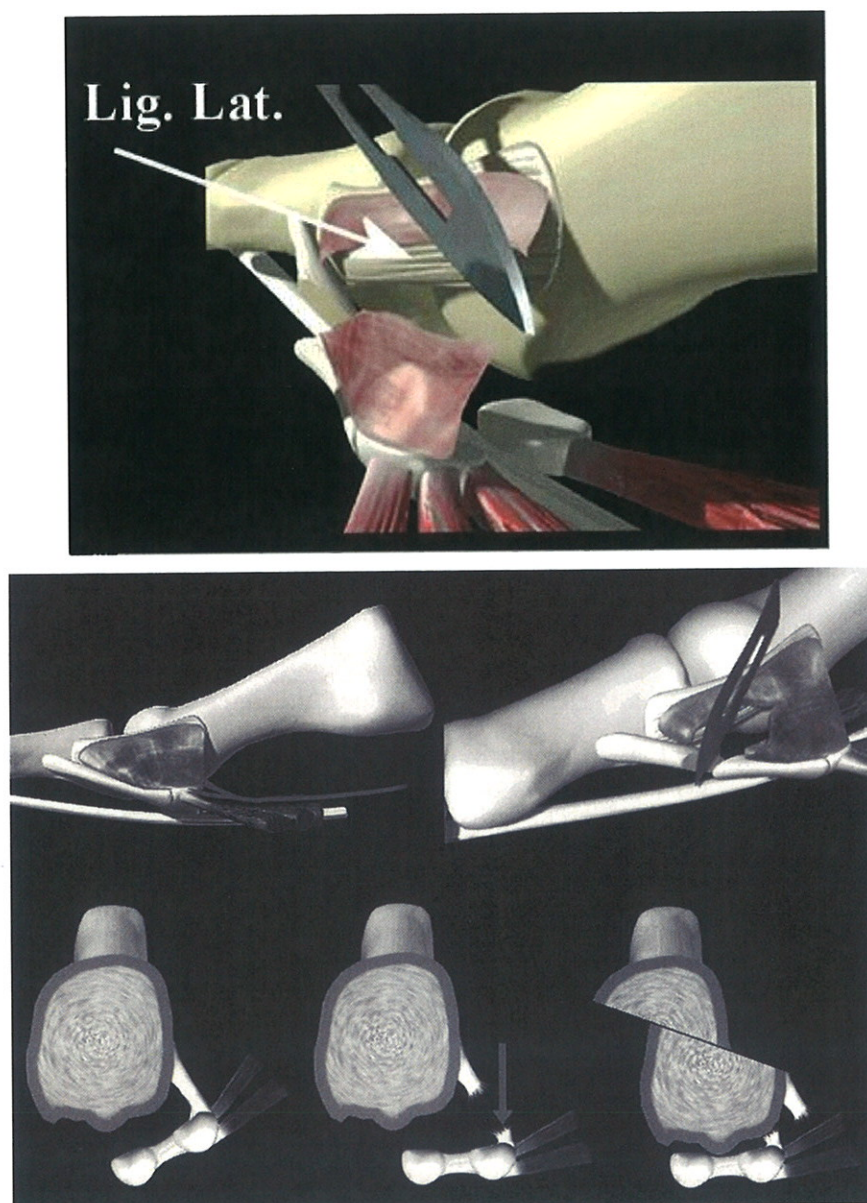
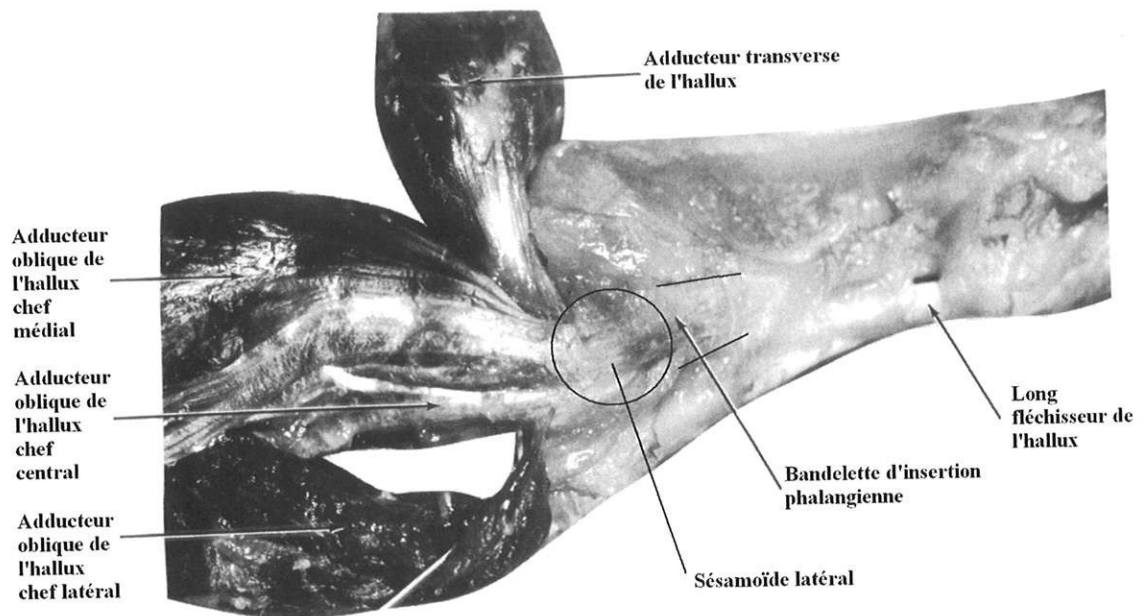


Figure 41 :

La section du ligament suspenseur est complète.( schéma du haut.)  
La section de la bandelette phalangienne doit être économe et complète uniquement dans les cas évolués schémas du haut.[53]



La bandelette d'insertion phalangienne est repérée et sectionnée avec parcimonie au risque de voir se former un hallux varus. C'est une bandelette fibreuse qui prolonge l'insertion sésamoïdienne du muscle adducteur de l'hallux. Elle agit comme un tendon conjoint prolongeant les muscles : adducteur et chef latéral du court fléchisseur de l'hallux. Elle joue le rôle d'un ligament sésamoïdo-phalangien latéral avec une forte propension valgusante. Sa résection soigneuse doit être plus ou moins complète selon l'importance du valgus à corriger.



**Figure 42**  
**Anatomie de la Bandelette d'Insertion Phalangienne [69]**

En effet, sa section totale expose à une instabilité en varus. Il n'existe plus de limite à la déformation en varus phalangien (hormis le ligament métatarso-phalangien latéral, effet passif). Cette bandelette est un garde fou qu'il faut savoir économiser.

Trnka avance le fait de pouvoir mettre l'hallux à 20° de varus en passif, per-opératoire pour s'assurer d'avoir une bonne libération latérale.

La ténotomie de l'adducteur au ras du sésamoïde latéral en est une alternative [70]. Ce geste reste risqué sur le plan vasculaire mais compromet moins la stabilité articulaire. Sa section n'est pas unanime et semble réservée aux grandes déformations qui se réduisent mal.

Dans le cas où les sésamoïdes se situent trop près de M2, le rechaussage de M1 sur la sangle est difficile. On peut alors couper le ligament inter métatarsien transverse profond.[53]

Ce geste de libération peut éventuellement se poursuivre sur le versant dorsal. Le tendon long extenseur est exploré et tenolysé. Ce dernier participe en effet au mécanisme du valgus et on discute son allongement si la libération simple ne suffit pas à le « détendre ».

#### **4. Troisième étape commune aux deux interventions**

##### **Le plan capsulaire médial :**

La retension de la capsule médiale intervient à la fin, après avoir libéré le tendon de l'abducteur qui revient sur la joue médiale de M1. La capsule est constituée de 2 couches, superficielle verticale et profonde longitudinale. C'est cette couche profonde qui se distend par hyperpression de la tête métatarsienne. Elle perd son rôle biomécanique. La résection en quartier d'orange d'une partie de cette capsule supprime cette zone structurellement affaiblie et facilite la suspension du tendon abducteur sur la joue médiale de M1. Ainsi est restituée son rôle d'abduction phalangienne et supprimée sa participation au valgus.

La suture se fait au fils résorbable sans traction sur les parties molles médiales. Ce n'est pas elle qui va compenser une hypo correction. Elle favorisera plutôt la raideur articulaire. Un autre artifice pour régler correctement la tension médiale est de fermer ce plan en flexion dorsale maximale de la M1P1.

La fermeture cutanée est réalisée au fils non résorbable avec ou sans excision de la peau en excès. Cette excision est souvent motivée par la qualité de la peau fragilisée par une bursite sous-jacente.

#### **5. Quatrième étape facultative :**

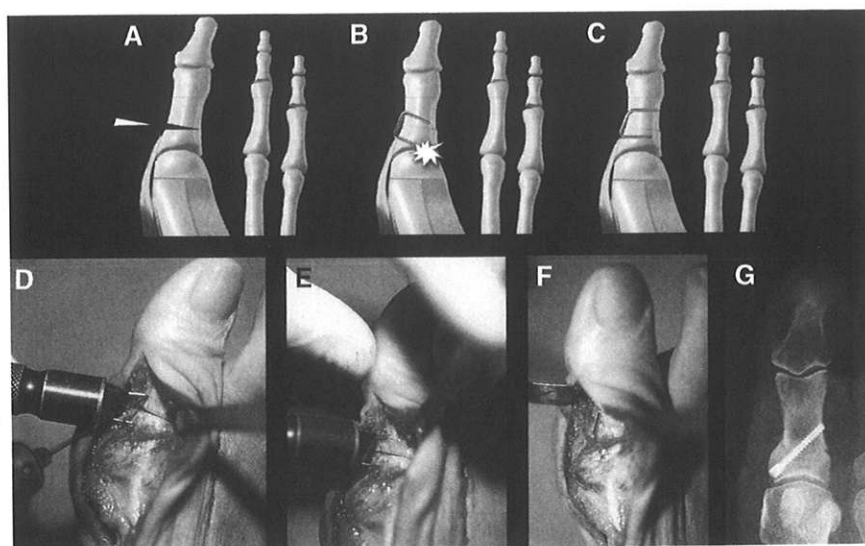
##### **Ostéotomie phalangienne de Akin.[43, 71-74]**

Elle corrige au mieux la crosse phalangienne et traite une hallomégalie.

Elle est soit diaphysaire soit métaphysaire basale à charnière latérale. C'est un geste complémentaire souvent utile pour parfaire la correction.

L'incision cutanée doit être prolongée en distal. L'exposition de la diaphyse permet de réaliser soit une ostéotomie diaphysaire en coin varisante, soit une

ostéotomie transversale simple de dérotation. La fixation se fait par agrafe à mémoire de forme soit par vissage.



**Figure 43:**  
**Ostéotomie de Akin[71]**

#### **Traitement des métatarsalgies par ostéotomies de Weil.[24, 25, 53, 75]**

La voie d'abord est inter métatarsien dorsal en prenant soin de ne pas léser le rameau articulaire de l'artère inter métatarsienne.

Le trait d'ostéotomie est parallèle à la plante du pied de proximal en distal. Elle accourcit le métatarse.

L'adjonction d'une ostéotomie en coin relève la tête en plus de l'accourcissement.

Après la translation, il faut réséquer le fragment antérieur osseux qui fait saillie.

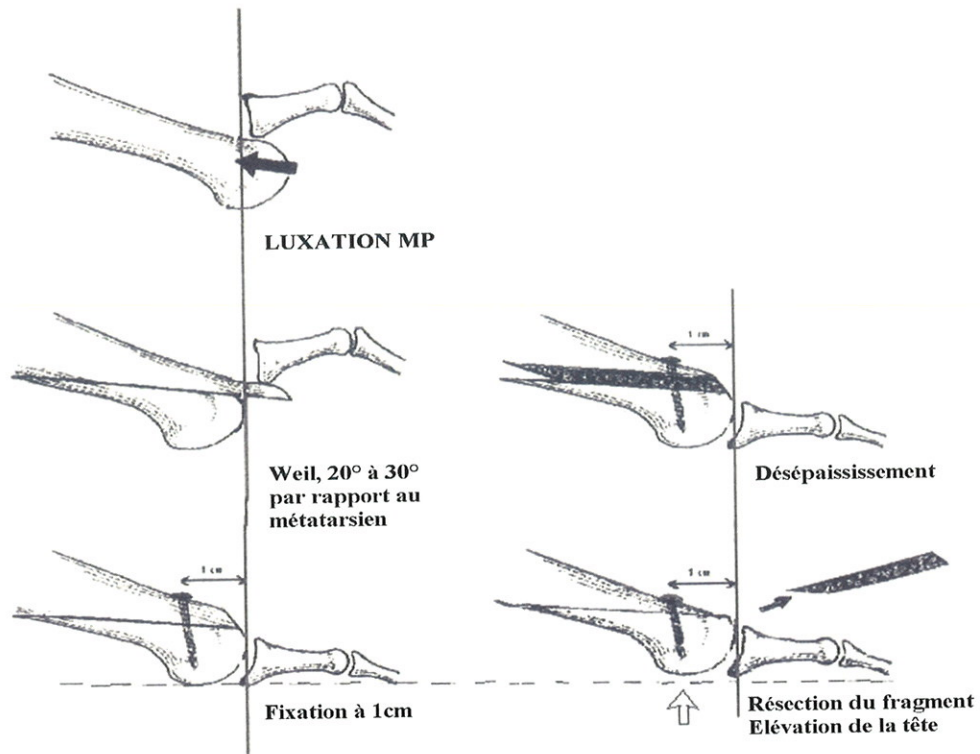


Figure 44:  
Ostéotomie de Weil

## 6. Période post-opératoire.

Des soins sont nécessaires tous les deux jours jusqu'à cicatrisation. Un pansement maintenant l'orteil en léger varus est réalisé. La marche est autorisée au deuxième jour avec le port d'une chaussure de décharge de l'avant pied (type Barouk courte) (Fig. 46). L'appui complet est autorisé à 6 semaines. A 3 mois le patient sera encore revu pour s'assurer d'une bonne récupération de la flexion dorsale : Appui digitigrade indolore normalement. Si cette flexion dorsale est insuffisante, une rééducation peut être prescrite.[76]



Figure 45:  
Chaussure de Barouk et pansement varisant.

# V-Matériel et méthode

## 1. Matériel et méthode

Cette étude rétrospective monocentrique a été réalisée sur 59 patients soit 73 pieds opérés entre 1998 et 2003 dans le service d'Orthopédie du CHRU de Limoges.

Les patients ont été revus entre juin et novembre 2006 pour une évaluation clinique et radiologique.

### Les critères d'inclusion sont :

Tous les patients opérés d'un hallux valgus entre le 01/01/1999 et le 31/12/2003 dans le service d'orthopédie du CHU de Limoges, affiliés à la sécurité sociale, ayant donné un consentement éclairé écrit:

- par méthodes de SCARF et /ou de Johnson (chevron)
- par des opérateurs expérimentés séniors (PU-PH) du service (auteurs)

### Les critères d'exclusion sont :

- les patients porteurs d'une maladie inflammatoire
- ceux ayant bénéficié d'une chirurgie autre de l'avant pied.

L'étude est réalisée après obtention de l'agrément du **Comité Consultatif de Protection des Personnes dans la Recherche Biomédicale du Limousin (Avis n° 06.041 du 18/02/06)**

L'analyse de la comparabilité préopératoire est satisfaisante ne faisant pas ressortir de différence significative entre les deux populations analysées en terme d'âge ( $p > 0.26$ ), de recul post-opératoire, du nombre de patient dans chaque branche ni dans la répartition des déformations ( $p > 0.37$  pour M1P1 et  $p > 0.25$  pour M1M2). Ces deux échantillons sont donc comparables.

## **Le recueil des données cliniques**

### **Le score AOFAS.**

Les patients viennent consulter pour une déformation inesthétique, des douleurs, ou une difficulté au chaussage. Ces plaintes doivent être évaluées pour permettre une surveillance dans le temps de leur gêne et du résultat de la chirurgie. Son recueil se fait sur une grille fonctionnelle standardisée.

Nous avons utilisé le score fonctionnel de l'American Orthopedic Foot and Ankle Surgery (AOFAS) établi par Kitaoka.[77]

Cette grille détermine un score fonctionnel subjectif

La grille est notée sur 100, le score calculé à partir des différents items permet de classer les résultats en :

- Excellent, pour un score supérieur ou égal à 93
- Bon pour un score compris entre 83 et 92
- Moyen s'il se situe entre 66 et 82
- Mauvais si inférieur à 66

**Score AOFAS de l'hallux valgus**  
**(100 points au total)**

**Douleur (40 points)**

- Aucune 40
- Légère, occasionnelle 30
- Modérée, quotidienne 20
- Sévère, presque toujours présente 0

**Fonction (45 points)**

Limitation d'activité :

- Aucune 10
- Pas de limitation des activités quotidiennes, limitation des activités de loisir 7
- Activités quotidiennes et de loisir limitées 4
- Limitation sévère de toutes les activités 0

**Conditions de chaussage**

Chaussure conventionnelle d'usage courant

- Sans nécessité de semelle spéciale 10
- Chaussure dite « de confort » ou semelle additionnelle 5
- Chaussures adaptées ou orthopédique 0

**Mobilité articulaire de la MTP (dorsiflexion+flexion plantaire)**

- Normale ou légère restriction (75° ou plus) 10
- Restriction modérée (30°-74°) 5
- Sévère restriction 0

**Mobilité articulaire de l'inter phalangienne (IP)**

- Pas de limitation 5
- Limitation sévère (moins de 10°) 0

**Stabilité de la MTP et IP (toutes directions)**

- Stable 5
- Instable ou luxée 0

**Exostose médiale**

- Absence ou asymptomatique 5
- Symptomatique 0

**Alignement (15 points)**

- Bon, hallux bien aligné 15
- Assez bon, quelques degrés de déformation sans symptômes 8
- Mauvais, manifeste déformation symptomatique 0

TOTAL



### Le formulaire clinique Footlog® :

Il couvre l'ensemble de l'examen clinique que nous avons réalisé lors de la revue des patients. Il est intégré dans le logiciel Footlog® de mesures numériques. Par ce moyen, les données cliniques sont consignées automatiquement dans un tableur Excel.

**Renseignements cliniques**

Examineur

Fiche d'identité

Nom  Sexe  F  H Taille  Pointure

Prénom  Age  Poids  Pied  D  G

Catégories

Pieds Normaux  Pied Diabétique

H Valgus  Pied Neurologique

H Rigidus  Arthrodèse

Métatarsalgies

Radiographies

Date

Pré opératoire

Post opératoire

Suivi

Données examen clinique

Axe arrière Pied  Normal  Varus  Valgus  Neutre

Examen Podoscopique

Formule digitale  Egyptien  Carré  Grec

Angle du pas (°)

Commande

Fin

RX face

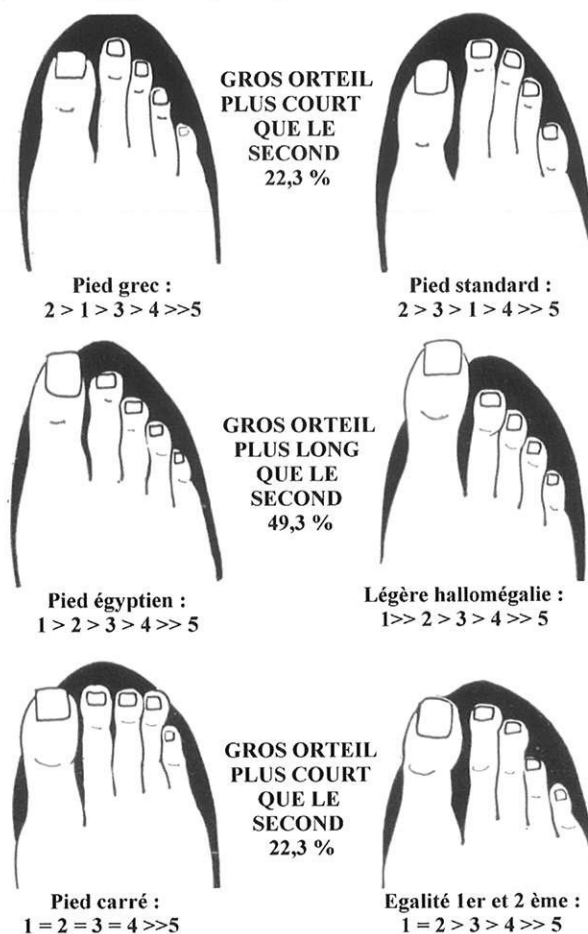
morphotype avant pied

Sont donc répertoriées par ce moyen lors de l'examen :

- L'identité du patient et des informations comme le poids, l'âge.
- Nom de l'examineur
- La date de la revue
- La formule digitale : Selon les 3 canons :
  - pied égyptien,
  - pied grec
  - pied carré.



C'est la longueur de l'hallux par rapport au 2ème métatarsien qui va déterminer ce critère, plus long il est égyptien, plus petit grec, de longueur égale carré.



**Figure 46 :**  
**Les différents canons métatarsiens.[2]**

➤ L'axe de l'arrière pied :

Il présente un valgus physiologique lié à la bâionnette que forme l'axe du calcanéum et l'axe jambier. On parle de valgus de l'arrière pied si le calcanéum se couche en dedans à plus de 10°. Il est varus pour une déformation inverse de plus de 5°.

Son évaluation simple recherche l'écart inter malléolaires (varus de l'arrière pied) ou inter talonnier (valgus de l'arrière pied) lorsque les pieds sont joints.

➤ La catégorie des pieds :

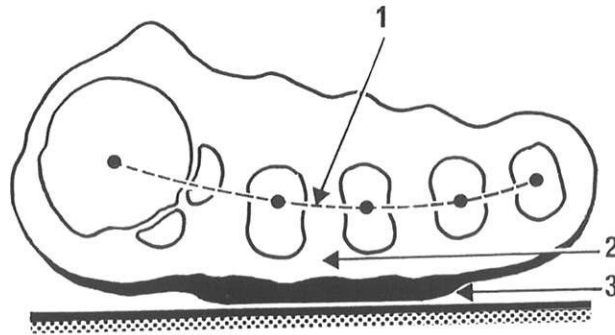
Normaux, diabétiques, présence de métatarsalgies, pied neurologique, hallux valgus ou rigidus.

Nous avons complété ce recueil Footlog® en précisant lors de la revue :

- La taille de la cicatrice et son aspect (propre , inflammatoire, chéloïde)
- La recherche d'un trouble de l'appui des métatarsiens en charge.

Six situations peuvent être retrouvées et notées :

- Normal
- Syndrome du deuxième rayon : Il traduit un syndrome d'insuffisance du 1er rayon. Sa principale cause est l'hallux valgus. ).Il correspond à une métatarsalgie de transfert.  
Il évolue en trois stades :
  - Stade 1 : synovite pure
  - Stade 2 : subluxation métatarso-phalangienne du 2<sup>ème</sup> rayon (rupture plaque palmaire)
  - Stade 3 : luxation métatarso-phalangienne (rupture plaque palmaire et ligaments latéraux).
- Métatarsalgies fonctionnelles : elles surviennent à l'effort. Un hyper appui pathologique se dépiste par la recherche d'une hyper kératose ou une diminution du coussin adipeux sous capital. Puis elles évoluent en 3 stades comme pour le syndrome du deuxième rayon
- Métatarsalgies organiques : secondaire à un vice architectural comme une anomalie de longueur ou de hauteur des métatarsiens latéraux, ou un avant pied rond
- L'avant pied rond ou avant pied plat:  
C'est un vice architectural favorisé par une insuffisance du 1er rayon (hallux valgus, pied archaïque) et/ ou une hyper laxité acquise (obésité, ménopause, grossesse, troubles endocriniens) ou constitutionnelle.  
Il réalise un hyper appui des têtes du deuxième, troisième et parfois quatrième métatarsiens. Il se traduit par l'apparition d'une hyperkératose plantaire. Les têtes du 1er et 5ème métatarsiens se relèvent et perdent leur appui.(Fig. 47)



**Figure 47 :**  
**Pied rond antérieur.**  
 1) Relèvement des têtes métatarsiennes latérales  
 2) Hyper appui M2M3  
 3) Durillons plantaires

○ L'avant pied triangulaire :

Sa définition associe une angulation forte entre le 1er et 5ème métatarsien. Le 1<sup>er</sup> rayon se met en hallux valgus et le 5<sup>ème</sup> en quintus varus. Associés à une déformation en griffe des orteils moyens, ils donnent à l'avant pied sa forme de triangle. Classiquement on retrouve une exostose de la tête de 5ème métatarsien. Elle entre en conflit avec la chaussure qui devient trop étroite. Des ulcérations et des bursites peuvent apparaître et devenir gênantes. L'arche antérieure est plate voire convexe. C'est une évolution du pied rond antérieur. (Fig. 48)



**Figure 48 :**  
**Empreinte d'un avant pied triangulaire**

- Le métatarsus adductus :

Il correspond à une déviation de l'ensemble de la palette métatarsienne en adduction. Elle induit une erreur dans la mesure de l'angle radiologique inter métatarsien M1M2 et sous estime la correction à apporter.

- La présence de griffe d'orteil :

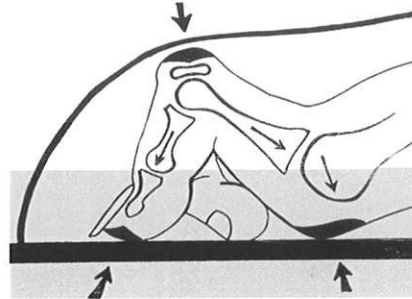


Figure 49 :

**Griffe proximale.** c'est la griffe la plus courante. Elle survient surtout par conflit avec la chaussure. Elle est responsable d'un abaissement de la tête métatarsienne. Elle le surcharge et évolue vers des métatarsalgies fonctionnelles. [2]



Figure 50 :

A gauche, Griffe distale, à droite griffe totale. [2]

Il faudra toujours s'attacher à rechercher la réductibilité inter phalangienne (IP) et métatarso-phalangienne de la griffe.

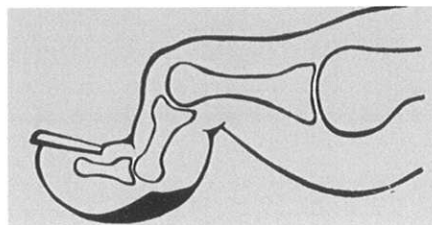


Figure 51 :

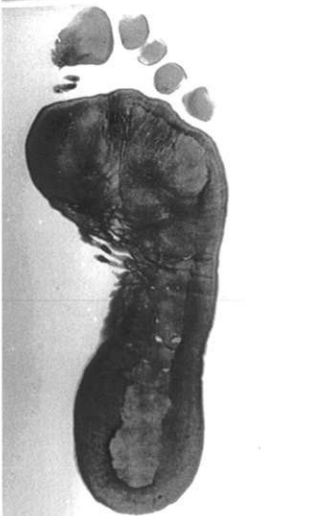



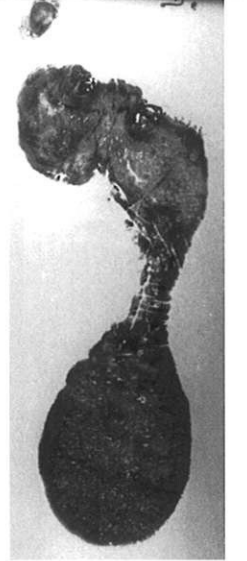
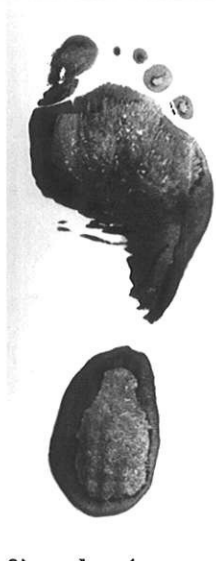
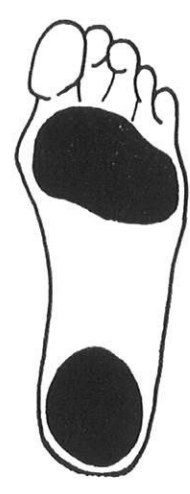
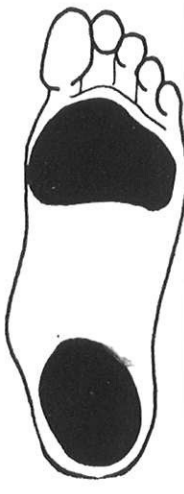
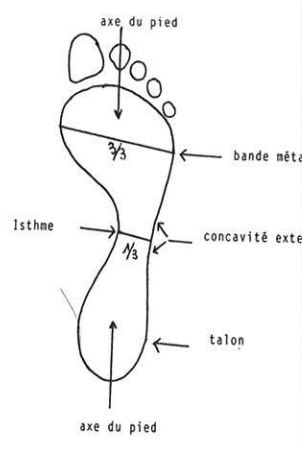
Griffe Totale inversée( Lelièvre, 1967)

- L'évaluation des complications : [45, 78]

### L'examen podoscopique

Il est réalisé à la fin de l'examen clinique.

Le podoscope est indispensable pour déterminer l'aspect de la voûte plantaire et son type (normal, cavus, creux, plat) et rechercher des points d'hyper appui.

<p>Pied plat</p>	 <p>1er degré</p>	 <p>2ème degré</p>	 <p>3ème degré</p>	<p>Différentes empreintes de pieds telles qu'elles sont vues au podoscope lors de l'examen clinique..</p>	
<p>Pied creux</p>	 <p>pré cavus</p>	 <p>1er degré</p>	 <p>2ème degré</p>	 <p>3ème degré</p>	 <p>3ème degré + saillie interne</p>
<p>Normal</p>	 <p>axe du pied bande méta Isthme concavité exte talon axe du pied</p>	<p>L'empreinte du bord latéral doit mesurer 1/3 du talon antérieur pour un pied normal, avec un appui de toutes les têtes métatarsiennes et des orteils</p>			

## **Le recueil des données radiologique**

### **Bilan radiographique**

Il comprenait au moins deux clichés :

- Cliché dorso-plantaire bilatéral de face en charge:

Il doit respecter un ensemble de critères pour être le plus reproductible possible. Il est réalisé en charge si possible en schuss pour mettre l'avant pied en appui. Le rayon incident est incliné par rapport à l'horizontal de 15° à 20°. La distance source plaque est de 1 mètre.

- Cliché de profil en charge du pied :

Toujours réalisé en schuss, il doit se faire en charge.

D'autres clichés sont décrits. Leur usage n'est pas systématique en pratique quotidienne. Nous ne les avons pas intégrés dans le bilan radiographique standard..

- Incidence de la cheville de face : Elle permet le calcul de l'axe de l'arrière pied (Technique de Méary avec cerclage ou technique de Djian)
- Incidence de Güntz modifiée Bernard et Mortier : Les sésamoïdes sont bien explorés ainsi que la crista. L'évaluation de la pronation de M1 est réalisable mais peu fiable compte tenu de la difficulté d'obtenir de bon clichés reproductibles.
- L'incidence de  $\frac{3}{4}$  du pied : elle dégage les métatarsiens et leurs têtes, dépitant au mieux les différents stades de l'atteinte des articulations métatarso-phalangiennes.

### **Analyse des radiographies.**

Les clichés préopératoires sont numérisés au service de Radiologie du CHRU de Limoges.

Les mesures informatisées sont faites grâce au **logiciel Footlog®**(voir **plaquette du logiciel page suivante**). Ce logiciel permet la mesure de nombreux paramètres du pied. Il facilite la planification préopératoire et la tenue d'un fichier informatisé sur l'hallux valgus ; il a été la **base de l'étude radiologique** des patients revus.

Il utilise comme référentiel pour la mesure angulaire du pied soit la méthode de Mitchell (milieu des surfaces articulaires proximales et distales de M1 appelé angle mécanique) soit la méthode médio diaphysaire de Venning (l'axe est tracé en prenant la médiane de 2 points proximaux et distaux réalisant deux droites perpendiculaires à la diaphyse).

Dans notre étude nous utiliserons la méthode de Mitchell qui nous paraît plus fiable. Elle permet de prendre en compte les modifications d'axes après ostéotomie distale. Elle limite les erreurs de repérage des points diaphysaire lorsqu'il existe un cal volumineux diaphysaire

Les mesures réalisées sur le cliché de face par ce logiciel que nous utiliserons sont:

➤ L'angle d'hallux valgus ou angle M1P1. (Fig. 52)

Sa normale varie entre 8° et 16°. Son augmentation définit l'hallux valgus.

➤ Le métatarsus varus ou angle M1M2. (Fig. 53)

Cet angle représente l'angle divergent séparant M1 et M2. Sa normale est de 5° à 10°. Il est constamment augmenté dans l'hallux valgus à l'exception de ceux survenant sur métatarsus adductus. La palette métatarsienne étant décalée en dedans cette mesure est faussée : des méthodes de calcul existent pour compenser ce trouble et évaluer le « vrai » angle M1M2. (Fig. 54)



# FootLog

version Septembre 2001



Logiciel de mesure sur radiographies de face et de profil du pied

Tous les pieds seront analysés en pied droit selon la disposition ci contre

Mesures sur radiographies numérisées

Quitter PiedLog

**gbc**

Groupe de Biomécanique Clinique  
(1)

Eric BERTHONNAUD, PhD (1)  
Jean Luc BESSE, MD, PhD (1,2)  
Joannès DIMNET, PhD (1)

**HCL** Lyon Sud  
Chirurgie Orthopédique (2)

distribué par la société EOS Medica



## les indications et les évaluations de la chirurgie du pied.

De nombreux paramètres angulaires ou de longueurs ont été proposés dans la littérature. Cependant la reproductibilité intra et inter- observateur des mesures manuelles engendrerait des erreurs de 6% à 20% (4° à 6° et 1 à 2 mm selon Resch - *Foot Ankle* 1995). De plus les repères pour tracer les axes, en particulier de M1 et M2, sont souvent non précisés dans les travaux cliniques (Schneider - *Foot Ankle* 1998). **Afin d'améliorer la reproductibilité, le logiciel FootLog® permettant une mesure semi-automatisée des radiographies du pied a été développé<sup>(1,2,3,4)</sup> par le Groupe de Biomécanique Clinique (E. Berthonnaud - J.L. Besse - J. Dimnet) au Centre Hospitalier Lyon-Sud - Service de Chirurgie Orthopédique (Pr Moyen).**

La première étape consiste à scanner et à numériser les radiographies à étudier. L'examineur sélectionne ensuite sur les clichés numérisés des points prédéterminés et valide des axes : soit 29 points et 8 axes sur le cliché de face, 22 points et 6 axes sur le profil ; il termine en remplissant pour chaque patient une brève fiche de renseignements (âge, sexe, pathologie, morphologie du pied ...).

C'est le Logiciel qui calcule instantanément toutes les valeurs : soit 32 paramètres possibles sur le cliché de face, et 21 paramètres sur le cliché de profil. L'ensemble des données peut être sauvegardé dans un fichier Excel. Le traitement statistique de la population enregistrée est donc simple et utilise les outils standards du tableur Excel (calculs, tableaux, graphiques ...).





**Figure 52 :**  
Angle M1P1



**Figure 53 :**  
Angle M1M2 normal jusqu'à 10°



**Figure 54 :**  
Pied en Z: Métatarsus adductus majeur à 24°  
La mesure du « vrai » M1M2 se fait ainsi :  
Vrai M1M2 = (M1M2 mesuré + angle du métatarsus adductus) - 15°  
Ici l'angle mesuré est de 6°, le vrai angle M1M2 est de 15°  
[83]

➤ L'angle inter phalangien (P1P2) (Fig. 56)

Il évalue la crosse latérale de l'hallux. Sa mesure peut être faussée par une pronation excessive de l'orteil qui transforme la radiographie de face en  $\frac{3}{4}$ . Il oscille normalement entre  $0^\circ$  et  $10^\circ$ . On mesure l'angle formé par les axes diaphysaires de P1 et P2 .

➤ La congruence articulaire M1P1 (cong M1P1) (Fig. 57)

La congruence de la surface articulaire distale de M1 avec la base phalangienne P1 forme normalement un angle de  $0^\circ$  à  $10^\circ$ . Son intégrité est en faveur d'une conservation du stock cartilagineux articulaire.

➤ L'orientation de la surface articulaire distale de M1 (Distal Metatarsal Articular Angle=DMAA) par rapport à l'axe du premier métatarsien. (Fig. 58)

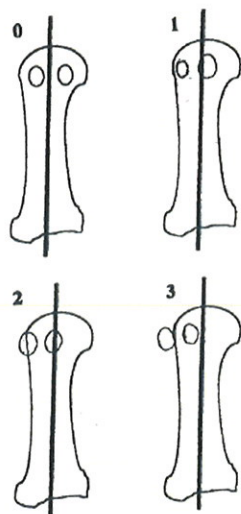
Sa valeur physiologique varie entre  $3^\circ$  et  $6^\circ$ .

Sa mesure est très dépendante de la radiographie. Ceci est lié à la pronation de la première colonne qui modifie la projection de cette surface articulaire sur la plaque.

On le mesure en repérant l'orientation de la surface articulaire distale (entre point latéral et médial du cartilage de la tête de M1) par rapport à l'axe mécanique de M1 .

➤ Le grading sésamoïdien : (Fig. 55, 59)

La position du sésamoïde médial est corrélée à l'érosion articulaire de la face inférieure de la glénoïde métatarsienne et à l'effacement de la crista. Le degré de luxation appelé grading se voit sur le cliché de face après représentation de l'axe mécanique du métatarsien. Il comprend 4 stades fonction du positionnement du sésamoïde médial selon la classification de l'AOFAS.



**Figure 55 :**  
**Grading sésamoïdien [84]**

Grade 0 : pas de luxation

Grade 1 : croisement de moins de 50% de l'axe de M1 par le sésamoïde médial

Grade 2 : croisement à plus de 50%

Grade 3 : absence de croisement du sésamoïde médial avec l'axe de M1



**Figure 56 :**  
**Mesure du valgus P1P2**



**Figure 57 :**  
**Mesure de la congruence articulaire M1P1**



**Figure 58 :**  
**Mesure du DMAA**



**Figure 59 :**  
**Evaluation du grading sésamoïdien**

➤ L'angle cunéo-métatarsien de la première colonne (C1M1)

Il est très dépendant de l'incidence du rayon. Son obliquité n'est pas responsable de l'hallux valgus. Elle se voit dans les métatarsus primus varus et parfois dans les hallux valgus de l'adolescence. Myerson [37] a décrit une association hypermobilité C1M1, hallux valgus, et métatarsus primus varus. Sa pente normale n'excède pas 15°.



➤ La parabole métatarsienne radiologique :

On appréhende l'harmonie du clavier métatarsien selon les critères de Maestro (calcul de la raison de la décroissance progressive des métatarsiens). On identifie le morphotype du pied (position du centre de M4 par rapport à SM4).



**Figure 60 :**  
**Pied normal avec progression géométrique de raison 2 et SM4 passant par le 1/3 sup de la tête de M4**

Les mesures réalisées sur le cliché de profil par le logiciel Footlog® comprenaient :

➤ La pente du premier métatarsien :

Le premier métatarsien est toujours le plus oblique dans un pied normal. Cet examen est intéressant pour démasquer un trouble d'appui des têtes métatarsiennes notamment un syndrome du 2ème rayon ou un métatarsus élevé,

➤ L'angle de Djian et de Méary :

L'angle de Djian formé par la pente du calcaneum et l'axe mécanique de M1 normalement à 120°-125°, signe un pied creux s'il est inférieur à 120° et un pied plat pour une mesure supérieure à 125°.

L'alignement de la ligne de Méary contrôle l'état de l'arche médiale ; Il fournit une appréciation qualitative du pied plat ( $>180^\circ$ ) et creux ( $<180^\circ$ ). Elle correspond l'angle de l'axe du talus avec l'axe de M1.

D'autres critères sont évalués par mesures manuelles :

➤ L'aspect de la tête métatarsienne :

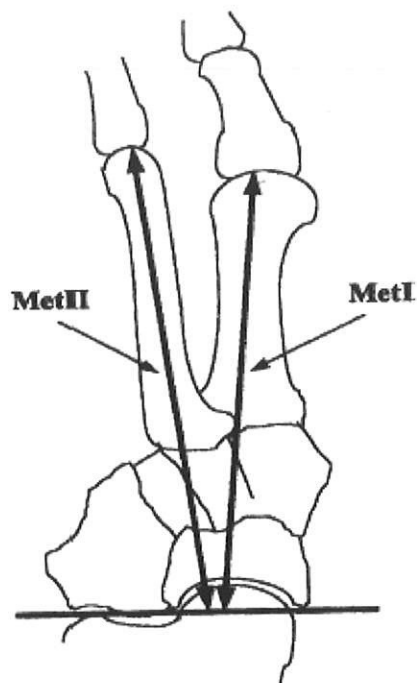
L'importance des remaniements arthrosiques est évaluée selon la classification de Regnauld [85]:

Classification de Regnauld	
Articulation normale	
1er degré	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Condensation osseuse sous chondrale périphérique</li> <li>➤ Petit pincement articulaire</li> <li>➤ Diminution de la convexité de la tête métatarsienne avec image en miroir</li> <li>➤ Régularité des sésamoïdes malgré un léger épaissement par rapport à la normale</li> </ul>
2ème degré	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Condensation sous chondrale sur l'ensemble de l'articulation.</li> <li>➤ Pincement général de l'interligne articulaire</li> <li>➤ Hypertrophie osseuse péri articulaire (bunion médial)</li> <li>➤ Hypertrophie irrégulière des sésamoïdes</li> </ul>
3ème degré	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Disparition complète de l'interligne articulaire</li> <li>➤ Hypertrophie de l'ensemble des éléments osseux (métatarse, phalange et sésamoïdes) avec ostéophytose.</li> </ul>

➤ La longueur de M1

- L'index de Viladot caractérise cette longueur :
  - Si M1 est supérieur à M2 on parle d'Index Plus
  - M1 égale M2 : Plus –Minus
  - M1 est inférieur à M2 : Minus.

- Plus que la longueur, c'est au rapport de longueur que l'on appréciera un raccourcissement éliminant toute source d'erreur liée à la technique radiologique.



Cette méthode permet de comparer deux rapports.

Le pourcentage de raccourcissement est égal à :  
$$\frac{I/II \text{ préopératoire}}{I/II \text{ en post-opératoire}} \times 100$$

**Figure 61-Méthode de Hardy et Clapham**  
Evaluation du pourcentage de raccourcissement

## 2. Méthodes statistiques

Toutes les mesures précitées sont stockées dans un dossier Excel. L'analyse statistique a été réalisée sous la responsabilité de L'Unité Fonctionnelle de Recherche Clinique et de Biostatistique, Service d'Information Médicale et d'Evaluation du CHU de Limoges.

Les résultats des variables quantitatives sont présentés sous la forme médiane en précisant l'étendue des valeurs possibles (Valeurs minimales et maximales) et ceux des variables qualitatives exprimés en pourcentages. Les comparaisons de variables qualitatives entre deux groupes de sujets (pré et postopératoire, Scarf ou Chevron, Réalisation d'un AKIN, etc....) ont été réalisées par des tests du Chi<sup>2</sup> ou des tests exacts de Fisher en fonction des effectifs théoriques et les comparaisons de distributions des variables quantitatives ont été réalisées par des tests de Student (test paramétrique) ou par des tests de Mann-Whitney (test non paramétrique choisi du fait du faible effectif dans certains sous-groupes).

Une analyse multivariée a été réalisée par régression logistique pas à pas descendante (variable dépendante étudiée qualitatives dichotomiques : score AOFAS supérieur ou pas à 83), après une sélection des variables éligibles par analyse bivariée (seuil de significativité fixé à 25%).

Une analyse stratifiée uniquement sur les scores AOFAS supérieur à 83 a également été réalisée. Le seuil de significativité choisi pour l'ensemble des analyses statistiques est de 0,05. Le logiciel Statview 5.0 (SAS Institute, Cary, USA) a été utilisé pour l'ensemble de ces analyses.

## VI- Résultats

L'étude comprend 59 patients opérés entre 1999 et 2003. Plusieurs d'entre eux ont eu une chirurgie bilatérale. Au total, l'étude porte sur 73 pieds. Nous avons 18 perdus de vue.

La répartition montre une majorité de femmes (71 femmes 2 hommes), soit 97%.

La latéralisation est équivalente. L'âge moyen au moment de la chirurgie est de 59 ans (29 à 82 ans). Il n'existe pas de différence significative entre l'âge des patients ayant bénéficié d'une procédure de scarf et de chevron.

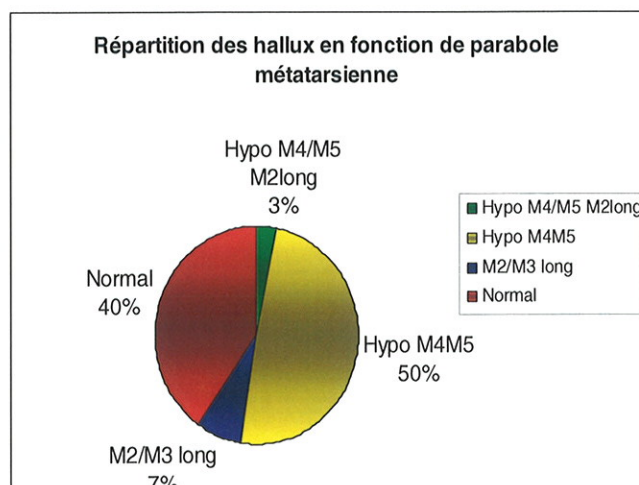
Quatorze ont eu une chirurgie bilatérale. Dix-sept patients sont perdus de vue soit 18% de l'effectif. Sur ces patients, 9 ont eu un chevron et 8 un scarf.

Notre objectif principal est de réaliser une étude analytique descriptive des deux techniques chirurgicales avec un long recul (5 ans de suivi en moyenne) et de les comparer entre elles.

La répartition montre une majorité de femmes (71 femmes 2 hommes), soit 97%.

La latéralisation est équivalente. L'âge moyen au moment de la chirurgie est de 59 ans (29 à 82 ans). Il n'existe pas de différence significative entre l'âge des patients ayant bénéficié d'une technique de scarf et de chevron.

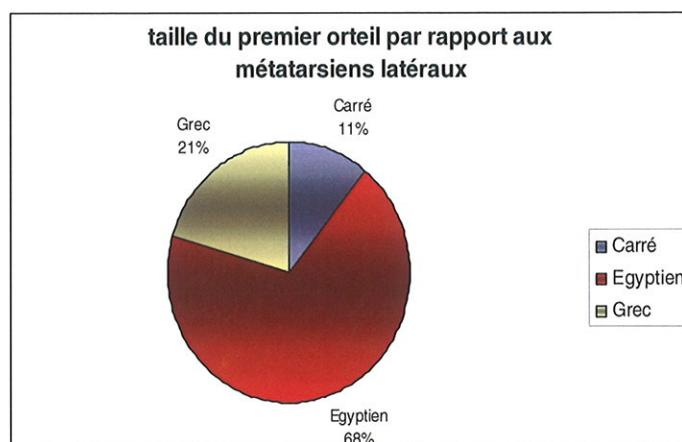
Les morphotypes de pieds rencontrés dans cette pathologie montrent une prédominance de pieds « normaux » (55%) et « hypo M4M5 » (36%). Le profil M2M3 long est plus rare (9%).





En utilisant l'index de Viladot sur la hauteur de M1 par rapport à M2, on retrouve 84% de pieds « Minus », 1 pied « Plus » soit 1% et 11 pieds « Plus/Minus » soit 15%.

La prépondérance des pieds égyptiens est confirmée avec 68% de cas contre 21% pour le grec et 11% pour le pied carré. Ces résultats corroborent la notion de la participation de l'hallomégalie dans la genèse de l'hallux valgus.

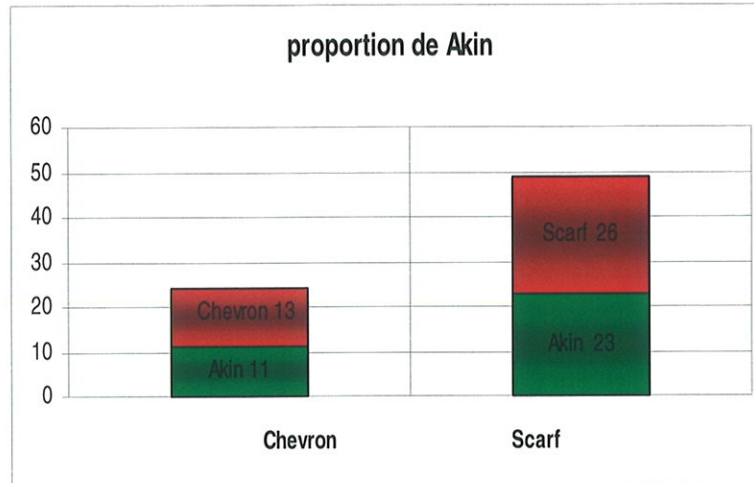


Tous les patients ont été revus par le même investigateur. Le recul moyen est de 5 ans. Notre étude inclut 24 chevrons réalisés par le même opérateur(33%)et 49 scarfs (67%) réalisés par 2 opérateurs.

En raison des données manquantes préopératoires, nous n'avons réalisé une évaluation radiologique des clichés que sur 57 dossiers préopératoires

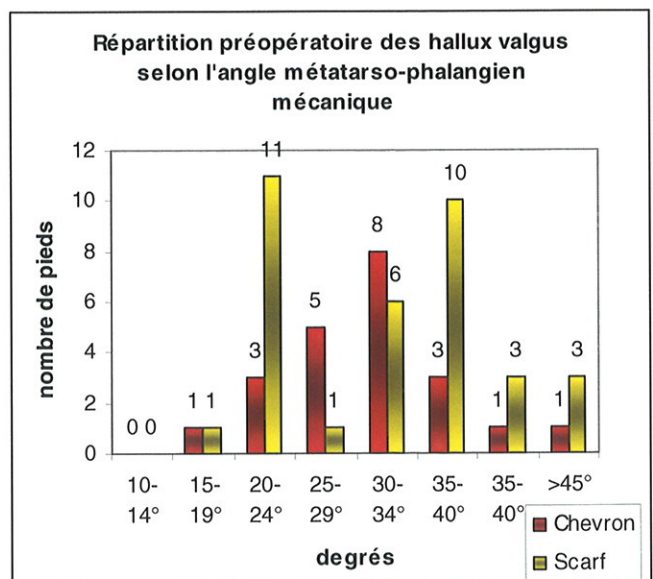
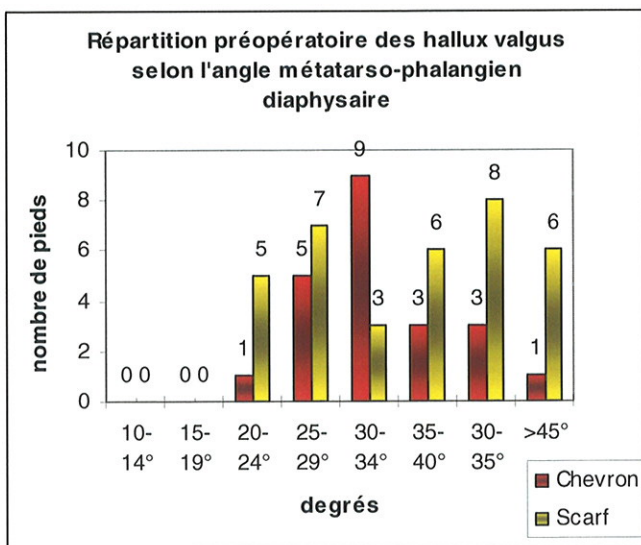
Des gestes associés ont été réalisés pour traiter l'avant pied dans son ensemble: 7 ostéotomies proximales de la première phalange du 2<sup>ème</sup> orteil pour des griffes d'orteil ; 16 ostéotomies distales (15 techniques de Weil et 1 Helal) et deux résection de la tête de M2 pour métatarsalgies.

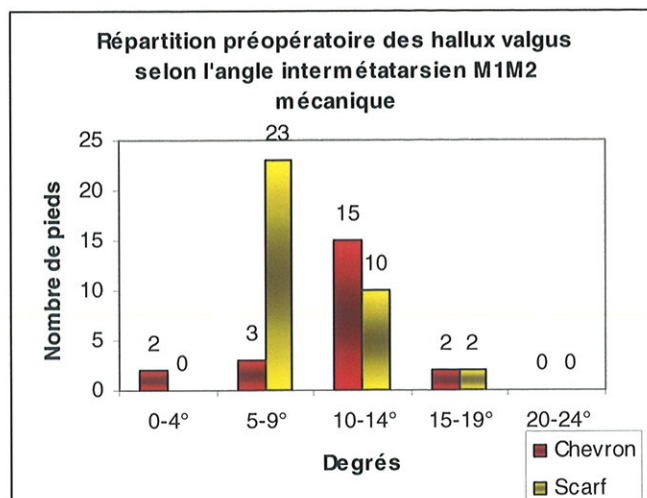
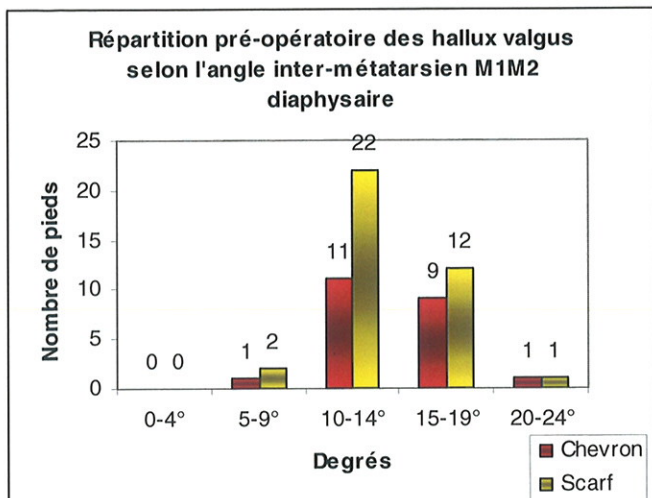
L'ostéotomie de Akin est réalisée dans est 46% des cas. Elle représente moins de la moitié des cas pour chaque type d'intervention.



Or, la proportion des pieds égyptiens est de l'ordre de 68%. Le canon idéal à restituer pour éliminer le facteur hallomégalie est le pied carré ou grec. La question de l'extension de l'indication de l'ostéotomie sera discutée ultérieurement.

La répartition des mesures préopératoires de l'angle métatarso-phalangien et inter métatarsien dépend de la technique utilisée : ce tableau montre les résultats pour les mêmes pieds en préopératoire avec deux méthodes de mesure différentes, diaphysaire et mécanique. Cette répartition est quelque peu différente. C'est pourquoi toutes les études devraient spécifier quelle est leur méthode de mesure. Celle que nous utiliserons est la méthode mécanique.





Ces tableaux révèlent également une différence sur les échantillons. La répartition des hallux avec un angle métatarso-phalangien est aux alentours de 30/35° pour le chevron (répartition selon une courbe de Gauss). La population des scarf est plus disparate et étalée avec un grand nombre de très grosse déformation métatarso-phalangienne.

## 1. Analyse descriptive.

### Résultats de l'évaluation fonctionnelle de l'hallux valgus : AOFAS

Le résultat global retrouve un taux médian de satisfaction à **80 points sur 100** donc classé dans le groupe « résultat moyen » de la classification.

On retrouve 13 cas avec un mauvais résultat. (AOFAS<66 points) soit **17% de mauvais résultats** et 38 cas de bons et excellents résultats. (>83 points) soit **52% de bons et excellents résultats**.

Résultats AOFAS	Nombre	%
Excellent	15	20
Bon	23	31,5
Moyen	22	31,5
Mauvais	13	17

Nous avons scindé ce score afin de mieux juger du critère douloureux (marche, activité, chaussage) du critère articulaire (mobilité métatarso-phalangienne, interphalangien et stabilité articulaire) et esthétique (récidive de l'exostose, appréciation de l'alignement de l'Hallux).



En éclatant le score en 3 sous-groupes, nous obtenons les résultats suivants :

	Minimum	Maximum	Médiane	<i>correction</i>
AOFAS qualité de vie	9	60	49	81%
AOFAS articulaire	10	20	17	85%
AOFAS esthétique	0	20	14	70%
AOFAS Total	19	100	80	

Ces différents paramètres peuvent être analysés individuellement. Ils permettent de retrouver une médiane de la qualité de vie à 81%, une fonction articulaire ayant une médiane de 85% et le critère esthétique de 70%. Ces résultats donnent une idée de la composante de chacun des critères au résultat final. L'amélioration semble subjectivement plus en rapport avec l'amélioration de la qualité de vie et des douleurs qu'avec le critère esthétique, **sans pouvoir retrouver de différence significative.**

L'absence de recueil de score préopératoire ne nous permet pas d'exploiter complètement ces données et d'établir une comparaison pré et post-opératoire.

Par ailleurs, nous avons joint les 17 perdus de vue de notre étude par téléphone pour établir un score AOFAS « téléphonique ». Seuls 9 patients ont répondu au questionnaire. La moyenne des scores est 80 points soit le même profil que celui retrouvé chez les patients revus. Bien entendu ces résultats ne peuvent être intégrés dans nos analyses mais donnent un aperçu de la satisfaction des patients non revus. Ils ne sont donc pas forcément à cataloguer comme mauvais résultats.

### **Correction de L'HVA et du métatarsus varus**

La correction médiane de l'angle métatarso-phalangien pour les deux techniques est de **10.3°** si on utilise une méthode de mesure d'axe mécanique. La médiane préopératoire de cette déformation est de **31.2°** (pour le chevron de 18° à 52° et pour le scarf de 20° à 52°) et en post-opératoire de **20.9°** (de -47° à 45.8°) Il existe deux hallux varus en post-opératoire : un patient ayant bénéficié d'un scarf présente une déformation de -47°, l'autre ayant bénéficié d'un chevron est déformé à -14°.

La correction moyenne du métatarsus varus est de **3,5°**. En préopératoire, la déformation moyenne va de 3° à 17,1° (de 3° à 14° pour le chevron et de 6° à 17° pour le scarf ) avec une médiane à **10°**. En post-opératoire, on retrouve un angle inter métatarsien médian de **7°** variant entre 0,2° et 13,2°.

Les résultats sont consignés dans le tableau récapitulatif des résultats.

### **L'angle de la surface articulaire distale (DMAA)**

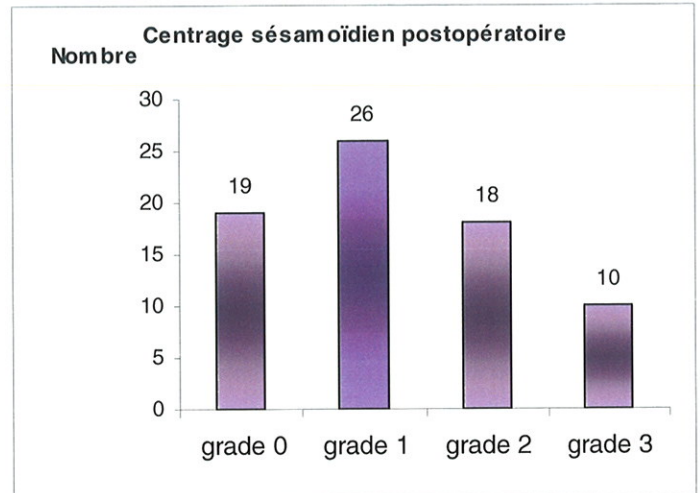
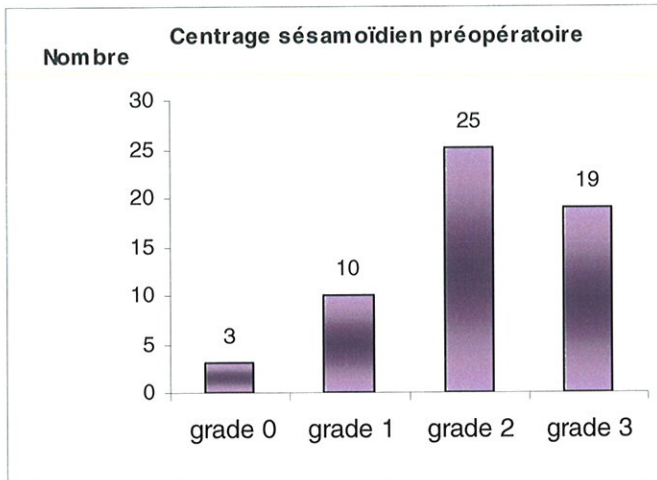
La correction du DMAA est de **2,2°** pour l'ensemble des interventions passant de **16,2°** (de 4,4° à 28° pour le chevron et 7° à 36° pour le scarf) en préopératoire à **14°** (de 0° à 45°) en post-opératoire. Cette différence entre l'étalement préopératoire et post-opératoire est à mettre sur le compte des cas préopératoire omis lors du recueil des informations (16 hallux valgus). Ce résultat est non significatif.

### **La congruence articulaire de l'articulation métatarso-phalangienne.**

Cette mesure correspond à l'angle que forme la base phalangienne avec la tête métatarsienne. La médiane de la correction apportée est de **10.4°** avec une différence significative. En préopératoire, la médiane est de **13.3°** (de 0° à 32° pour le chevron et de 0° à 44° pour le scarf) pour **2.9°** en post-opératoire (de -43° à 29.5°).

### Le recentrage sésamoïdien.

On constate une évolution post-opératoire favorable avec un meilleur recentrage post-opératoire.



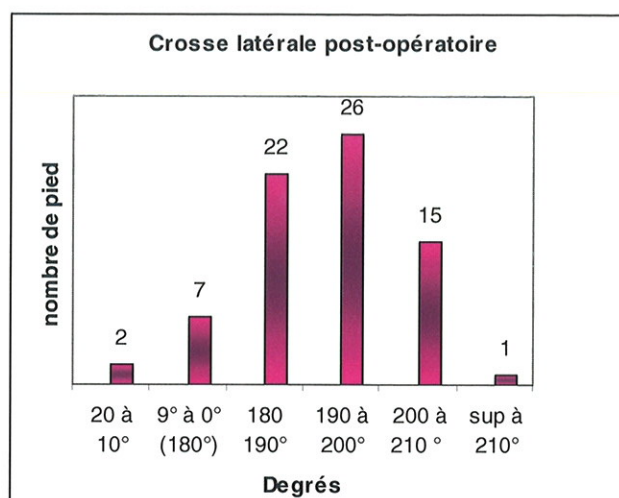
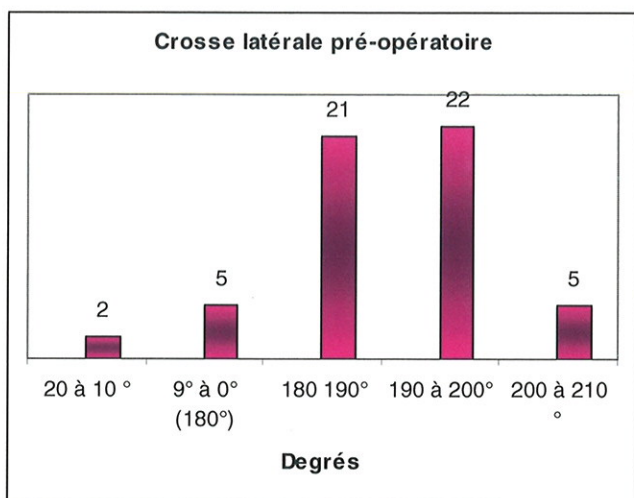
En préopératoire, le centrage sésamoïdien est bon pour 22 % c'est-à-dire ceux appartenant aux groupes 0 et 1. En post-opératoire, nous retrouvons 61% de bon recentrage sésamoïdien. Ce résultat montre une différence significative entre préopératoire et post-opératoire avec  $p < 0.001$ .

### La crosse latérale

La répartition de la crosse latérale en pré et post-opératoire est sensiblement équivalente. La réalisation de l'ostéotomie phalangienne a permis de maintenir ce résultat stable mais n'apporte pas d'amélioration. Il n'existe pas de différence significative entre les deux populations préopératoire et post-opératoire. ( $p=0,65$ ).

Si le manque de puissance de ce résultat ne permet pas d'établir une relation entre ostéotomie phalangienne et correction de la crosse latérale, elle ne l'exclut pas. En effet le manque de puissance est lié au faible taux de Akin réalisé dans la série. Une étude complémentaire devrait être réalisée pour compléter ce résultat.

La médiane post-opératoire est de 21° pour une normale allant jusqu'à 10-15°. La valeur minimum est de -15° et va jusqu'à 245°.



### Les complications

- Complications précoces.

Nous ne retrouvons pas de problème de cicatrisation, ni d'infection de site opératoire.

La douleur est actuellement bien maîtrisée par l'association d'une antalgie par voie générale et d'un bloc analgésique postopératoire.

Aucune autre complication précoce n'est retrouvée (phlébite, etc...)

- Complications tardives

#### *La récurrence [35]*

Sa définition est difficile à préciser puisque la récurrence est différemment appréciée par la patiente et le chirurgien. Au facteur subjectif (AOFAS esthétique) du vécu de l'opérée, nous ajouterons l'œil du chirurgien et la radiographie.

Onze récurrences d'hallux valgus sont répertoriées : deux pieds ont bénéficié d'une reprise chirurgicale, avec un geste sur M1 pour l'un des deux. Il s'agit d'un hallux valgus bilatéral chez une femme de 75 ans. Les pieds sont plats, très étalés.

Une arthrodèse de la 2<sup>ème</sup> cunéo-métatarsienne a été réalisée. Ce pied a été gardé dans la revue. L'autre ayant bénéficié d'une reprise avec ostéotomie métatarsienne est exclu.



**Figure 62 :**  
Arthrodèse cunéo- métatarsienne de M2C2 Pied inclus dans la revue



**Figure 63 :**  
Ostéotomie de scarf + ostéotomie de Akin+ Weil 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup> métatarsiens. Pied exclu de la revue



Les sept autres patients ne demandent pas de reprise (6 pour le scarf ,1 pour le chevron).



### *L'hallux varus*

C'est une déformation iatrogène (1,5 à 13% selon études) qui donne le tableau suivant : déviation médiale et supination du gros orteil, flexion dorsale de la première phalange progressant vers une griffe.

Deux facteurs principaux en sont responsables : l'exostosectomie abusive et la libération excessive du plan latéral.

On retrouve 2 hallux varus, qui n'ont pas été repris chirurgicalement (patients non demandeurs), un patient qui a bénéficié d'un scarf l'autre d'un chevron.

### *Pseudarthrose*

C'est une complication souvent citée mais peu fréquente depuis l'avènement d'une fixation stable. Le trait d'ostéotomie est intrinsèquement stable.

Aucun cas n'est retrouvé.

### *Nécrose avasculaire de la tête métatarsienne. (AVN) [47, 49, 86, 87]*

C'est une complication habituellement attribuée à l'ostéotomie distale. Elle est redoutée puisque cette ostéotomie interrompt complètement la vascularisation intra médullaire. La vascularisation « extra osseuse » capsulaire alimente seule la tête métatarsienne.

Deux ostéonécroses avasculaires de la tête sont retrouvées une pour le scarf une pour le chevron. La première a évolué au stade d'arthrose, la seconde a provoqué une bascule de P1 en valgus.

### *Raideur*

Le score AOFAS réalisé en pré-opératoire et post-opératoire évalue la mobilité de l'articulation métatarso-phalangienne et de l'interphalangienne du premier rayon. Cette évaluation reste simple puisqu'on cherche uniquement à savoir si la flexion dorsale est complètement limitée ou comprise entre 30° et 70° ou supérieur à 70°

La première manifestation de l'arthrose métatarso-phalangienne est la limitation de la flexion dorsale du gros orteil.

Des ostéophytes apparaissent sur la face dorso-médiale de la métatarso-phalangienne du premier rayon et sont source de conflit au chaussage.

Une évolution arthrosique a été notée chez trois patients malgré une bonne restitution de l'angle M1P1 (de 10 à 17° en post-opératoire) et inter métatarsien (de 6.8 à 9.3° en post-opératoire).

#### *Ostéophytose du sésamoïde latéral [88]*

Elle rend difficile la réduction de la tête métatarsienne sur la sangle et provoque également une limitation de la flexion dorsale de la MtP1.

#### *Métatarsalgies de transfert*

Secondaires à la chirurgie, elles traduisent un syndrome d'insuffisance du premier rayon provoqué par l'accourcissement excessif de M1

Au total, on note 17 métatarsalgies postopératoires pour 12 préopératoires.

Sur les 12 métatarsalgies préopératoires,

- 7 ont disparu par le traitement de l'hallux associé à une ostéotomie de Weil.
- 5 ont persisté malgré la chirurgie de l'hallux valgus avec ou sans ostéotomies de Weil.
- 12 métatarsalgies sont apparues en post-opératoire.
- 15 interventions de Weil ont été réalisées sur l'ensemble des patients.

#### *Présence de dysesthésies du bord supéro-médial de l'hallux*

Elle est responsable d'une hémianesthésie médiale de la pulpe du gros orteil. Celle-ci préexiste dans 25% des cas en préopératoire et il faut la faire remarquer au patient. Rarement, sa lésion engendre un névrome sur la face médiale de M1 particulièrement gênant.

Complications		Chevron	Scarf
Précoces	cicatrisation	0	0
	fracture	0	0
	nécrose	0	0
Tardives	Récidives	2	9
	Hallux varus	1	1
	Nécrose avasculaire de la tête	1	1
	Métatarsalgies	4	13
	Arthrose	0	3

**Tableau récapitulatif des résultats**

	Résultats préopératoires				Résultats post-opératoires				p
	Nombre	Min	Maxi	Médiane	Nombre	Mini	Maxi	Médiane	
M1M2	57	3,4	17,1	<b>10</b>	73	0,2	13,2	<b>7,2</b>	<0,0001
M1P1	57	18	52	<b>31,2</b>	73	-46,8	45,9	<b>20,9</b>	<0,0001
DMAA	57	0	45,8	<b>16,2</b>	73	-180	47	<b>13,85</b>	0,99
Congruence M1P1	57	0	43,8	<b>13,3</b>	73	-43,4	29,5	<b>3,55</b>	<0,0001
AOFAS					73	19	100	<b>80</b>	
Grades 0 et 1	57			13	73			45	<0,0001
Grades 2 et 3	57			44	73			28	<0,0001
Cicatrice médiale en cm					73	4,5	11	7,5	
Raccourcissement en%					57	100	138	105	

## 2. Analyse comparative.

### Score AOFAS comparaison

Le médiane des scores est sensiblement identique : **81 points pour le Chevron** (variant de 44 à 100) soit **54% de bons et excellents** résultats et 8 % de mauvais résultats (2 cas) et **80 points pour le scarf** (variant de 19 à 100) soit **49% de bons et excellents résultats** et 22 % de mauvais résultats (11 cas)

Il n'y a pas de différence significative ( $p=0.54$ ) retrouvée dans ces résultats.

En analysant les scores éclatés de l'AOFAS entre le chevron et le Scarf, il s'avère qu'il n'existe aucune différence significative entre l'AOFAS qualité de vie, l'AOFAS articulaire et l'AOFAS esthétique entre le scarf et le chevron

	Chevron			Scarf			p
	Min	Max	Médiane	Mini	Maxi	Médiane	
AOFAS qualité de vie	9	60	50	9	60	45	0,4155
AOFAS articulaire	10	20	15	5	20	15	0,2774
AOFAS esthétique	0	20	17,5	5	20	13	0,2332

## **Correction de L'HVA et du métatarsus varus pour chacune des deux procédures**

Nous retrouvons pour l'angle métatarso-phalangien une médiane à **21.8°** en post-opératoire pour le Chevron (variant entre -14.4° et 31.4°) et de **20.6°** (de -47° à 45.8°) pour le scarf. La différence n'est pas significative avec  $p=0.44$ .

La même analyse statistique, reproduite sur l'angle inter métatarsien, ne retrouve pas de différence significative avec une médiane pour le chevron de **8.9°** (de 6.1° à 13.2°) et de **5.2°** pour le scarf ( de 0.4 à 11.7°)

### **La congruence articulaire métatarso-phalangienne.**

La comparaison entre les deux techniques ne retrouve pas de différence significative avec une médiane à **2.9°**. Pour le chevron le résultat est un peu plus élevé avec une congruence articulaire présentant une médiane de **5.75°** variant de -19.8° à 29.5°. Respectivement le Scarf offre une médiane de **2.2°** et une variation de -43.4 à 24.2°. L'étude statistique indique un  $p>0.20$ .

### **La correction du DMAA.**

Elle se révèle meilleure dans la technique du chevron. Sa médiane est de **12.6°** contre **16.7°** pour le Scarf. La correction globale est de l'ordre de 14°. Pourtant, il n'existe **pas de différence significative ( $p=0.07$ ) mais une tendance. Le chevron a tendance à améliorer le DMAA par rapport au Scarf.** L'effectif insuffisant des chevrons n'offre pas une puissance suffisante pour marquer cette différence de façon significative.

### **Taille de cicatrice.**

Cicatrice médiale : Nous avons évalué ce paramètre esthétique. Sa comparaison ne prend en compte ni les dysesthésies associées ni les troubles de cicatrisation (cicatrice chéloïde ou inflammatoire) On retrouve une différence très significative sur la taille de l'incision  $p<0.0001$  entre le chevron et le scarf.



Pour le chevron, la médiane est de 6 cm et de 8.5cm pour le scarf. Rappelons qu'en pourcentage d'échantillon la pratique de l'ostéotomie de Akin est équivalente et que cette différence n'est pas à mettre à son compte. (p=0.35)

Cicatrice inter métatarsienne dorsale: on ne retrouve pas de différence significative.

### Complications.

En analysant l'ensemble des complications recueillies lors de la revue, on retrouve un taux de complications (toutes confondues) de 20% pour le chevron et 27% pour le Scarf. Il n'existe pas de différence significative entre les interventions avec  $p=0.80$ .

**Tableau récapitulatif des comparaisons Scarf/ Chevron**

	Chevron				Scarf				p
	Nombre	Minimum	Maximum	Médiane	Nombre	Minimum	Maximum	Médiane	
M1M2	24	6,1	13,2	8,9	49	0,2	11,7	5,2	0,59
M1P1	24	-14,4	31,4	20,6	49	-47,1	45,8	21,8	0,44
DMAA	24	0	40	12,6	49	1,1	47	16,7	<b>0,07</b>
Congruence articulaire	24	19,8	30	5,75	49	-43,4	24,2	2,2	0,64
AOFAS	24	44	100	81	49	19	100	80	0,538
Cicatrice médiale (cm)	24	5	8,5	6	49	5	11	8,5	<b>&lt;0,0001</b>
complications	24			5,408	49			10,592	0,8063

### 3. Analyse par régression logistique.

Elle consiste à partir d'un bon score AOFAS à rechercher s'il existe ou pas des facteurs influant sur ce bon score (facteurs potentialisateur ou facteurs antagonistes). Les bons scores étaient considérés comme des scores supérieurs ou égaux à 83 points (bons et excellents résultats). La liste des variables prises en compte pour cette analyse est présentée dans le tableau suivant :

Tableau Coefficients du modèle logistique pour Bon score AOFAS

Sangle sésamoïdienne : grade 1	0,46
Sangle sésamoïdienne : grade 2	0,42
Sangle sésamoïdienne : grade 3	0,16
M1P1 m post	0,94
M1M2 m post	0,19
Cong M1P1 post	0,92
DMAA M1 m post	0,84
AKIN	0,78
Arthrose Postop	0,97
Raccourcissement	0,39

La régression logistique menée sur 73 patients n'a pas permis d'isoler de facteurs influençant l'obtention d'un bon résultat.

La même analyse a été réalisée pour les mauvais résultats du score AOFAS c'est-à-dire inférieur à 66. La régression logistique reprenant les mêmes facteurs que le tableau ci-dessus ne retrouve également aucun facteur influençant le résultat.

## VII- Discussion

### 1. Méthodologie

#### Utilisation du score fonctionnel de l'AOFAS

Il existe plusieurs scores disponibles pour évaluer le résultat subjectif du patient (Score de Gainor[89], score de Groulier[1], score de Sherman [90]). Le score AOFAS décrit par Kitaoka est un score très répandu et validé. Il fait intervenir plusieurs paramètres que nous avons regroupé en score qualité de vie, score articulaire et score morphologique. Il représente le principal critère d'évaluation de notre étude.[91, 92]

La scission de ce score permet d'évaluer chacun de ces paramètres individuellement et de savoir quelle est la composante la mieux améliorée. L'amélioration du résultat prévaut sur le score douloureux qui est le principal motif de la consultation.

Dans notre étude cette impression se confirme avec un score AOFAS de la douleur toujours mieux amélioré que le score morphologique.

Lazarides & al [93] a précisé cette approche fonctionnelle en utilisant le score fonctionnel SF-36 qui regroupe plusieurs autres paramètres subjectifs. Le but de leur travail, portant sur 22 hallux valgus était de rechercher l'impact sur la qualité de vie générale de cette déformation.

Il se dégage de cette étude que le statut professionnel et social n'est pas affecté. Mais, cette déformation est responsable d'une diminution de la qualité de vie globale du patient portant sur :

- la santé générale (p=0.023)
- l'index émotionnel (p=0.039)
- l'index physique (p=0.056)
- la santé mentale (p=0.043).

De la même manière, l'augmentation de l'angle inter métatarsien M1M2 et de l'angle du valgus métatarso-phalangien vont diminuer le score SF-36.

Si cette affirmation est prouvée, l'inverse ne l'est pas et aucune étude n'a permis de montrer l'amélioration de cet indice après cure chirurgicale de l'hallux valgus. L'utilisation du score AOFAS plus simple que le SF-36, reste centré sur l'hallux valgus et doit être privilégié pour son suivi.

Jones avec son étude radiologique, clinique et podobarographique prouve que le score AOFAS n'est qu'une estimation partielle du résultat.

Il retrouve une faible corrélation du résultat radiologique avec le score AOFAS contrairement à la bonne corrélation avec les résultats podobarographiques.

Si une bonne réaxation de l'hallux induit une meilleure répartition des contraintes sur la colonne médiale, elle n'est pas synonyme d'un bon résultat subjectif. Ce n'est qu'une information supplémentaire qui ne remplace pas celle apportée par le score AOFAS.

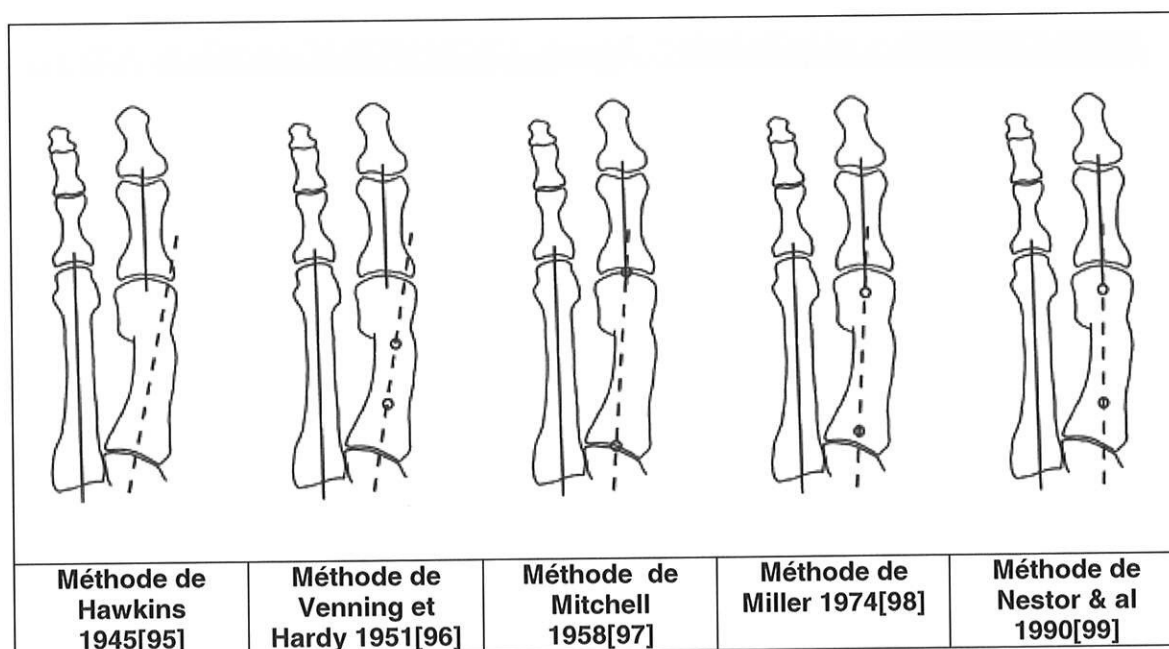


Au total, le score AOFAS même imparfait reste un outil de mesure du résultat subjectif indispensable et validé. Il complète la mesure radiologique objective du résultat.

Ce score pourrait être complété par un indicateur supplémentaire retrouvé dans la grille d'évaluation de Gainor & al [89]: **le délai entre chirurgie et reprise du travail.**

### Méthodes de mesure et utilisation des mesures informatisées.

Il existe plusieurs méthodes de mesure des angles M1P1 et M1M2. Schneider [94] en a répertorié cinq.



Chacune d'elles donne pour la même déformation des résultats différents engendrant une faible reproductibilité des résultats. La mesure manuelle intra et inter observateur induit des erreurs de 6% à 20%. Si on ajoute à cela, les erreurs de mesures par malposition des points, nous obtenons des mesures variant de 4° à 6°.

Les méthodes recommandées par l'auteur sont la méthode de Miller et la méthode de Mitchell.

- La méthode de Miller permet de prendre en compte les modifications anatomiques apportées par l'ostéotomie avec le plus faible taux d'erreurs.
- La méthode de Mitchell a pour difficulté le repérage du milieu de la surface articulaire distale. Elle reste cependant une bonne méthode de mesure si elle est associée à un logiciel de mesure semi automatisé qui guide le repérage.

D'autres articles comparent les mesures manuelles et informatisées. VanVo [100] insiste sur la nécessité d'uniformiser les mesures. Il prône l'utilisation de la méthode de Venning pour standardiser les mesures contrairement à Schneider (méthode de Miller). On s'aperçoit de la difficulté à définir une seule méthode de mesure ce qui diminue la comparabilité des résultats.

L'apport du logiciel Footlog®, comme nous l'avons exposé, permet de limiter ces erreurs et accroître la reproductibilité

## **2. Résultats et comparaison avec la littérature**

### **Résultats AOFAS et délai du suivi.**

Dans notre étude, nous n'avons pas de score préopératoire, et ne permet pas la comparaison des scores pré et postopératoire. Toutefois, le score moyen postopératoire pour les deux types d'intervention est de 80 points. Les bons et excellents résultats représentent 52% de l'effectif sans différence entre les deux techniques avec 17 % de mauvais résultats. Ces résultats ne coïncident pas avec ceux de la littérature qui retrouve des taux de bons et excellents résultats entre 75% et 97%. [101, 102]

Cette différence tient au fait que la majorité de ces études ne sont pas réalisées avec un long recul[103]. Or l'hallux valgus est une déformation progressive qui évolue avec le temps.

Ce constat est surtout applicable aux patients qui présentent une hyperlaxité acquise ou constitutionnelle.

Or, Torkki & al[103] retrouvent des résultats similaires aux nôtres avec un recul moyen de 6 ans. Leur taux de bons et excellents résultats est de 56% avec 16 % de mauvais résultats et un score moyen de 80 points. Cette étude confirme donc que l'évaluation trop précoce des résultats n'est pas suffisante. Les études pour être comparables, doivent avoir un recul identique afin d'éliminer le biais de la dégradation cartilagineuse et de la poursuite des déformations notamment des pieds « laxes ».

De plus, il propose d'autres explications à ces écarts de résultats :

- population non sélectionnée.
- opérateurs différents et parfois peu expérimentés.

Cette notion doit cependant être nuancée, à la lumière des travaux de Schneider & al [104] qui présentent le résultat de leur technique de chevron. L'évaluation a été réalisée en deux temps : à 5 ans et à 12 ans. Le score AOFAS moyen est de 89 points. Nous n'avons pas la proportion des bons et excellents résultats mais ce score passe de 82 points à 5 ans à 89 points à 12 ans. La corrélation entre correction radiologique et score fonctionnel AOFAS est bonne.

Cette étude confirme le maintien du résultat du chevron à long terme.

Un mauvais score AOFAS à long terme est-il alors la traduction d'une mauvaise correction initiale qui va récidiver ?

### **Résultats AOFAS et âge du patient**

Il faut noter que la population étudiée par Schneider[104] semble présenter, comparativement à notre étude, des déformations moins importantes mais surtout un âge moyen bien inférieur.

On pourrait croire que l'âge de réalisation du chevron est un facteur déterminant. Cependant les résultats rapportés par Schneider & al[104] sont similaires avant et après 50 ans.

De la même façon, Jones[105] ne retrouve pas de différence significative entre les résultats du score AOFAS sur une population inférieure ou supérieure à 49 ans. L'âge ne paraît pas être un facteur limitatif du chevron.

On peut reprocher à ces analyses le choix d'un seuil autour de 50 ans. Le symposium de la Société Orthopédique de l'Ouest en 1990 donnait déjà cet âge « limite », et conseillait d'opérer avant 50 ans. Ne faut-il pas actuellement augmenter ce seuil pour évaluer ce paramètre et tirer des conclusions ?

Rappelons que notre série évalue des patients opérés à l'âge moyen de 59 ans.

### **Existe-t-il des facteurs influençant le résultat subjectif ?**

Une analyse par régression logistique réalisée par Monga & al [106] cherche à déterminer de tels facteurs. L'analyse uni variée comprenait comme éléments : l'âge, le sexe, le côté, le chirurgien, le type de chirurgie (scarf, chevron) et la fixation.

Comme dans notre étude, aucun facteur significatif n'a pu être mis en évidence. Leur conclusion est que l'habitude et l'expérience du chirurgien prime plus sur le résultat final que les éléments précités.

### **Comparaison des résultats pour le scarf et le chevron**

Nous obtenons des résultats globalement inférieurs aux chiffres de la littérature.

Les principales séries ont été regroupé dans le tableau (page suivante)

Le dénominateur commun est le faible recul qu'offrent ces études avec des suivis souvent bien inférieurs à 3 ans.

Si la récurrence est une des complications de cette intervention elle semble avoir deux périodes d'apparition :

- En post-opératoire immédiat, c'est-à-dire la période couvrant l'année post-opératoire. O'Kane et Kilmartin reconnaissent que ces déformations sont souvent secondaires à une erreur technique. Le défaut de correction peut concerner :

- l'ostéotomie métatarsienne :
  - défaut de correction du DMAA
  - mauvaise congruence MIP1
  - défaut de correction des angles M1M2 et M1P1
  - mauvais recentrage sésamoïdien
- insuffisance de la libération des parties molles.
- En post-opératoire tardif : Dans un délai de 4 / 5ans, Torkki plaide pour la nature évolutive de la déformation d'autant plus que le pied est hyperlaxe (avant-pied triangulaire, hyper laxité générale,...)

Série	Nombre	Journal	Suivi	Age	Résultats	MIM2 pre-op	MIM2 post- op	MIP1 préop	MIP1 post- op	AOFAS
Merloz [107]	120 scarfs	SOFCOT 1998	34 mois	44	10 hyper corrections	14	9	28	19	65% bons et excellents résultats
Wolke [108]	28 chevrons	Foot and Ankle Surgery 1999	1 an	45	7 récurrences	14	9,5	26	16	81%
Wagner [109]	53 scarfs	Foot & Ankle Surgery 2000	1,2 ans	53	0	16	7	43	23	non évalué
Dereymaeker [54]	102 scarfs	Foot & Ankle Clinics 2000	3 ans			14	9,5	38	20	86,3points
Dereymaeker [54]	environ 100 chevrons	Foot & Ankle Clinics 2000	3 ans			12	7	30	16	87,9points
Trnka & al[102]	57 chevrons	JBJS 2000	2ans	57%<5 0ans	2 récurrences 8 arthroses	13	8	29	17	91 points 86% bons et excellents résultats
Trnka & al [102]	58 chevrons	JBJS 2000	5 ans	57%<5 0ans	3 récurrences 11 arthroses	13	9	29	18	92 points 87% bons et excellents résultats
Besse	50 scarfs	JBJS Br 2001	1,1an	50	2 algodystrophies 2 fractures de stress M1 9 récurrences	10	5,9	29	10	88% bons et excellents résultats
Blair [110]	24 scarf	The Foot 2001	1,1an	58	2 récurrences, 2 transferts de métatarsalgie 2infections	15	11	41	24	non communiqué
Torkki [103]	106 chevrons	The Foot 2001	6ans	46	2 ruptures du long fléchisseur de l'hallux, 15 récurrences, 2 infections: 16% complications		11		18	81points 56%Bons et excellents Résultats,16 %mauvais
O'kane et Kilmartin [57]	50 scarf	The Foot 2002	2,3 ans	60	2 récurrences 1 infection 1 complication sur vis	16	5	39	15	97 points

Kristen, Berger [61]	111 scarfs	Foot& Ankle Int 2002	2,8 ans	55	1 infection, 4 récides, 2 pseudarthroses	15	7,9	33	13	91 points
Aslam, Cooke& al [111]	22 scarf	Foot and Ankle Surgery 2003	0,5 ans	52		15	8	32	14	non communiqué
Schneider [104]	112 chevron	JBJS Br 2004	12ans	48	2 ostéonécroses	14	8,7	28	14	88 points
Jones [105]	35 scarfs	JBJS Br 2004	1,6 ans	46	1 fracture de M1, 2 infections	15	9	33	14	89 points, 50% B et excellents, 8% mauvais
Freslon et Gayet [112]	124 scarfs	Ann.Orthop. Ouest 2005	4,6 ans	49		14	8	31	15	85% bons et excellents résultats
Limoges	73 pieds 49 scarfs 28 chevrons	Thèse 2007	5 ans	59	2 hallux varus, 11 récides, 1 métatarsus élévatus 2 hallux varus 2 ostéonécroses 17 métatarsalgies	10	7	31	21	80points 57% bons et excellents résultats 17% complications

Tableau 1 : Principales séries.



Dans les quatre études ayant un recul supérieur à 5 ans, 2 retrouvent 88 et 92 points en moyenne avec 87% de bons et excellents résultats, les deux autres 80 points en moyenne avec 52 à 57% de bons et excellents résultats. Seules les revues à long terme permettent de mieux évaluer l'incidence des récurrences et des arthroses métatarso-phalangienne secondaires.

### **Problème du choix de la technique.**

Classiquement, l'indication de la technique d'ostéotomie dépend de la déformation à corriger.

Johnson a décrit et limité cette technique à un métatarsus varus de 15°. Il estimait que la correction de 1° pour 1mm de translation latérale ne peut dépasser 7mm pour des raisons de stabilité du montage.

Valtin [5] confirme cette tendance en réservant les grandes déformations à des ostéotomies soit basales soit par scarf. Il donne cette conduite à tenir :

Hallux valgus commun :

- $M1M2 < 12^\circ$ ,  $M1P1 < 20^\circ$  : Mac bride modifié ou scarf ou chevron
- $12^\circ \geq M1M2 \leq 16^\circ$ ,  $20^\circ \geq M1P1 \leq 40^\circ$  : scarf ou chevron
- $M1M2 > 16^\circ$ ,  $M1P1 > 40^\circ$  : Scarf ou ostéotomie basale

Steinbock[66], avec une étude portant sur plus de 5000 chevrons, montre que l'indication peut être portée à 20° de métatarsus varus et plus de 35° de valgus M1P1 à condition d'y associer une libération latérale importante.

Dereymaeker montre que les résultats sont similaires pour le scarf et le chevron même pour les grandes déformations.

Des indications particulières reviennent au chevron comme un angle DMAA très latéralisé. Le chevron apporte une meilleure correction de cette surface articulaire car l'ostéotomie distale facilite la rotation de la tête.

Barouk [53, 58, 113] étend le scarf à toutes les déformations. Il utilise toutes les possibilités offertes par cette technique en l'adaptant à chaque cas.

La correction d'un DMAA latéralisé relève d'une ostéotomie en Z avec un trait longitudinal plus court.

- Le scarf est surtout adapté aux grandes déformations par la correction diaphysaire qu'elle autorise.
- Le scarf de sévérité faible à modéré est aussi une indication.

Le Chevron comme le scarf ont des possibilités d'abaissement, de rotation, d'allongement, d'élévation. Etant donné les résultats retrouvés dans la littérature et dans notre étude, on peut étendre le chevron aux déformations jusqu'à 45° de valgus. Au-delà, il est conseillé de suivre les recommandations de Valtin est de proposer une ostéotomie basale ou un scarf. C'est l'habitude du chirurgien et son expérience qui fera surtout décider d'une technique sur l'autre.

Néanmoins, les deux techniques doivent être connues afin de répondre à toutes les situations.

### **La correction apportée est-elle suffisante ?**

Dans notre revue, la médiane de l'angle MIP1 en post-opératoire est de 20.9°. La définition même de l'hallux valgus est une déformation de MIP1 supérieure à 12°. Il faut modérer ces résultats en les confrontant aux déformations initiales (20 à 52°) et se rappeler que malgré la persistance d'une déformation radiologique bien souvent le pied est amélioré dans son alignement et sur le plan douloureux.

L'étude de O'Kane et Kilmartin[57] corrobore cette affirmation en montrant sur 21 cas où l'angle MIP1 est supérieur à 21°, un bon résultat AOFAS.

La correction de l'angle inter métatarsien est également satisfaisante pour les deux techniques avec une médiane de 3.5° similaire au reste de la littérature.

Une précision doit être apportée sur les déformations excessives de l'angle inter métatarsien MIM2 supérieures à 25° (nous n'avons pas de tel cas dans notre étude). Elles répondent soit à des métatarsus primus brevis soit à des hyper mobilités constitutionnelles liées à une pente excessive de la cunéo-métatarsienne.

Dans ces cas il faut savoir discuter d'une ostéotomie proximale métatarsienne et dépister toute arthrose cunéo-métatarsienne. On s'orientera alors vers une technique de Lapidus (arthrodèse cunéo-métatarsienne).[57]

### Analyse des mauvais résultats

Ce tableau regroupant les 13 patients avec un score AOFAS total inférieur à 66 points :

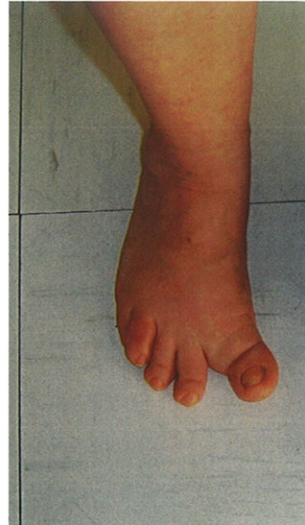
	AOFAS total	qualité de vie	Articulaire	Esthétique	Intervention	M1P1 pré	M1P1 post	DMAA pré	DMAA post	Rx et clinique
Patient 1	47	29	10	8	scarf	40	31	15	19	Pied Rond métatarsalgies M2M3M4
Patient 2	63	35	20	8	scarf	24	19	9	9	Arthrose et subluxation P1 Métatarsalgies M2M3 Défaut de libération du plan latéral
Patient 3	63	35	20	8	scarf	25	19	10	8	Métatarsalgies M2M3
Patient 4	44	9	15	20	chevron	18	13	16	4	Mauvaise congruence articulaire M1P1
Patient 5	65	45	15	5	scarf	49	31	7	13	Condylectomie M2 Métatarsalgie M2 Arthrose stade 1 défaut d'ostéotomie
Patient 6	53	30	10	13	scarf	44	15	17	13	Bonne correction radiologique,
Patient 7	50	45	5	0	scarf	38	21	21	32	Mauvaise correction du DMAA
Patient 8	40	35	5	0	scarf	37	28	19	27	Mauvaise correction du DMAA
Patient 9	60	37	15	8	scarf	21	16	14	10	Arthrose stade 1
Patient 10	53	35	10	8	scarf		14		19	Arthrose stade 3
Patient 11	54	39	15	0	scarf	24	-47	18	10	Hallux varus
Patient 12	63	35	15	13	chevron	32	23	15	5	Arthrose stade 1
Patient 13	19	9	10	0	scarf	47	40	14	15	Métatarsalgies M2 Subluxation de P1 Défaut de libération du plan latéral
MOYENNE	52	32	13	7		33	17	14	14	
%		53	65	35						

Le pourcentage de correction du critère AOFAS douleur et AOFAS morphologie sont les moins bons. Ils sont responsables du mauvais résultat final.

Analysons les cas en les regroupant selon le principal critère de plainte :

La baisse du score AOFAS morphologique (esthétique) est retrouvée chez 6 patients (2, 4, 7, 8, 11, 13.)

➤ Hallux varus : Patient 11



➤ Mauvaise correction du DMAA : Patients 7,8



- Défaut de libération du plan latéral : Patients 2, 4, 13



La baisse du score total s'explique par la douleur (score AOFAS douleur diminué) : Patients 1, 5, 9, 10, 12

- Métatarsalgies secondaires : Condylectomie de M2



➤ Arthrose M1P1 :



Le score AOFAS est diminué malgré une bonne restitution des critères morphologiques radiographiques :



Au total, la plainte des patients porte sur les douleurs des métatarsiens latéraux et sur la mauvaise restitution de la congruence articulaire M1P1.

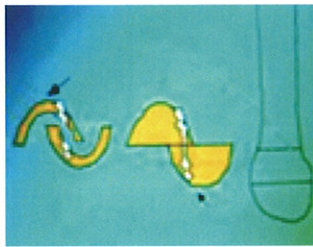
La mauvaise congruence M1P1 est secondaire à la correction insuffisante du DMAA et à un défaut de libération du plan latéral. La base de P1 n'a pas un jeu articulaire normal et sera responsable de l'évolution vers l'arthrose M1P1.



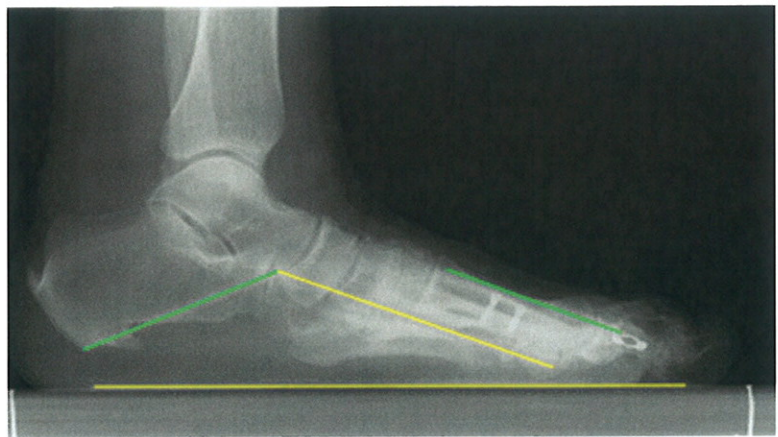
## Deux complications particulières : le métatarsus élevé et l'ostéonécrose avasculaire de la tête.

### ➤ Un métatarsus élevé :

Une patiente de 69 ans, opérée par méthode de scarf il y a 5 ans, présentait une ostéoporose modérée qui a induit un effet d'élévation après fixation de l'ostéotomie par vissage. C'est l'effet tuile. Il s'explique par la diminution de trame osseuse de la cavité centro-médullaire de M1. Celle-ci ne résiste pas au serrage et les 2 parties de l'ostéotomie s'emboîtent.



**Figure 64 :**  
Effet tuile lors de la mise en compression des 2 fragments osseux de l'ostéotomie de scarf



**Figure 65 :**  
Métatarsus élevé associé à un pied plat ; notez l'évolution arthrosique de la métatarso-phalangienne

Pour prévenir une telle complication, il faut réaliser une ostéotomie de scarf poursuivie très distalement, là où le tissu spongieux supportera le vissage sans s'affaisser. Aussi les ostéoporoses très évoluées peuvent apparaître comme une contre-indication relative du scarf.

### ➤ Deux cas d'ostéonécrose avasculaire dans notre série.

Une est retrouvée au stade d'arthrose après une ostéotomie de scarf, l'autre au stade d'affaissement partiel de l'os sous chondral après un chevron.



**Figure 66 :**  
Ostéonécrose tête de M1 sur une ostéotomie de scarf



**Figure 67 :**  
Ostéotomie de chevron : nécrose partielle.

Plusieurs niveaux d'ostéonécrose sont décrits allant de l'atteinte mineure conservant l'architecture subchondrale à l'affaissement complet de la tête [78]. Souvent les ostéonécroses partielles ne sont pas prises en considération comme telles.

Comme nous l'avons déjà exposé, une dissection chirurgicale soignée préservant le manchon capsulo-synoviale de cette articulation est obligatoire, pour prévenir cette complication.

#### **Libération latérale par voie médiale ou dorsale inter métatarsienne ?**

L'abord utilisé dans cette série (tant pour le scarf que pour le chevron) pour la libération latérale est celui du premier espace inter métatarsien dorsal, pour le scarf et le chevron. Cet abord a la réputation d'accroître le risque vasculaire. Cette notion a été longuement débattue notamment pour le chevron pour lequel l'ostéonécrose avasculaire de la tête est redoutée. Johnson qui a décrit l'ostéotomie de chevron modifiée, hésite encore à réaliser une libération latérale. S'il la fait, il utilise la voie médiale, trans articulaire.

Meier et Kenzora [78] décrivent 12 ostéonécroses avasculaires dans le suivi de 60 chevrons ayant bénéficié d'une libération latérale. Pour quatre d'entre eux, l'abord était dorsal pour les autres médial.

Pochatko[65] dans une série de 23 chevrons avec libération latérale par voie médiale (suivi de 50 mois) ne retrouve pas d'ostéonécrose.

Steinböck [66] a réalisé une libération latérale sur plus de 5000 chevrons par voie médiale et note de cas rares d'ostéonécrose (chiffre non précisé). Par contre la contribution de cette libération lui permet d'étendre les indications de chevron à des déformations inter métatarsiennes supérieures à 20°.

Resch[47] a réalisé une étude sur 41 pieds opérés soit par chevron seul soit par chevron associé à une libération latérale : une scintigraphie au technétium faite à 2 et 9 jours retrouvent des défauts pour 4 cas (3 pour l'ostéotomie seule et 1 pour la chirurgie combinée). Ces anomalies se sont normalisées dans cette période. Le suivi s'est étendu sur 19 mois en moyenne avec réalisation d'un examen tomodensitométrique qui s'avère normal pour les 4 cas ; à plus long terme, aucune ostéonécrose n'est apparue sur l'ensemble des cas.

La libération latérale ne semble pas augmenter le risque d'ostéonécrose.

Waldecker[114] a réalisé une étude comparative sur la réalisation de la libération latérale soit par voie médiale soit par voie dorsale du premier espace inter métatarsien. Il n'est pas montré de supériorité de l'une par rapport à l'autre sur le plan clinique et radiologique.

Lin, cité par Waldecker, appuie ce constat par son étude cadavérique comparant ces deux méthodes : il s'avère que le tendon adducteur n'est jamais totalement sectionné de ses attaches sur le sésamoïde latéral quelle que soit l'approche. Waldecker en déduit que la libération latérale par voie médiale doit être privilégiée puisque le résultat est identique.

L'abord inter métatarsien dorsal a néanmoins l'avantage de permettre :

- une bonne dissection des structures
- de limiter l'hypercorrection (contrôle de la bandelette d'insertion phalangienne, respect du ligament collatéral latéral de M1P1)
- de contrôler la vascularisation ce qui est plus difficile par l'abord médial.
- d'accéder à la tête du 2<sup>ème</sup> métatarsien en cas d'ostéotomie
- de régler le problème d'une ostéophytose du sésamoïde latéral, le cas échéant .

Pour finir, il n'existe pas de morbidité associée à cette voie ni dans la littérature ni dans notre série.

### **Congruence de la métatarso-phalangienne et du DMAA**

La restitution de la congruence articulaire de M1P1 revêt un caractère primordial dans la biomécanique du pied . Son réalignement est pour certains [57, 115] plus important que la restitution de l'angle de la surface articulaire distale (DMAA) dans ses valeurs physiologiques.

Les luxations de M1P1 répondent à des déformations en valgus très importantes qui nécessitent des gestes agressifs de libération latérale et d'accourcissement de M1.

L'harmonie du clavier métatarsien selon Maestro devra être modifiée dans le même temps pour éviter de créer un syndrome d'insuffisance du 1<sup>er</sup> rayon avec transfert de métatarsalgies.

Lors de la planification préopératoire, on mesure la distance séparant le bord latéral de base de P1 et le sommet de la tête de M1. Elle correspond à l'accourcissement de M1 nécessaire à réduire sans difficulté ni hyper pression cette articulation.

Avec le logiciel Footlog®, on visualise cet écart : c'est la ligne SM4 corrigée. (Figure 57, 58) Si l'articulation est congruente, l'accourcissement n'est pas nécessaire.

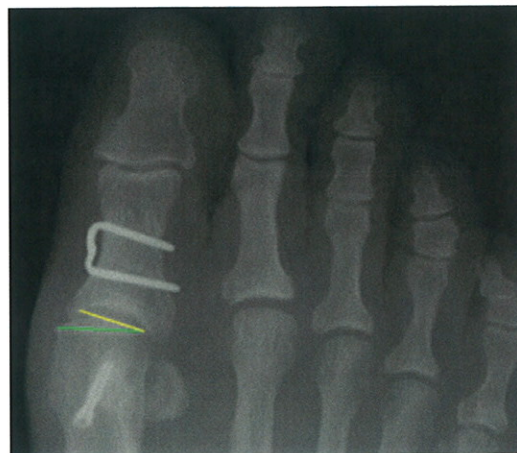
Dans le cas inverse, l'accourcissement s'impose mais doit faire poser la question de gestes sur les métatarsiens latéraux. L'harmonie du clavier selon Maestro doit être rétablie.



**Figure 68 :**  
**Appréciation de la ligne SM4 corrigée**  
 La réduction de M1P1 ne pourra pas se faire sans raccourcir M1 et harmoniser le clavier métatarsien



**Figure 69 :**  
**Aspect post-opératoire**  
 La congruence articulaire est bonne. Le valgus est corrigé ainsi que la luxation métatarso-phalangienne de M2. L'harmonie du clavier métatarsien selon maestro est restituée. Technique de chevron modifiée Johnson raccourcissant.



**Figure 70 :**  
**Bonne congruence M1P1**



Pour le DMAA, il est difficile de donner une mesure reproductible car elle dépend directement de la rotation axiale de M1. Cette rotation dégage la surface articulaire métatarso-sésamoïdienne rendant difficile le repérage des limites cartilagineuses métatarso-phalangienne de la tête de M1.

Cette mesure est dépendante de :

- la rotation induite par la mise en charge
- la rotation secondaire à la déformation de l'hallux valgus.

Cette mesure n'a donc qu'une faible valeur informative. Elle est reproductible dans certaine circonstance (rotation neutre de M1 en charge). Le symposium de la SOFCOT 2002 sur l'avant pied préconise de ne prendre en compte que le DMAA anatomique per-opératoire.

Si le principal élément est le réalignement de P1 sur M1, il ne peut se concevoir sans :

- une libération suffisante du plan latéral. La levée de la fixation latérale de P1 autorise sa réaxation.
- une normalisation du DMAA.[34] Les récurrences sont probablement liées à ce défaut de correction du DMAA

De même, sa correction excessive peut entraîner une arthrose métatarso-sésamoïdienne. Si la crista plantaire n'est pas complètement érodée, son axe sera modifié ainsi que ses contraintes mécaniques. Elle évoluera vers l'arthrose et l'enraidissement de l'hallux.[116]

### **Une nouvelle mesure est utilisée : le DM2AA**

Une nouvelle mesure angulaire est utilisée récemment pour évaluer la surface articulaire distale et faciliter l'indication thérapeutique : le DM2AA[35]

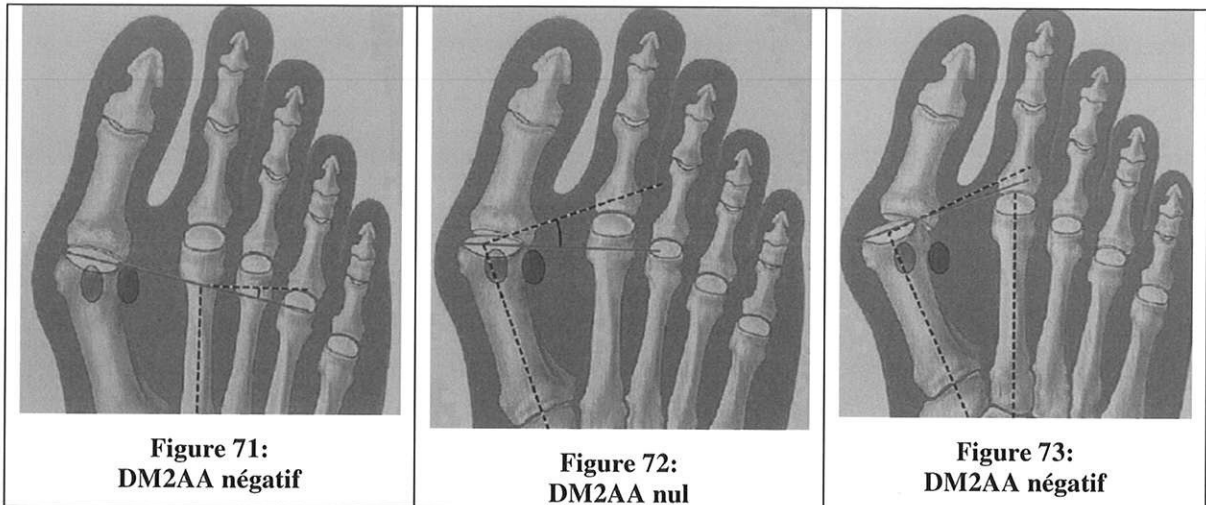
Il s'agit d'une mesure qui prend en compte l'orientation de la surface articulaire de M1 (DMAA) par rapport à l'axe diaphysaire de M2.(Fig. 72, 73, 74)

DM2AA= DMAA-angle M1M2.



La valeur absolue du DMAA ne permettait pas de savoir s'il fallait réaliser une dérotation de la tête pour corriger son orientation.

En la comparant à l'axe de M2, on a une idée de la correction à apporter.



S'il est nul, l'hallux valgus est simple sans nécessité de dérotation.

S'il est positif, c'est un hallux valgus qui nécessite une dérotation médiale en plus de la translation.

S'il est négatif, il faudra associé une dérotation latérale. L'importance de l'angle M1M2 fera décider de la technique.

Cette mesure même si elle simplifie l'indication est dépendante du DMAA mesuré souvent peu fiable. Néanmoins, elle démontre l'importance accordée à l'orientation de cette surface et sa responsabilité probable dans les récives si elle n'est pas bien corrigée.

### **Comparaison du scarf et du chevron**

Une seule étude comparative est retrouvée dans littérature entre le scarf et le chevron : celle de Dereymaeker [54]. Elle montre de meilleures corrections de l'angle M1P1 et M1M2 pour le chevron. Toutefois il faut nuancer ces résultats en considérant les déformations initiales plus importantes dans le scarf. (cf. tableau suivant)

		M1P1 préop	M1P1 postop	M1M2 préop	M1M2 postop	DMAA préop	DMAA postop		
Chevron	moyenne	29,7	15,7	12,4	7	77,5	82,9		
	min	18	0	6	2	62	65		
	max	58	35	18	13	90	95		
Scarf	moyenne	38,1	20,3	14,3	9,5	74,9	76,5		
	min	20	3	8	6	59	26		
	max	53	36	20	16	85	94		
% correction		M1P1		M1M2		DMAA		Sésamoïdes	Raccourcissement
Chevron		43%		47%		-7%		75%	0%
Scarf		33%		47%		-2%		57%	8%

Ces résultats montrent une correction équivalente de l'angle inter métatarsien qui présente des déformations initiales identiques. La correction de l'angle métatarso-phalangien est moins bonne pour le scarf car l'angle moyen préopératoire est plus élevé.

Notre étude, qui présentait des déformations comparables pour les deux techniques, ne montre pas de différences significatives dans les corrections.

Dans l'étude de Dereymaker, le chevron améliore le DMAA de façon significative par rapport au scarf.

Le raccourcissement et la reposition sésamoïdienne paraissent nettement améliorés dans l'étude de Dereymaeker mais ne sont pas significatif ( $p=0.64$ ). Nous retrouvons ce constat dans nos travaux.

Trois conclusions peuvent être tirées de ces comparaisons :

- La méthode de chevron modifiée Johnson peut être appliquée à de grandes déformations avec des résultats au moins égaux à ceux du scarf : M1P1 > 40° et M1M2 jusqu'à 20° (comme le dit Steinböck [66])
- La correction du DMAA est meilleure avec le chevron et devra la faire préférer si cette surface articulaire est très latéralisée.
- Les deux études qui semblent concordantes dans leurs résultats radiologiques, montrent un score AOFAS différent. Dereymaeker a des résultats plus satisfaisants avec 36 mois de recul (AOFAS chevron : 88 points en moyenne et 86 points pour le scarf) que les nôtres avec 5 ans de recul.

### **Facteurs prédictifs d'arthrose de la métatarso-phalangienne**

Roukis & al [115] ont recherché les facteurs prédictifs de l'évolution arthrosique. 166 pieds ont été analysés en per-opératoire et sur la radiographie.

Plusieurs éléments ressortent de cette analyse :

- L'âge : la différence ( $p=0,0001$ ) est nette entre une population d'âge inférieur ou supérieur à 50 ans.

Les résultats des ostéotomies sont soumis à cette évolution. On comprend mieux l'influence de l'âge moyen de la population sur le résultat des études. Notre série compte parmi celles d'âge moyen le plus élevé. Il ne faut donc pas hésiter à opérer des patients même jeunes pour éviter l'écueil de la dégradation cartilagineuse.

- L'angle inter métatarsien M1M2. Son augmentation aggrave les lésions cartilagineuses. ( $p=0.004$ )
- La position du sésamoïde latéral : Plus il est luxé plus on retrouve d'arthrose ( $p=0.016$ )
- L'angle de la surface articulaire distale DMAA quand il est supérieur à  $15^\circ$  (souvent constitutionnel, chez le sujet jeune) ( $p=0.02$ )
- Le canon égyptien n'est pas retrouvé comme facteur prédictif d'arthrose. Le canon grec et carré apparaissent comme ayant un effet protecteur sur le cartilage ( $p=0.02$ ).

Au total, il faut prendre en compte l'ensemble de ces éléments (indépendamment de l'âge) pour définir le risque de retrouver des lésions arthrosiques mal vues à la radiographie. Ils devront être corrigé au mieux pour prévenir l'évolution vers l'arthrose et assurer la pérennité du résultat à long terme.

### **Faut-il systématiser l'ostéotomie phalangienne ?**

L'ostéotomie de Akin poursuit cinq buts :

- Parfaire la correction du valgus M1P1
- Diminuer le bras de levier du premier rayon
- Supprimer la crosse latérale de l'orteil (cf. physiopathologie) et réaxer l'action du long fléchisseur de l'hallux.
- Corriger une pronation excessive de P1 par une dérotation.
- Décompresser l'articulation M1P1, source d'arthrose. Ce mécanisme est lié à la détente des tendons extenseurs et du long fléchisseur de l'hallux

En aucun cas elle ne doit être excessive ou même envisagée seule [117]. Elle ne corrige pas un défaut de l'ostéotomie mais lui apporte un plus.[43] Dans l'excès son effet sera néfaste par conflit avec la chaussure. La résultante sera une déviation en dehors de P1 qui aboutira à la récurrence.

Elle n'a été réalisée que dans 44% des pieds de notre série et n'a été l'objet d'aucune complication.

D'après Bonneville[72], sa seule limite est la présence d'un DMAA trop élevé qui pourrait entraîner un déséquilibre en « zigzag » et subluser la base de P1 sur la tête métatarsienne.

Tout de même, on regrettera souvent à posteriori son absence. Pour Baudet, elle entraîne une amélioration de 20% des résultats cliniques (subjectif). Le symposium de la Société Orthopédique de l'Ouest 2005 sur l'hallux valgus la dit obligatoire en cas d'hallomégalie.

## VIII- CONCLUSION

L'étude des patients opérés dans le service d'orthopédie entre 1999 et 2003 porte sur 73 pieds.

Nos résultats même satisfaisants restent inférieurs à ceux de la littérature : 81 points en moyenne et 52% de bons et excellents résultats. La moyenne d'âge élevée de nos patients ainsi que le recul du suivi par rapport à la littérature peuvent expliquer ces résultats discordants.

On démontre que la réalisation du chevron et du scarf, ne présente pas de différence significative dans le résultat final subjectif (AOFAS) et radiologique.

Le chevron qui a été réalisé sur des déformations au moins aussi importantes que le scarf est donc applicable à ces déformations (M1P1 >35° et M1M2 jusqu'à 20

Il s'agit de déformations évolutives que le geste chirurgical corrige mais n'arrête peut-être pas. La revue des patients avec ce recul moyen de 5 ans prouve que la chirurgie apporte une amélioration et permet d'augmenter le confort de vie des patients.

D'autres études sur une population non sélectionnée, d'âge moyen identique et avec un long recul, doivent être réalisées pour pouvoir confronter ces résultats.

Ceci est d'autant plus important que la demande des patientes d'âge supérieure à 50 ans va augmenter. Les patientes consultent souvent plus pour le problème de douleur que d'esthétique. Or l'apparition de la douleur intervient dans des stades souvent évolués avec des lésions arthrosiques installées (stades 1 et 2 de Regnaud).

La planification pré-opératoire reste essentielle pour traiter au mieux l'hallux valgus. Elle passe par un examen clinique rigoureux et l'analyse des radiographies.

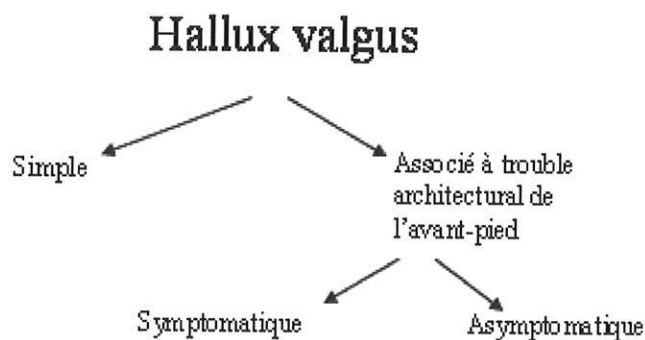
Le système Footlog® peut être une aide à cette planification et permettra d'établir des registres qui serviront au chirurgien pour son intervention mais aussi à l'évaluation des résultats ultérieurement.

L'examen clinique s'attachera à dépister des problèmes associés dans l'avant pied qui devront être traités dans le même temps opératoire pour un résultat optimal.

On peut dire que les principaux objectifs sont la restitution d'un appui antéro-médial avec un 1<sup>er</sup> métatarsien fonctionnel. Ceci passe par la restitution des critères de Maestro sur l'harmonie métatarsienne. Ces critères aident à établir un plan de correction. Il faut savoir être « agressif » sur des hallux très déviés avec subluxation de la M1P1.

La réalisation de gestes comme la correction d'une pronation du gros orteil ou la restauration d'un appui pulpaire des orteils latéraux n'est pas à négliger car elle sera sanctionnée par le patient lors de l'évaluation.

Le symposium de la SOFCOT 2002 a fait un arbre décisionnel de la cure chirurgicale des hallux valgus toujours d'actualité et qui clôturera notre conclusion.



- Si l'hallux valgus est simple, isolé et sans lésion dégénérative majeure, on propose une technique au choix du chirurgien (scarf ou chevron dans notre service) par ostéotomie de M1. Cette ostéotomie pourra être raccourcissante si la longueur de M1 excède celle de M2, sans raccourcissement si égal ou abaissante si M1 est plus court que M2.
- S'il est associé à un trouble architectural de l'avant-pied :
  - Asymptomatique : il est traité comme un hallux valgus simple.
  - Symptomatique : il faudra identifier la cause du problème.



- Métatarsalgies latérales :

Les métatarsalgies fonctionnelles qui se déclarent à l'effort sans trouble architectural ni syndrome du 2<sup>ème</sup> rayon ne nécessitent pas de geste complémentaire. Anatomiques, c'est-à-dire secondaires à des troubles de position des têtes métatarsiennes, elles requièrent des ostéotomies du 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup>, et 4<sup>ème</sup> métatarsiens.

- Syndrome du 2<sup>ème</sup> rayon :

L'arsenal thérapeutique est étendu et doit répondre à chaque cas. Au stade 1, sans synovite avec une articulation congruente, il se résout par le traitement de l'hallux valgus. Parfois un geste d'allongement de l'extenseur du 2<sup>ème</sup> orteil ou un transfert du fléchisseur sur l'extenseur éliminant les forces abaissantes sera ajouté. Au stade 2 de synovite, l'ostéotomie de la tête de M2 est nécessaire (Ostéotomie de Weil en général). Au stade 3, de subluxation ou luxation cette ostéotomie doit être étendue aux métatarsiens latéraux qui ont déjà subi un transfert de charges.

- Griffes d'orteil :

Elles seront corrigées systématiquement pour un résultat optimal par ostéotomie de la base de la première phalange ou transfert du long fléchisseur sur l'appareil extenseur. Sa correction prévient l'hyper-appui de la tête métatarsienne concernée.

- L'ostéotomie phalangienne devra être ajoutée à la cure de l'hallux valgus en cas d'hallomégalie (1<sup>er</sup> orteil >5 mm au 2<sup>ème</sup> orteil) ou si la pronation de l'hallux est excessive.

L'orientation actuelle se fait vers une chirurgie encore moins invasive : la chirurgie percutanée. Elle est adaptée à des hallux valgus simples peu déformés avec une bonne congruence articulaire[118] On attend encore les résultats à long terme de cette nouvelle procédure. Celle-ci a de nombreuses restrictions et ne peut se substituer à la chirurgie conventionnelle

## IX- Bibliographie

1. Groulier, P., Curvale, G., Piclet-Legré, B., *Hallux Valgus*. Encyclopédie Médico-Chirurgicale, 1987. **4**: p. 1-6.
2. Lelièvre, J., *Pathologie du pied*. 3<sup>ème</sup> ed. 1967, Paris: Masson. 852.
3. Lengelé, B., Leemrijse, T., *Anatomie chirurgicale de l'avant-pied*. Chirurgie de l'avant-pied, 2005. 2<sup>ème</sup> édition: p. 5-22.
4. Tourné, Y., Picard, F., Saragaglia, D., *Pathologie du premier rayon. L'hallux valgus*. Le pied en rhumatologie, 1998: p. 215-231.
5. Valtin, B., Leemrijse, T., *Chirurgie de l'avant-pied*. 2<sup>ème</sup> édition ed. 20005, Paris: Elsevier. 262.
6. Sanders, M., Hagemeyer, K. W., *Conservative treatment and footwear options for hallux valgus*. Foot Ankle Clin, 1997. **2-4**: p. 639-654.
7. Curvale, *traitement de l'hallux valgus selon la technique de Mac Bride modifiée*. Chirurgie de l'avant-pied, 2005. **89**: p. 43-51.
8. Helal, B., *Keller arthroplasty*. Foot Ankle, 1988. **8**(4): p. 227.
9. Burataran, J., *Hallux valgus y cortedad anatomica del primer matatarsano (correccion quirurgica)*. Actual Med Chir Pied, 1976. **XIII**: p. 261-266.
10. AH. Borelli, L.W., *Modified Scarf bunionectomy; our experience in more than one thousand cases*. Journal Foot Surgery, 1991. **30**: p. 609-612.
11. Barouk, L.S., *Notre expérience de l'ostéotomie Scarf des premier et cinquième métatarsiens*. Med Chir Pied, 1992. **8**: p. 67-84.
12. Barouk, L.S., *The first metatarsal Scarf osteotomy associated with the first phallanx osteotomy in the hallux valgus treatment*. Médecine et chirurgie du pied. 1<sup>er</sup> congrès européen d'orthopédie- Journées des spécialités du pied, 1993: p. 133-160.
13. Barouk, L.S., *L'ostéotomie scarf du premier métatarsien associée à l'ostéotomie du gros orteil dans le traitement de l'hallux valgus. Technique chirurgicale*. Maîtrise Orthopédique, 1993. **24**: p. 8-13.
14. Barouk, L.S., *Scarf osteotomy of the first metatarsal in the treatmnet of hallux valgus*. Foot diseases, 1995. **II**: p. 35-48.
15. Barouk, L.S., *New osteotomies in the forefoot and their therapeutic roles*. Forefoot surgery, 1997: p. 49-76.
16. Barouk, L.S., *Scraf osteotomy for hallux valgus correction : local anatomy, surgical technique, and combinaison with other forefoot procedures*. Foot Ankle Clin, 2000. **5-3**: p. 525-558.
17. Austin, D.W., Leneten, E.O., *A new osteotomy for hallux valmgus* Clin Orthop, 1981. **157**: p. 25-30.
18. Johnson, K.A., *The foot and ankle*. Masters techniques in orthopaedics surgery, ed. R.C. Thompson, Jr. 1997, Philadelphia: Lippincott - Raven. 524.
19. Schnepf, J., *L'hallux valgus : bases pathogéniques et anatomopathologiques. Thérapeutique et indications*. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT., 1986: p. 269-277.
20. Claustre, J., Simon, L., *Actualités en médecine et chirurgie du pied*. Vol. 1<sup>ère</sup> série. 1986, Paris: Masson. 158.
21. De Doncker, E., Kowalski, C., *Cinésiologie et rééducation du pied*. Monographies de l'école de cadres de kinésithérapie de Bois-Larris. 1979, Paris: Masson. 182.
22. Dufour M., *Biomécanique fonctionnelle*. 2005, Paris: Masson. 568.

23. Maestro, *Biomécanique de l'avant-pied*. Chirurgie de l'avant-pied, 2005. **2<sup>ème</sup> édition**: p. 23-38.
24. Martorel, *Concepts et études sur la métatarsalgie et son traitement*. Actualités de médecine et chirurgie du pied, 1973. **VIII(2)**: p. 237-270.
25. Barouk L.S, *L'ostéotomie cervico-céphalique de Weil dans les métatarsalgies médianes*. Med Chir Pied, 1994. **1**: p. 23-33.
26. Menz, H.B. and M.E. Morris, *Clinical determinants of plantar forces and pressures during walking in older people*. Gait Posture, 2006. **24(2)**: p. 229-36.
27. Mitternacht, J. and R. Lampe, *[Calculation of functional kinetic parameters from the plantar pressure distribution measurement]*. Z Orthop Ihre Grenzgeb, 2006. **144(4)**: p. 410-8.
28. Faure, C., *le squelette de l'avant pied*. Anat. Clin., 1981. **3**: p. 49-65.
29. Rouviere, H., Delmas, A., *Anatomie Humaine*. 12<sup>ème</sup> ed. Vol. III. 1984, Paris: Masson. 774.
30. Maestro, M., Augoyard, M., Barouk, L.S., Benichou, M., Peyroy, J., Ragusa, M., et al., *Biomécaniques et repères radiologiques du sésamoïde latéral de l'hallux valgus par rapport à la palette métatarsienne*. Med Chir Pied, 1995. **11**: p. 145-154.
31. Gauthier, G., *La physiopathologie de l'hallux valgus*. Actualités en médecine et chirurgie du pied, 1986. **1<sup>ère</sup> série**: p. 20-28.
32. Myerson, M.S., Edwards, W. H. B., *The etiology and pathogenesis of hallux valgus*. Foot Ankle Clin, 1997. **2-4**: p. 583-598.
33. Barouk, L.S., *Elements d'anatomie chirurgicale du premier métatarsien*. Med chir Pied, 1994. **2**: p. 76-82.
34. Cassagnaud, X., Barouk, P. et al *Mesure du DMAA. Etude de la reproductibilité et corrélation radiologique*. Symposium SOFCOT. Rev Chir Orthop.
35. Roussignol, X., et al., *[Use of the new DM2 AA angle for hallux valgus therapeutic planning.]*. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 2006. **92(4 Suppl)**: p. 113.
36. Barouk, L.S., *Gros orteil égyptien et chaussure féminine*. Actualités en médecine et chirurgie du pied, 1986. **1<sup>ère</sup> série**: p. 12-19.
37. Myerson, M.S., Badekas, A., *Hypermobility of the first ray*. Foot Ankle Clin, 2000. **5-3**: p. 469-484.
38. Wulkich, D.K., Donley, B. G., Sferra, J. J., *Hypermobility of the first tarsometatarsal joint*. Foot Ankle Clin, 2005. **10-1**: p. 157-166.
39. Lee, K.T. and K. Young, *Measurement of first-ray mobility in normal vs. hallux valgus patients*. Foot Ankle Int, 2001. **22(12)**: p. 960-4.
40. Coughlin, M.J., et al., *Hallux valgus and first ray mobility: a cadaveric study*. Foot Ankle Int, 2004. **25(8)**: p. 537-44.
41. Biga, N., Mouliès, D., Mabit, C., *Pied plat valgus statique ( y compris les synostoses congénitales )*. Encyclopédie Médicale et Chirurgicale, 1987. **4**: p. 1-10.
42. Cazeau , B.L.S., Barouk P, *Analyse des conséquences biomécaniques de la brièveté du gastrocnémien sur l'avant pied*. Maitrise orthopédique, 2006: p. 8-11.
43. Barouk, L.S., *Great toe osteotomies in the hallux valgus : personal experience. Thérapeutique proposition*. Foot diseases, 1994. **1**: p. 79-89.
44. Frey, C., *Foot health and footwear for women*. Clinical orthopaedics and related research, 2000. **372**: p. 32-44.
45. Sammarco, G.J. and O.B. Idusuyi, *Complications after surgery of the hallux*. Clin Orthop Relat Res, 2001(391): p. 59-71.

46. Herron, M.L., et al., *Sensory dysfunction in the great toe in hallux valgus*. J Bone Joint Surg Br, 2004. **86**(1): p. 54-7.
47. Resch, S., A. Stenstrom, and T. Gustafson, *Circulatory disturbance of the first metatarsal head after Chevron osteotomy as shown by bone scintigraphy*. Foot Ankle, 1992. **13**(3): p. 137-42.
48. Jones, K.J., et al., *The effect of chevron osteotomy with lateral capsular release on the blood supply to the first metatarsal head*. J Bone Joint Surg Am, 1995. **77**(2): p. 197-204.
49. Easley, M.E., Kelly, I.P., *Avascular necrosis of the hallux metatarsal head*. Foot Ankle Clin, 2000. **5-3**: p. 591-608.
50. Barouk, L.S., *Nouvelles ostéotomies de l'avant-pied. Description. Insertion dans un concept thérapeutique global. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 54. chirurgie de l'avant-pied. Expansion scientifique française*.
51. Barouk, L.S., *Notre expérience de l'ostéotomie " scarf " des 1<sup>er</sup> et 5<sup>ème</sup> métatarsiens*. Med Chir Pied, 1992. **8**(2): p. 67-84.
52. Barouk, L.S., *Ostéotomie Scarf du premier métatarsien*. Med Chir Pied, 1994. **10**(2): p. 111-120.
53. Barouk, L.S. and P. Barouk, *Reconstruction de l'avant pied*. Publisher Springer paris, 2006: p. 19-110.
54. Dereymaeker, G., *Scarf osteotomy for correction of hallux valgus : surgical technique and results as compared to distal chevron osteotomy*. Foot Ankle Clin, 2000. **5-3**: p. 513-524.
55. Kristen, K.H., et al., *The SCARF osteotomy for the correction of hallux valgus deformities*. Foot Ankle Int, 2002. **23**(3): p. 221-9.
56. Oh, I.S., M.K. Kim, and S.H. Lee, *New modified technique of osteotomy for hallux valgus*. J Orthop Surg (Hong Kong), 2004. **12**(2): p. 235-8.
57. O'Kane, C., Kilmartin, T. E., *The rotation scarf and Akin osteotomy for the correction of severe hallux valgus*. The foot, 2002. **12**: p. 203-212.
58. Perugia, D., & al., *The scarf osteotomy for severe hallux valgus*. Int Orthop, 2003. **27**(2): p. 103-6.
59. Skotak, M. and J. Behounek, *[Scarf osteotomy for the treatment of forefoot deformity]*. Acta Chir Orthop Traumatol Cech, 2006. **73**(1): p. 18-22.
60. Trnka, H.J., Hofstaetter, S.G., *Chevron Osteotomy With Lateral Soft Tissue Release Techniques in foot and ankle surgery*, 2006. **5**: p. 250-256.
61. Kristen, K.H., Berger, K., Berger, c., Kampla, W., Anzböck, W., Weitzel, S.H., *the first metatarsal bone under loading conditions : a finite element analysis*. foot and ankle clinics, 2005. **10-1**: p. 1-14.
62. Abidi, N.A., *Distal chevron osteotomy for correction of hallux valgus deformity*. Techniques in foot and ankle surgery, 2003. **2**: p. 2-10.
63. Espinosa, N., Meyer, D.C., Von Campe, A., Helmy, N., Vienne, P., *A new modified distal first metatarsal osteotomy for the treatment of hallux valgus deformity : the reversed L-shaped osteotomy*. Techniques in foot and ankle surgery, 2006. **5**: p. 190-197.
64. Friscia, D.A., *Distal metatarsal osteotomy*. Foot Ankle Clin, 1997. **2-4**: p. 655-668.
65. Pochatko, D.J., & al., *Distal chevron osteotomy with lateral release for treatment of hallux valgus deformity*. Foot Ankle Int, 1994. **15**(9): p. 457-61.
66. Steinböck, G., *Chevron-osteotomy for the treatment of hallux valgus*. Foot and ankle surgery, 2003. **9**: p. 95-102.
67. Trnka, H.J., et al., *Modified Austin procedure for correction of hallux valgus*. Foot Ankle Int, 1997. **18**(3): p. 119-27.

68. Acevedo, J.I., *Fixation of metatarsal osteotomies in the treatment of hallux valgus*. *Foot Ankle Clin*, 2000. **5**(3): p. 451-68.
69. Sarrafian, *Myologie*. Anatomie of the foot and ankle, 1983: p. 199-251.
70. Owens, S. and D.B. Thordarson, *The adductor hallucis revisited*. *Foot Ankle Int*, 2001. **22**(3): p. 186-91.
71. Barouk, L.S., *Le raccourcissement du gros orteil : Intérêt de l'agrafe à mémoire spécifique*. *Actualités en médecine et chirurgie du pied*, 1993. **8<sup>ème</sup> série**: p. 93-105.
72. Bonneville P, B.B., *Place de l'ostéotomie phalangienne dans la cure chirurgicale de l'hallux valgus*. *Actual Med Chir Pied*, 1986: p. 29-33.
73. Akin, O., *The treatment of hallux valgus: A new operative procedure and its results*. *Medical sentinel*, 1925. **33**: p. 678-679.
74. Makwana, N.K., *Osteotomy of the hallux proximal phalanx*. *Foot Ankle Clin*, 2001. **6**(3): p. 455-71.
75. Martin, D.J., Gardner, E.R., *Transfert metatarsalgia after hallux valgus correction alleviated by "auto-Helal" osteotomy of the second metatarsal*. *The foot*, 2005. **15**: p. 101-103.
76. Wong, K., A., *Physical Therapy and Rehabilitation in The Postoperative Period*. *Foot and Ankle Clinics*, 1997. **4-2**: p. 753-769.
77. Kitaoka, H., B, Alexander, I.J., Adelaar, R.S., Nunley, A.A, Myerson, M.S., Sanders, M., *Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes*. *Foot Ankle Int*, 1994. **15**: p. 349-352.
78. Meier, P.J. and J.E. Kenzora, *The risks and benefits of distal first metatarsal osteotomies*. *Foot Ankle*, 1985. **6**(1): p. 7-17.
79. Berthonnaud, E., Besse, J.-L., Dimnet, J. *Footlog*. in *5<sup>th</sup> Congres EFORT ( European Federation of National Associations of the Orthop and Trauma). Speciality Day*. june 2001. Rhodes.
80. Berthonnaud, E., Besse, J.-L., Dimnet, J. *Footlog*. in *12<sup>th</sup> Conference of the European Society oh Biomechanics*. august 2000. Dublin.
81. Berthonnaud, E., Besse, J.-L., Dimnet, J. *Footlog*. in *Journées de Printemps de l'AFCP( Association Française de Chirurgie du Pied)*. mai 1999. Lyon.
82. Berthonnaud, E., Besse, J.-L., Dimnet, J. *Footlog*. in *SICOT/SIROT Annual International Conference ( International Society of Orthop Surgery and Trauma)*. september 2001. Paris.
83. Kilmartin, T.E., Flintham, C., *Hallux Valgus Surgery : A Simple Method for Evaluation the First-Second Intermetatarsal Angle in the Presence of Metatarsus adductus*. *the journal of foot and ankle surgery*, 2003. **42**: p. 165-166.
84. Bonnel, F., Canovas, F., Poiree, G., Dusserre, F., Vergnes, C., *Radiographical results of scarf osteotomy for hallux valgus related to distal metatarsal articular angle*. *Rev Chir Ortho*, 1999. **85**: p. 381-386.
85. Regnaud, B., *Hallux rigidus*. *The foot*, 1986: p. 335-350.
86. Edwards, W.H., *Avascular necrosis of the first metatarsal head*. *Foot Ankle Clin*, 2005. **10-1**: p. 117-128.
87. Neary, M.T., & al., *Avascular necrosis of the first metatarsal head following Austin osteotomy: a follow-up study*. *J Foot Ankle Surg*, 1993. **32**(5): p. 530-5.
88. Grace, D.L., *Sesamoid problems*. *Foot Ankle Clin*, 2000. **5-3**: p. 609-628.
89. Gainor, B.J., Epstein, R. G. & al, *Metatarsal head resection for rhumatoid deformities of the fore foot*. *clin Orthop Relat Res*, 1988(13): p. 207-230.
90. Sherman , D., *Keller's arthroplasty. Is distraction useful. A prospective trial*. *Journal of bone and joint surgery* 1984. **66 B**: p. 765-769.



91. Thordarson, D.B., & al., *Correlation of hallux valgus surgical outcome with AOFAS forefoot score and radiological parameters*. Foot Ankle Int, 2005. **26**(2): p. 122-7.
92. Thordarson, D.B., & al., *Outcome study of hallux valgus surgery--an AOFAS multi-center study*. Foot Ankle Int, 2001. **22**(12): p. 956-9.
93. Lazarides, S.P., Hildreth, A.; Prassanna, V., Talkhani, I., *Association amongst angular deformities in Hallux Valgus of the deformity in health-related quality of life*. Foot and ankle surgery, 2005. **11**: p. 193-196.
94. Schneider, W., Csepan, R., Knahr, K., *Reproducibility of the Radiographic Metatarsophalangeal Angle in Hallux Surgery*. The journal of bone and joint surgery, 2003. **85-A**: p. 494-499.
95. Hawkins, F.B., Mitchell, C.L., Hedrick, D.W., *Correction of hallux valgus by metatarsal osteotomy*. J Bone Joint Surg Am, 1945. **27**: p. 387-394.
96. Venning, P., Hardy, R.H., *Sources of error in the production and measurement standard radiographics of the foot*. Br j radiol, 1951. **24**: p. 18-26.
97. Mitchell, C.L., Flemming, J.L, Allen, R., Glenney, C., Sanford, G.A., *Osteotomy-bunionectomy for hallux valgus*. J Bone Joint Surg Am, 1958. **40**: p. 41-60.
98. Miller, J.W., *Distal first metatarsal displacement osteotomy : its place in the schema of bunion surgery*. J Bone Joint Surg Am, 1974. **56**: p. 923-931.
99. Nestor, B.J., Kitaoka, H.B, Ilstrup, D.M., Berquist, T.H., Bergmann, A.D., *Radiologic anatomy of painful bunionette*. foot Ankle, 1990. **11**: p. 6-11.
100. Van Vo, H., Safiedine, A.M., Short, T., Merrill, T., *A comparison of 4 common methods of hand-measured techniques with a computerized to measure the first intermetatarsal angle*. The journal of foot and ankle surgery, 2004. **43**: p. 395-399.
101. Donnelly, R.E., & al., *Modified chevron osteotomy for hallux valgus*. Foot Ankle Int, 1994. **15**(12): p. 642-5.
102. Trnka, H.J., & al., *The chevron osteotomy for correction of hallux valgus. Comparison of findings after two and five years of follow-up*. J Bone Joint Surg Am, 2000. **82-A**(10): p. 1373-8.
103. Torkki, M., Seitsalo, S., Paavolainan P., *Chevron osteotomy for correction of hallux valgus : a long-term follow-up study*. The foot, 2001. **11**: p. 91-93.
104. Schneider, W., & al., *Chevron osteotomy in hallux valgus. Ten-year results of 112 cases*. J Bone Joint Surg Br, 2004. **86**(7): p. 1016-20.
105. Jones, S., & al., *Scarf osteotomy for hallux valgus. A prospective clinical and pedobarographic study*. J Bone Joint Surg Br, 2004. **86**(6): p. 830-6.
106. Monga, P., Kumar, A., Simons, A., *Outcome following surgery for hallux valgus: the patients perspective*. Foot and ankle surgery, 2006.
107. Merloz, P., Tonetti, Eid, Martinez, *Traitement de l'hallux valgus par l'ostéotomie de scarf: à propos de 120 cas*. Conférence de la SOFCOT 1998, 1998.
108. Wolke, B., Sparmann, M., *Results after distals Austin and proximal displacement osteotomy : therapy for hallux valgus*. Foot and ankle surgery, 1999. **5**: p. 47-52.
109. Wagner, A., Fuhrmann, R., Abramowski, I., *Early results of Scarf osteotomies using differentiated therapy of hallux valgus*. Foot and ankle surgery, 2000. **6**: p. 105-112.
110. Blair, S., Ong, M., Gregori, A., *The scarf osteotomy for hallux valgus : a clinical and radiological review*. The foot, 2001. **11**: p. 140-143.



111. Aslam, N., Lavis, G., Porter, D., Cooke, P.H., *A radiographic evaluation of the scarf osteotomy for the correction of hallux valgus*. The foot and ankle surgery, 2004. **10**: p. 35-39.
112. Freslon, M., et al., [*Scarf osteotomy for the treatment of hallux valgus: a review of 123 cases with 4.8 years follow-up*]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 2005. **91**(3): p. 257-66.
113. Pinney, S.J., K.R. Song, and L.B. Chou, *Surgical treatment of severe hallux valgus: the state of practice among academic foot and ankle surgeons*. Foot Ankle Int, 2006. **27**(12): p. 1024-9.
114. Waldecker, U., *Lateral release in hallux valgus surgery : comparison of two approaches*. Foot and ankle surgery, 2004. **10**: p. 195-199.
115. Roukis, T.S., & al., *Predicting articular erosion in hallux valgus: clinical, radiographic, and intraoperative analysis*. J Foot Ankle Surg, 2005. **44**(1): p. 13-21.
116. Breslauer, C. and M. Cohen, *Effect of proximal articular set angle-correcting osteotomies on the hallucal sesamoid apparatus: a cadaveric and radiographic investigation*. J Foot Ankle Surg, 2001. **40**(6): p. 366-73.
117. Goldberg, I., A. Bahar, and Z. Yosipovitch, *Late results after correction of hallux valgus deformity by basilar phalangeal osteotomy*. J Bone Joint Surg Am, 1987. **69**(1): p. 64-7.
118. De Lavigne, C., Guillo, S., Laffenetre, O., De Prado, M., Jambou, S., Allard, M., Bousquet, V., Colombet, P., Flurin, P.-H. et le Groupe de Recherche et d'Etude en Chirurgie Mini-Invasive du Pied, *Le traitement de l'hallux valgus par technique mini-invasive*. Le journal français de l'orthopédie: p. 1-14.

## SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des maîtres de cette école, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je dispenserai mes soins sans distinction de race, de religion, d'idéologie ou de situation sociale.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser les crimes.

Je serais reconnaissant envers mes maîtres, et solidaire moralement de mes confrères. Conscient de mes responsabilités envers les patients, je continuerais à perfectionner mon savoir.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir de l'estime des hommes et de mes condisciples, si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

BON A IMPRIMER N° 170

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE

Vu, le Doyen de la Faculté

VU et PERMIS D'IMPRIMER

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ

---

## Résumé

Une étude rétrospective a été réalisée sur 73 pieds (59 patients) opérés d'un hallux valgus dans le service d'orthopédie du CHRU de Limoges. Les 2 techniques chirurgicales utilisées sont le Scarf et le chevron modifié Johnson. Le but de cette étude est d'évaluer et de comparer leurs résultats.

Les mesures radiographiques sont réalisées avec un logiciel de mesure semi-automatisé : Footlog®. L'évaluation clinique se fait avec le score de l'American Orthopedic Foot and Ankle Surgery (AOFAS) (0-100points). 24 pieds ont bénéficié de la procédure de chevron, 49 de scarf. 97% de la population est féminine. L'âge moyen est de 59 ans.

A 5 ans de recul moyen, la correction médiane de l'angle métatarso-phalangien est de  $10.3^{\circ}$  ( $p < 0.0001$ ), celle de l'angle inter métatarsien  $3.5^{\circ}$  ( $p < 0.0001$ ),  $10.4^{\circ}$  pour la correction médiane de la congruence articulaire ( $p < 0.0001$ ),  $2.2^{\circ}$  pour l'angle de la surface articulaire distale (DMAA) ( $p = 0.99$ ). Le recentrage sésamoïdien s'est amélioré. Le score médian de l'AOFAS est de 81 points.

En conclusion, ces résultats sont comparables à ceux de la littérature ayant un recul de plus de 5 ans. Ils ne montrent pas de différence significative entre les deux techniques. On ne retrouve pas de limitation d'âge à la réalisation du chevron. De plus, cette technique peut être étendue à de plus grandes déformations ( $M1P1 \leq 35^{\circ}$  et  $M1M2 \leq 20^{\circ}$ ) avec le même résultat que le scarf.

---

<b>THESE DE DOCTORAT EN MEDECINE</b>
--------------------------------------

---

### MOTS-CLES:

Hallux valgus, ostéotomie de chevron modifiée Johnson, Ostéotomie de Scarf, comparaison, long recul, mesures numériques.

---

**UNIVERSITE DE LIMOGES – FACULTE DE MEDECINE**

2, rue du Docteur Marcland 87025 LIMOGES CEDEX