

Le traitement orthopédique du pied bot varus équin de la naissance à l'âge de la marche

F. CHOTEL*, J. BERARD**

Introduction

Le traitement du pied bot varus équin (PBVE) reste en l'an 2000, extrêmement **controversé** et encore le plus souvent affaire d'école.

En effet il est bien difficile de concevoir le traitement d'une **pathologie mal connue**. Sous le vocable idiopathique se trouve une déformation d'origine multi-factorielle [14, 15, 20, 36]. L'apport de l'échographie anténatale a permis de rejeter la théorie posturale longtemps évoquée. Certes les contraintes mécaniques *in utero* en fin de gestation viennent aggraver une déformation à genèse beaucoup plus précoce, mais dont nous ignorons toujours les mécanismes étio-pathogéniques intimes.

Il s'agit d'un véritable **challenge** pour l'orthopédiste pédiatre de mener ce pied "à maturation osseuse" avec une morphologie acceptable et une fonction la plus normale possible avec un pied plantigrade, souple et indolore.

Dans un esprit didactique, nous développerons la prise en charge du PBVE idiopathique selon son ordre chronologique naturel.

Consultation anténatale

Dans notre expérience sur les deux dernières années, le diagnostic anténatal n'a été porté de manière formelle que dans 15 % des cas. Ce chiffre devrait très sensiblement s'améliorer avec le temps. L'apport récent de l'échographie tridimensionnelle est susceptible de modifier la perception de la déformation par les parents.

* Praticien Hospitalier,

** Chef de Service

Service de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique de l'enfant - Hôpital Debrousse - 29, rue Sœur Bouvier, 69322 Lyon Cedex 05

Le **premier discours** tenu à la famille est **fondamental et décisif**.

Il est orienté autour de trois objectifs :

- **Déculpabiliser**

- **Rassurer** et expliquer pourquoi l'interruption de grossesse n'est pas indiquée : moyennant un traitement astreignant au cours des 6 premiers mois, l'acquisition de la marche se fera à un âge normal avec une chaussure ordinaire ou presque. La participation ultérieure aux activités sportives est raisonnablement envisageable.

- **Informé** : Les parents ont besoin de points de repères : un **projet thérapeutique cohérent**, expliqué dans ses grandes lignes, est nécessaire pour établir une relation de confiance saine et durable.

Le traitement **d'abord orthopédique** n'exclut pas une intervention chirurgicale. Cette chirurgie n'est pas un échec mais un traitement complémentaire de perfectionnement. Le risque de récurrence pendant toute la croissance (même après chirurgie) justifie une surveillance prolongée. Toutefois, quelle que soit la qualité du résultat obtenu, le pied ne sera jamais tout à fait normal et persistera bien souvent une fossette cutanée externe, une amyotrophie du mollet, une pointure inférieure, et des amplitudes articulaires incomplètes.

Premier examen : démarche diagnostique

Un examen initial *rigoureux et méthodique* est réalisé sur un nouveau-né détendu dans le triple but :

- **De diagnostic positif** : la déformation tridimensionnelle associe varus et supination (plan frontal), adduction (plan horizontal), équin et parfois cavus (plan sagittal). La réductibilité de l'équin dès le premier examen doit faire recuser le diagnostic de pied bot, au profit de celui de "pieds varus" dont le pronostic est bien



meilleur. Cette confusion augmente artificiellement les bons résultats de certaines séries de la littérature.

- **De diagnostic étiologique** : affirmer le caractère idiopathique de la déformation n'est possible qu'au terme d'un examen clinique et d'investigations para-cliniques. Il s'agit d'un diagnostic d'élimination qu'il faut en permanence savoir remettre en cause. Mélanger pieds bots idiopathiques et secondaires, est en effet une seconde source de confusion. Un examen neurologique (associé à une échographie trans-fontanelle et médullaire), articulaire (arthrogrypose ?), cutané (bride ?) et plus général sera entrepris. Une demande de caryotype de principe n'est pas justifiée [46].

- **De diagnostic de gravité** : "il n'y a pas un pied bot, mais des pieds bots...". Les radiographies initiales sont peu informatives (incidences peu reproductibles, noyaux d'ossification excentrés, surfaces articulaires non visibles...) et sont abandonnées par la majorité des équipes. Plus informatives, sont les photographies numériques systématiques réalisées dans les 3 plans de l'espace.

L'évaluation de la morphologie globale du pied est une approche nécessaire mais non suffisante. La réductibilité de la déformation doit être appréciée. Plusieurs classifications existent [21, 32, 56], nous avons opté pour la celle de Diméglio et Bensahel [21] qui a l'avantage (avec un peu d'expérience), d'être reproductible et très facile à manier en pratique clinique de routine. La note sur 20 donnée à chaque évaluation est extrêmement motivante pour les parents lors de la phase de réduction.

L'imagerie moderne [11, 25, 35], peut dans une perspective de recherche, améliorer la compréhension de la physiopathologie du pied bot jusqu'alors étudiée par de rares dissections de pièces anatomiques. Peu d'études à l'heure actuelle (difficultés de faisabilité) se consacrent à l'analyse de la déformation en période néonatale (la plus intéressante) c'est-à-dire avant toute action thérapeutique [11]. Les nouveaux logiciels devraient permettre prochainement des reconstructions IRM 3D.

Enfin ne pas oublier l'examen clinique et échographique systématique des hanches qui vient mettre un terme à cette première démarche.

Rappel physiopathologique (fig. 1-2)

En 1883, Farabeuf établit les premières théories biomécaniques du PBVE [27]. On retiendra le célèbre aphorisme : "**le calcaneum roule, vire et tanguent sous l'astragale**". Ce concept, repris par Huson [37] et plus récemment par Ponseti [54] est toujours d'actualité.

En effet, par un mécanisme encore inconnu, le tarse postérieur est attiré sous l'effet de bras de levier tendino-musculaires, puis fixé par des rétractions fibreuses, dans un mouvement **d'adduction** (virement dans le plan horizontal) et **d'inversion** (roulis dans le plan frontal) **combiné**.

- Seul le talus (ou astragale), tel un tenon bloqué dans la mortaise tibio-fibulaire, est susceptible de résister aux contraintes. Toutefois son col, libre et de nature cartilagineuse, s'est déformé (augmentation de l'angle de déclinaison).

- Le pied, à l'exclusion du talus, est assimilé à une unité fonctionnelle : le **bloc calcanéopédieux** (BCP). Cette notion, développée par Queneau et Meary puis reprise par Seringe [62], facilite la compréhension des mouvements guidés et automatiques de l'avant-pied imposés par la déformation du tarse.

- **L'adduction du calcaneum** (fig. 1), entraîne une médialisation de l'interligne calcanéocuboïdienne qui passe sous l'interligne talo-naviculaire (et non plus à côté). Il en résulte une **verticalisation de l'interligne medio-tarsien**, qui entraîne automatiquement l'avant-pied en **supination**. Cependant cette supination n'est pas répartie de manière équivalente entre arrière et avant pied ; en effet, le premier rayon métatarsien est plus en flexion plantaire que ne l'est le cinquième rayon. De ce fait, l'avant-pied se trouve en **pronation relative** (moins en supination) par rapport à l'arrière-pied, ceci expliquant la déformation en **cavus** observée dans le pied bot.

- D'autre part, l'**anatomie osseuse sous-talienne** (double articulation en selle inversée) impose certains mouvements automatiques. En effet lorsque le calcaneum adducte, il est entraîné en **varus** (ou inversion des Anglo-Saxons).

- **Varus de l'arrière-pied et supination** (fig. 1) sont donc en majeure partie des mouvements induits par l'adduction du calcaneum (il s'agit de faux ennemis qui ne doivent pas être corrigés directement !).

- **L'adduction globale** du pied est double : une adduction du calcaneum au sein du BCP et une adduction médio-tarsienne à l'origine de la convexité du bord externe du pied. L'adduction de l'os naviculaire aboutit à une véritable luxation de l'interligne talo-naviculaire et au cours de son rapprochement avec la malléole médiale, à la création d'une néo-articulation naviculo-malléolaire. La difficulté à éloigner l'os naviculaire de la malléole est pour Ponseti un critère de gravité.



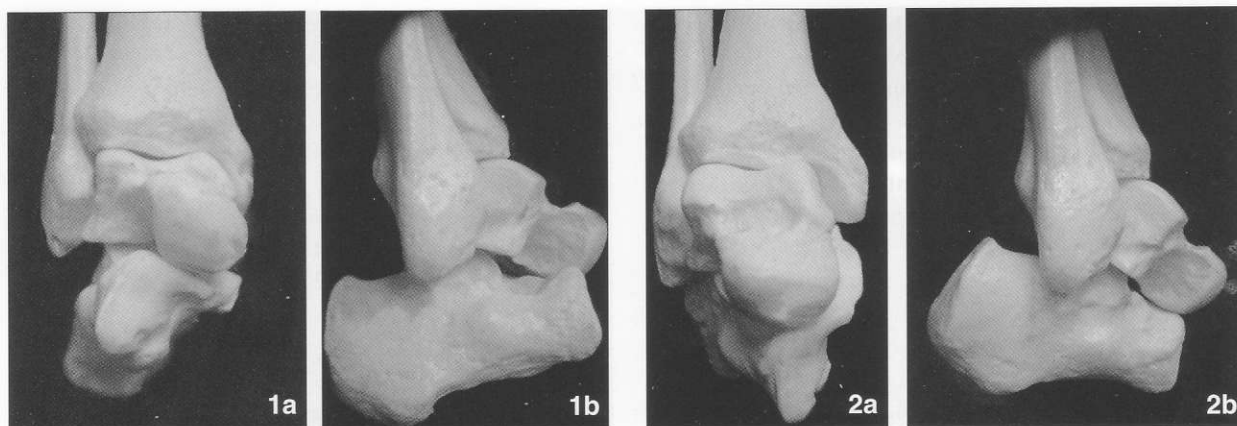


Fig. 1-2 :

Vue de face (a) et profil (b) du tarse postérieur dans la mortaise tibio-fibulaire. En situation normale [1], le calcaneum est incliné en discret valgus ; l'articulation calcanéocuboïdienne est latéralisée par rapport à l'interligne talo-naviculaire (fig. 1a). La tubérosité calcanéenne antérieure est ascensionnée (fig. 1b).

Dans le PBVE [2], le calcaneum se déplace en adduction sous le talus, sa tubérosité antérieure plonge sous la tête talienne ; il en résulte une bascule automatique en varus et une verticalisation de l'interligne médio-tarsien (fig. 2a). L'équin sous-talien est bien visible de profil sous forme d'une diminution de la divergence astragalo-calcanéenne (fig. 2b).

• L'équinisme (tangage dans le plan sagittal) nous l'avons vu, est une composante essentielle et obligatoire pour le diagnostic de pied bot. Lors de l'adduction du calcaneum, sa partie antérieure plonge sous le col du talus expliquant ainsi l'équin sous talien (fig. 2) ; il s'y associe par ailleurs un équin tibio-talien habituellement prépondérant et lié à la rétraction tricipitale.

Prise en charge

Elle concerne l'enfant, mais aussi les parents dont la coopération va être indispensable tout au long du traitement.

On peut individualiser trois étapes essentielles :

- La première phase concerne la réduction de la déformation proprement dite. Le risque iatrogène par manipulation d'un pied à 75 % cartilagineux est important ; en matière de pied bot : "les tissus mous sont durs et les os sont mous" [18]. De bonnes connaissances physiopathologiques et beaucoup de douceur sont donc indispensables.
- Une phase intermédiaire dite de "consolidation" de la correction va suivre.
- La dernière étape concerne le maintien du résultat obtenu et la gestion du risque de récurrence.

1) Phase de réduction de la déformation

• A la naissance, la déformation est déjà structuralisée. La réduction ne pourra être que progressive visant à

parcourir le chemin inverse de celui constitué *in utero* depuis la période embryonnaire.

- Cette phase dure **6 à 8 semaines** selon les équipes.
- Elle doit **débuter précocement** [53, 59] dans les 3 premiers jours de vie.
- **Chirurgiens pédiatres et kinésithérapeutes** spécialisés collaborent en milieu hospitalier.

Le traitement initial est d'abord "orthopédique" [5, 8, 31, 34, 42, 44, 45, 46, 49, 52, 64, 67, 68, 69] au sens conservateur du terme. Si la chirurgie précoce est d'actualité depuis 10 à 15 ans, très peu d'auteurs la défendent encore d'emblée avant tout traitement orthopédique [61]. Cette indication nous semble tout à fait excessive ; Pous [58] l'a abandonnée depuis 1980, les pieds même très déformés ayant une évolution imprévisible, pouvant réagir avec succès au traitement conservateur.

• Les **techniques de réduction** utilisées sont **variables selon les écoles**. Elles peuvent aussi varier dans le temps au sein d'une même école [58]. La controverse reste ouverte.

Il nous semble plus intéressant de discuter dans un premier temps de la **philosophie de réduction**, que des nombreux moyens développés pour y parvenir : plâtres, attelles, bandages, etc.

a) Philosophie de réduction

Elle est très rarement exposée en détail dans la littérature. Ponseti dans son livre [54], s'oppose à de nom-



breux auteurs sur plusieurs points, et rapporte une dizaine d'erreurs thérapeutiques classiques à éviter [55]. Il propose certaines règles que nous développerons :

- **La première manipulation** consiste en un **alignement de la supination de l'avant-pied sur celle de l'arrière-pied**. Cette réduction de la pronation relative du premier métatarsien par rapport à l'arrière-pied est une manœuvre dite "anti-cavus". L'accentuation de la supination de l'avant-pied obtenue par élévation en extension du premier rayon, donne l'apparence paradoxale d'une aggravation de la déformation (fig. 3-4). Elle permet toutefois un meilleur étirement du ligament glénoïdien.

Pour l'auteur plus la déformation est sévère, plus l'avant-pied en phase initiale, doit être porté en supination !

Ce point nous semble essentiel, il diffère des méthodes conventionnelles où en réponse à la supination globale, le pied est porté en pronation [33, 41, 51, 66, 67, 69...] ; l'avant-pied plus souple que l'arrière-pied se trouve alors twisté en éversion. D'autre part, cette mise en pronation est de nature à **bloquer ou au moins à freiner le mouvement d'abduction du calcaneum sous le talus**.

- Ainsi placé en supination, l'avant-pied va pouvoir être porté **progressivement en abduction** : "le virage de l'abduction se fait par un engagement en supination".

Cette abduction s'effectue avec pour contre-appui, le col du talus ; ce dernier étant maintenu dans la mortaise tibio-fibulaire par le pouce de l'opérateur (fig. 5-6).

Il s'agit d'un second détail technique d'importance ; en effet porter le pied en abduction avec un contre-appui à la face latérale de l'articulation calcanéocuboïdienne [Kite : 43] est une erreur car ceci aboutit à bloquer l'abduction du calcaneum et du BCP, au profit d'une abduction purement médio-tarsienne voire tarso-métatarsienne.

Au cours du mouvement progressif d'abduction du pied, le calcaneum se déplace en extension et en éversion simultanément (fig. 1-2), ceci permet **une correction automatique du varus** du talon sans aucune manipulation directe à ce niveau.

Au fur et à mesure que la supination de l'arrière-pied se réduit et que l'interligne calcanéocuboïdien se latéralise à côté et non plus sous le col talien, il faut diminuer la supination de l'avant-pied. Quand l'adduction est corrigée, le pied est en prono-supination neutre : **à aucun moment il ne sera porté en pronation !** (contre-indication formelle pour l'auteur).

Les manœuvres directes qui, par un mouvement frontal, portent en valgus le calcanéum entre pouce et index sont à proscrire car elles imposent un bâillement articulaire potentiellement iatrogène pour l'articulation sous-talienne externe.

Quand la correction complète de l'adduction du pied est obtenue, varus et supination sont alors corrigés : tous ces mouvements ont été simultanés.

- Il ne persiste à ce stade que quelques degrés d'**équin**, l'équin sous-talien étant en grande partie réduit par restitution de la divergence physiologique talo-calcaneenne. En effet, le mouvement préalable d'abduction du calcanéum qui restitue la divergence de face permet de libérer la portion antérieure de celui-ci qui pourra alors ascensionner autorisant la descente de la grosse tubérosité (fig. 1-2). A ce stade, l'effort principal se porte sur l'équin tibio-talien.

Certaines remarques s'imposent :

- Marchal [48], Cooper [16] comme Ponseti insistent sur la nécessité de corriger d'abord **le cavus** par la mise en supination de l'avant-pied. Les techniques qui associent dès la phase initiale une fixation du pied à plat sur plaquette induisent nécessairement une pronation relative de l'avant-pied sur l'arrière-pied, même si cela n'est pas recherché par les manipulations. Cette pronation relative de l'avant-pied est susceptible de freiner la mise en abduction du pied. Ces techniques vont donc pour nous, à l'encontre des principes de correction du cavus établi par Ponseti.

- La réduction de l'**adduction** peut se concevoir de plusieurs manières :

- Pour Ponseti, comme pour la plupart des auteurs [6, 64], la rotation du BCP est effectuée par l'intermédiaire d'une prise métatarsienne (prise "en berceau" de Seringe), c'est-à-dire à distance du tarse postérieur.
- Mc Kay [46], Karski [42], Ikeda [39], Napiontek [51] proposent une action directe sur le tarse (manœuvre de Wisbrun [71]) : le pouce de l'opérateur exerce une pression portée au niveau plantaire, à la face médiale de la calcanéocuboïdienne pour pousser le calcanéum latéralement en dehors de la tête du talus, tandis que l'index de l'opérateur éloigne la tubérosité calcaneenne de la malléole externe. Ce mouvement est réalisé dans un plan proche de l'horizontal sans contrainte sur l'avant-pied, ce qui limite les risques iatrogènes.

- Il est maintenant admis par tous que la **correction de l'équin** ne doit se faire qu'à la fin de la procédure de réduction. Dans le cas contraire, la partie antérieure du cal-



Fig. 3-4 : Première manœuvre

La pronation relative de l'avant-pied sur l'arrière-pied est à l'origine du cavus (fig. 3). Cavus et pli plantaire disparaissent en positionnant l'avant-pied en abduction et en accentuant sa supination (fig. 4).

Fig. 5-6 : Réduction de l'adduction

L'avant-pied est porté en abduction. Un contre appui est exercé entre pouce et index de la main droite de l'opérateur. En phase initiale la supination de l'avant-pied est conservée (fig. 5), pour être progressivement réduite puis annulée au cours des plâtres successifs (fig. 6).



canéum bloquée en adduction sous le talus, ne pourrait ascensionner correctement qu'au risque de conduire au pied convexe iatrogène. De plus, la tête du talus toujours déviée en adduction (angle de déclinaison) viendrait dans cette hypothèse, faire butoir contre la malléole interne lors de la flexion dorsale, ceci ayant pour effet de forcer le talus en rotation externe et d'entraîner la malléole externe en arrière (complication le plus souvent iatrogène).

b) Techniques de réduction

Elles associent toutes à des degrés divers : MOBILISATION et CONTENTION.

Très schématiquement, on distingue 3 options :

- **Le traitement "Orthopédique"** privilégie la contention, par plâtres successifs. Peu utilisé et considéré comme le traitement du pauvre en France, il est actuellement très répandu en Amérique du Nord mais également en Europe [4]. Ponseti en est actuellement le chef de file.
- **Le traitement fonctionnel** est basé sur des manipulations passives et actives fréquentes répétées dans la journée. Les auteurs français sont les principaux promoteurs de cette méthode.
- D'autres techniques peuvent être qualifiées de "**mixtes**" associant manipulation et immobilisation plâtrée.

Nous verrons par ailleurs combien la distinction orthopédique/fonctionnelle est arbitraire.

- Traitement orthopédique par plâtres successifs selon Ponseti

- Principes :

- S'opposer aux forces déformantes des **muscles** hyperactifs de manière progressive et mettre au repos en situation d'étirement les chefs musculaires rétractés, diminuant les tensions exercées sur leurs jonctions myotendineuses. Ainsi la croissance musculaire est favorisée. L'étirement progressif et méthodique concerne également les **structures fibreuses** capsulo-ligamentaires. L'immobilisation serait de nature à limiter la synthèse accrue du collagène observée dans ces zones [1, 9].

- Technique :

- Le plâtre doit impérativement être confectionné sur un enfant détendu. Une pièce calme, dans la pénombre ; l'enfant est laissé à jeun de telle sorte que le biberon soit donné par un des parents au cours du geste. La confection du plâtre succède à une brève manipulation et est réalisée dans la position d'étirement ligamentaire maximal alors obtenue.

- Seul le plâtre de Paris, facile à modeler doit être utilisé. Une seule couche de coton ou de Velband® appliquée sur la peau de l'enfant sans jersey permet un bon ajustement du plâtre et une excellente tolérance cutanée.
- Tandis que l'opérateur maintient le pied dans la position souhaitée, la bande de plâtre est déroulée par l'aide de distal à proximal, dans le sens horaire pour un pied gauche, anti-horaire pour un pied droit, en se limitant dans un premier temps au segment jambier. L'opérateur peut alors mouler et positionner le pied en rotation sous le talus, tandis que l'aide exerce un contre-appui sur la face dorsale de la cuisse ; la voûte plantaire est protégée par le pouce de la main "de maintien". La zone pré-malléolaire interne est modelée par le pouce de la main "modelante", aucun contact avec le talon n'est réalisé (fig. 7).
- La botte plâtrée étant terminée, la contention est prolongée sur le genou et la cuisse. En effet seule une prise cruro-pédieuse permet de prévenir la perte de correction par rotation de la cheville et du talus. Le plâtre Cruro-pédieux genou fléchi à 90° a pour autre avantage de détendre les jumeaux (action anti-équino), et d'éviter que le nouveau-né ne perde son plâtre (forme conique des segments). La réalisation d'une contention par simple botte plâtrée serait pour l'auteur une erreur fondamentale.
- La découpe distale vient achever la procédure. La face dorsale des orteils est dégagée, sans en dépasser la commissure (risque œdème). Il faut bien conserver le plâtre sous les orteils au-delà des pulpes pour permettre un étirement des fléchisseurs.
- La correction est obtenue progressivement selon les principes généraux vus précédemment (fig. 8, 13), les plâtres étant renouvelés tous les 5 à 7 jours (délais maximum en période néonatale du fait de la croissance).



Fig. 7 : Technique de confection du plâtre
Le pouce de l'opérateur, au niveau de la voûte plantaire, protège du pied convexe iatrogène.

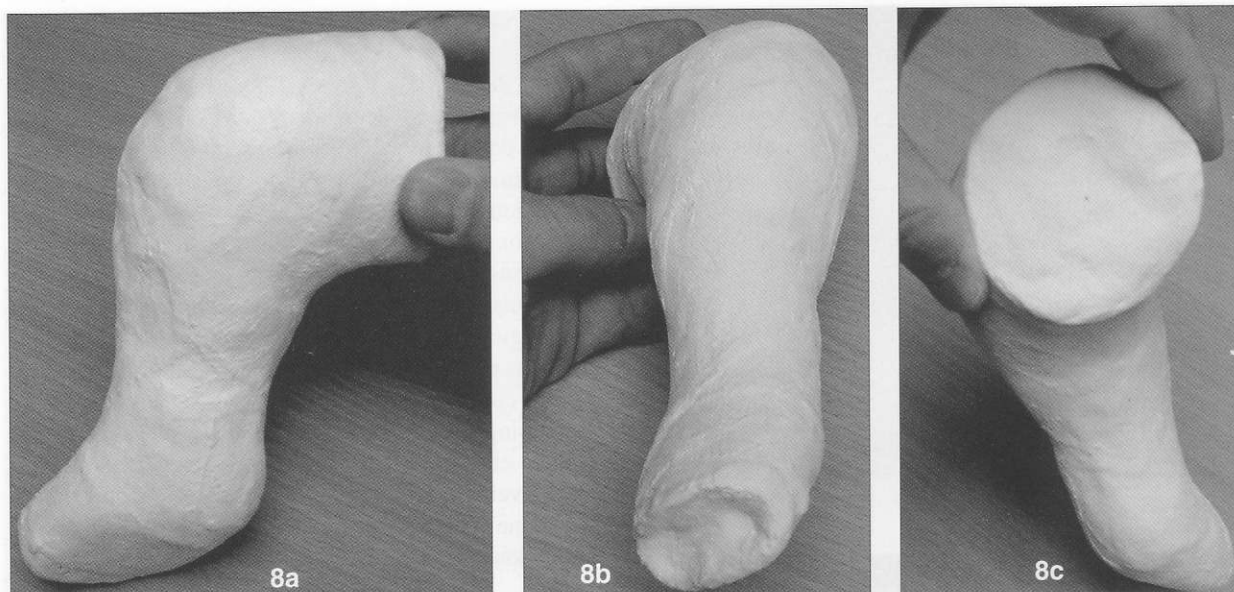


Fig. 8 : Second plâtre selon Ponseti. Noter l'importance de la supination à ce stade.

- L'équin n'est travaillé qu'à partir du 5 ou 6^e temps de plâtre. Une ténotomie percutanée du tendon d'Achille sous A.L. (Cf. modalités plus loin) étant réalisée à ce moment-là dans 95 % des cas, permettant de récupérer les derniers degrés de flexion dorsale manquants (fig. 9-10-11). Le pied est alors porté en dorsiflexion et en rotation externe d'environ 70° dans un plâtre confectionné pour 3 semaines (ou deux plâtres de 10 jours).
- A aucun moment la déformation ne sera hyper-correctée ; ceci est important car il y a peu de possibilités d'échappement sous plâtre contrairement aux méthodes de strapping et l'hypercorrection peut être source de douleurs, de compressions voire d'escarres.
- L'enfant est gardé 2 heures en secteur hospitalier pour surveillance de la bonne tolérance du plâtre. On conseillera de maintenir le membre surélevé les 24 premières heures.

- Avantages/Inconvénients :

• Avantages :

- **Très bonne technique de réduction** (fig. 12-13-14-15). Mais ceci est à notre avis, plus lié aux principes de réduction qu'à la technique des plâtres. Nather [52] n'obtient que 58 % de correction après 10 à 12 plâtres hebdomadaires mais sans ténotomie, Harrold [34] obtient 90 % de correction orthopédique pour les déformations de grade 1, 50 % dans les formes modérées et seulement 10 % pour les pieds sévères. Pour Ponseti [54] la correction est toujours possible au terme des 2 mois, quelle que soit la sévérité de la déformation !

Dans notre expérience, pour les 70 pieds que nous avons traités selon cette méthode, 6 seulement avaient une réduction clinique incomplète à la fin des temps de plâtre (score de Diméglio > 2), un seul côté à 9/20 a pu être considéré comme un échec du traitement. Ces 10 % d'imperfections ont été observés au début de notre pratique.

- Les pieds corrigés par ces techniques de plâtres successifs sont souvent et paradoxalement extrêmement souples sans que l'on puisse savoir si ceci est lié à une diminution du taux de collagène des nœuds fibreux, à un meilleur contrôle de l'hypertonie musculaire, ou à une autre cause.
- Cette procédure quasi ambulatoire, limite au maximum la période de séparation maternelle. Elle est très intéressante en cas d'éloignement géographique ou de contexte socioculturel défavorable ; de plus elle est particulièrement économique pour la société.

• Inconvénients :

- L'ablation des plâtres à la scie oscillante peut être source de brûlures ou de coupures si elle n'est pas confiée à une personne prudente et avertie de ces risques.
- Cette technique de réalisation rigoureuse et méticuleuse nécessite de la part de l'opérateur, un apprentissage basé sur de solides connaissances en physiopathologie pour limiter le risque iatrogène. L'emploi du temps du chirurgien devra être réorganisé en conséquence.
- Les opposants à la technique lui reprochent le risque potentiel d'aggraver l'amyotrophie. Cependant Aronson [2] ne retrouve pas de corrélation entre la durée d'immobilisation plâtrée et la circonférence du mollet ou la mobilité de cheville.

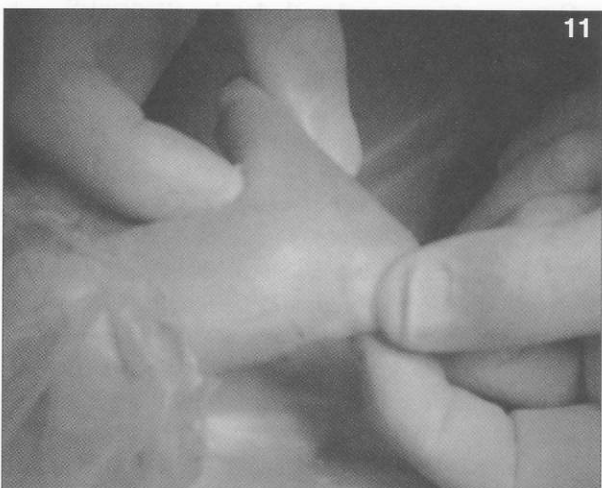
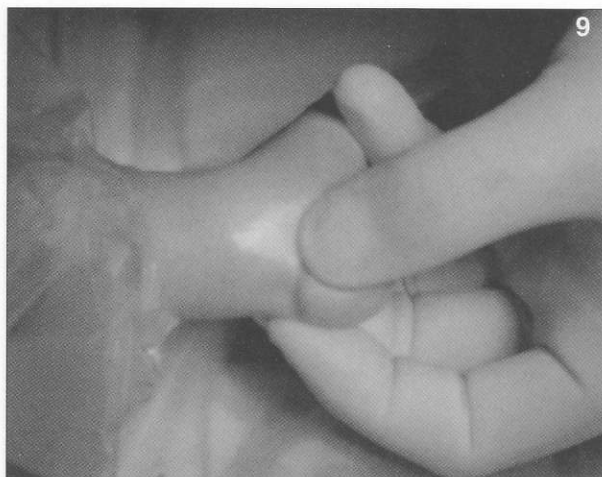


Fig. 9-10-11 : Ténotomie percutanée d'Achille
Le calcanéum est saisi entre pouce et index de l'opérateur (fig. 9). Ce geste permet le gain de 10 à 15° de flexion dorsale supplémentaire.

• *Variantes :*

- Durée des plâtres : tous les 2-3 jours pour Karski [42], ou 3-4 jours pour Hutchins [38]. Cependant l'accélération de la phase de réduction semble peu compatible avec un remodelage satisfaisant de la déformation cartilagineuse architecturale.
- Ténotomie percutanée d'Achille : Nather [52] Hutchins [38] Pous [57] n'associent pas de ténotomie percutanée au cours des plâtres successifs et recommandent une chirurgie précoce en cas de correction incomplète. Nous verrons plus loin l'intérêt de ce traitement adjuvant.
- Autre contention : Wedge [69] utilise une méthode de strapping du pied sur une attelle en aluminium malléable et préformée qui sera quotidiennement et progressivement twistée. Ceci permettrait d'après l'auteur une réduction plus rapide (possible en 15 jours), plus douce et moins agressive que les plâtres.

Yamamoto [73] immobilise le pied sur une attelle de Denis Browne (DB) par l'intermédiaire d'un chausson moulé en plastique thermo-formable sur un positif (plâtre en position de correction de la déformation) et renouvelé régulièrement. Pour l'auteur le réglage angulaire sur la barre aluminium est de l'ordre de 25 à 35°. Notons qu'il fait partie des rares auteurs avec Bensahel à utiliser l'attelle de DB à cette phase.

• *Traitement fonctionnel*

Développé en France sous l'impulsion de Masse et Daniel [49], il a été repris et adapté par Bensahel et Guillaume [5, 6] mais aussi par Seringe et Chedeville [64].

Dans ces méthodes, des actions séquentielles très précises [12] sont effectuées en unité d'hospitalisation orthopédique par un kinésithérapeute spécialisé. L'assouplissement de certains interlignes est le préambule d'une mobilisation plus globale. Les séances sont à la fois passives et actives.

Masse [49] attire l'attention sur l'importance de la résistance des éléments rétractés. A aucun moment une zone de rétraction ne doit servir d'axe de rotation au mouvement de réduction : le principe de base est d'agir en traction et non en pulsion.

Entre les séances de manipulation, le pied est fixé méticuleusement sur plaquette par un système de bandes adhésives [13]. La contention ne sert alors qu'à maintenir la correction obtenue par les manipulations bi-quotidiennes. Les parents sont éduqués pour la pose de ces plaquettes.

Masse [49] et Bensahel [7] utilisent des variantes de l'attelle de Denis-Browne.



Fig. 12 : Quentin
Examen morphologique avec pied court boudiné, très peu réductible : classé Stiff-stiff (17/20) selon Diméglio.



13a

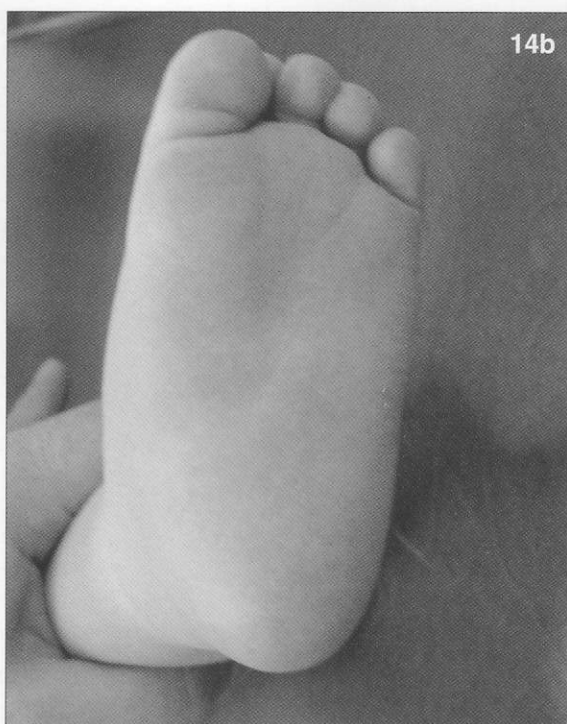


13b

Fig. 13 : Premier plâtre - Correction très partielle de l'adduction, maintenant supination et fort équin.



14a



14b

Fig. 14 : Quentin
Aspect morphologique à 9 mois. Bon appui au sol, bord externe du pied rectiligne.

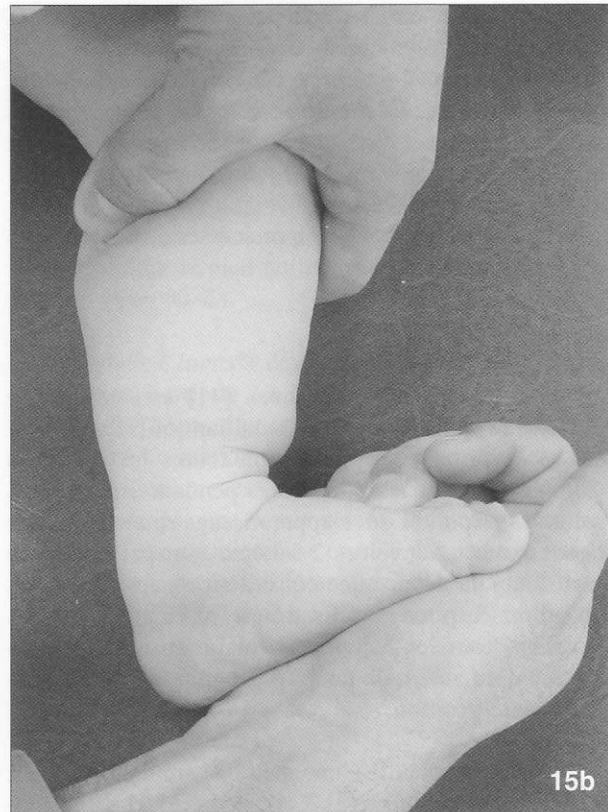


Fig. 15 : Quentin

Noter le sillon à l'extrémité inférieure de jambe qui témoigne d'une bonne observance du port des Sandales. La flexion dorsale est satisfaisante malgré l'absence totale de rééducation.

Seringe [64] place la plaquette sur une attelle cruro-pédieuse en matériaux thermo-formables, enlevée par intermittence dans la journée pour favoriser la gesticulation de l'enfant mais en maintenant toujours la plaquette. Elle présente l'inconvénient d'un moins bon contrôle de l'adduction et de la nécessité d'une surveillance régulière pour éviter les points d'appui et escarres.

• *Avantages/Inconvénients*

- Avantage :

Il serait plus apte pour les auteurs à l'obtention d'une bonne fonction cinétique et d'un schéma moteur équilibré tout en respectant la maturation psychomotrice de l'enfant.

Il permet un bon développement de l'activité musculaire, luttant contre l'amyotrophie locale. La mobilisation en traction est difficile à mettre en œuvre autrement que manuellement.

- Inconvénient :

- Contrainte importante pour les familles : il s'agit d'un traitement "à plein temps" qui nécessite beaucoup d'assiduité et de discipline (séances quotidiennes pendant plu-

sieurs semaines). L'hospitalisation prolongée en période néonatale est souvent obligatoire, en dehors du problème de coût, peut perturber gravement la relation mère enfant.

- Il s'agit d'un traitement délicat basé sur la compétence de kinésithérapeutes spécialisés spécifiquement formés. Cette prise en charge n'est malheureusement pas toujours possible ; 28 % seulement des PBVE de la série de Seringe [64] ayant pu en bénéficier.
- Les manipulations obligent à la réfection quotidienne de la contention.
- La mobilisation passive serait pour certains susceptible de stimuler la synthèse de collagène.
- Les stimulations actives précoces sont dans notre expérience peu fiables, l'enfant contractant souvent préférentiellement les muscles hypertoniques quelle que soit la localisation du stimulus cutané. Gaubert [30] a recours à l'électro-stimulation sélective de certains groupes musculaires.

- *Variantes :*

- La mobilisation passive continue : son concepteur, Métaizeau [50] préconise cette méthode après 5-6 mois, Diméglio [22] et Richards [60] l'utilisant dès la période néonatale.

Elle consiste en une mobilisation passive de l'arrière-pied, durant le sommeil de l'enfant, par un système motorisé pouvant être orienté dans les 3 plans de l'espace. Cette mobilisation ne concerne pas l'avant-pied. Les familles doivent être éduquées car l'installation du pied nécessite une grande rigueur.

Cette méthode semble apporter à ses promoteurs des résultats encourageants.

• **Techniques mixtes :**

- La technique de R. Jones [41] est reprise par Fixsen [28] puis Simons et Tachdjian [66]. La mobilisation se fait en hospitalisation toutes les 4 heures (jour et nuit) par les infirmières pendant 3 à 15 jours selon la rapidité de l'apprentissage maternel. Les bandes sont renouvelées 2 fois par jour par le chirurgien. Lors du départ, une consultation quotidienne est programmée pour mobilisation avec changement des bandages tous les 3 jours. Le maintien en hypercorrection dure autant de temps qu'il en a fallu pour arriver à cette position.

- Nous avons utilisé une méthode similaire pendant de nombreuses années [8]. Lors des périodes d'hospitalisation de 4 à 5 jours, étaient réalisées des manipulations bi-quotidiennes de courte durée (10 à 15 minutes) par des kinésithérapeutes spécialisés, un bandage de Finck étant réalisé en fin de séance. Ces mobilisations alternaient avec des phases d'immobilisation plâtrée sur bandage de 10 jours ; quatre temps successifs de réduction étaient réalisés avec ténotomie percutanée du tendon d'Achille au 3^e temps dans 60 % des cas. Quarante pour cent des enfants dans notre série ont nécessité à l'âge de la marche une chirurgie secondaire.

Ce constat nous a incité à rechercher d'autres voies de traitement.

c) **Traitements "adjuvants" ou associés aux méthodes précédentes**

• **La ténotomie percutanée du tendon d'Achille :**

Elle fait partie intégrante de la technique de Ponseti. Elle est discutée, proscrite pour certains presque systématique pour d'autres. Elle diminue les risques iatrogènes de lésion du dôme talien ; elle doit être **précoce** avant que la rétraction capsulaire postérieure ne se fixe. Cette technique est très ancienne [24]. Elle peut être complète ou étagée partielle comme l'ont décrite White [70] puis Banks [3]. Les fibres internes varisantes étant sectionnées sur leur insertion calcanéenne, les fibres postérieures 1 cm au-dessus.

Cette technique ne semble pas entraîner d'insuffisance tricépitale à terme si elle est réalisée précocement et de façon percutanée. Forster [29] en souligne l'innocuité. Pour Aronson [2] seuls des allongements répétés sont susceptibles de réduire la force en flexion plantaire et le diamètre du mollet.

- Ponseti réalise lorsque la dérotation du BCP est achevée (fin du 5^e temps de plâtre) une ténotomie **complète** oblique du tendon d'Achille sous Anesthésie locale (crème Emla® 3/4 d'heure avant).

- Delgado [17] propose, lui, comme adjuvant thérapeutique des injections de **Toxine botulinique** (BTX-A) qu'il associe à la méthode fonctionnelle avec mobilisation passive continue (French Technique). Il s'agit pour l'instant d'une voie de recherche.

Au terme de cette période

• Cette phase initiale du traitement qui dure environ 2 mois, aboutit le plus souvent à une **morphologie globale satisfaisante du pied** qui masque souvent certains défauts résiduels [51]. La fin de cette période doit être marquée par un bilan clinique et radiographique (face dorso-plantaire et profil en flexion dorsale maxima sur planchette) permettant une analyse plus fine de la réduction obtenue.

Y a-t-il *insuffisance de correction* ou à l'opposé existe-t-il un *excès de correction* (pied convexe iatrogène, écrasement du dôme talien, fractures de la marge tibiale antérieure) ?

2) Phase de consolidation

Durant cette période et en l'absence de poursuite du traitement, le pied même parfaitement corrigé est particulièrement exposé à la récurrence précoce, surtout en cas de correction rapide. Il faudra à ce stade, savoir modérer l'euphorie parentale souvent observée en fin de phase de réduction, susceptible d'aboutir à l'arrêt prématuré du traitement. Plus le résultat est satisfaisant, plus les explications concernant la prise en charge ultérieure seront importantes !

A cette phase, qui dure en moyenne **3 mois**, les différences entre méthodes orthopédiques et fonctionnelles s'estompent :

• **La rééducation** est poursuivie par les promoteurs du traitement fonctionnel [5, 63] à raison de 2 à 3 séances par semaine. Ils s'opposent à Ponseti qui limite la rééducation à seulement quelques stimulations maternelles [54].

- Les postures occupent une place prépondérante.
- L'attelle de Denis-Browne (DB) est de très loin à cette phase l'appareillage de posture le plus utilisé.
- Elle se compose de deux plaquettes ou semelles réglables essentiellement dans le plan horizontal et reliées entre elles par une barre transversale (fig.16).
- Le concepteur [10] l'utilisait à l'origine comme méthode de correction initiale de la déformation en utilisant le principe du "Kicking" rappelé par Yamamoto [72] : la flexion d'un membre et extension de l'autre impose au pied (du côté fléchi) dorsiflexion et abduction. Cette attelle est actuellement le plus souvent utilisée à titre de posture, soit en phase de réduction lors de la méthode fonctionnelle de Bensahel [7], soit ultérieurement pour maintenir la correction, ce qui est l'usage le plus courant.
- Il en existe de multiples adaptations propres à chaque auteur :

Ponseti préconise des sandales en cuir (Sandales Américaines) de modèle neutre. Il faut prendre soin de bien positionner le talon au fond de la sandale par serrage de la sangle dorsale située sur le coup de pied (système anti-équien). La largeur de la barre correspond à la distance bi-acromiale. Le réglage du pied sur l'attelle se fait avec un angle de **70° de rotation externe**, 10° de flexion dorsale mais **sans valgus ni pronation**. Le port à **temps complet** (jour et nuit) des sandales sur la barre est recommandé pour **3 à 4 mois**.

- L'attelle DB permet une posture du pied à angle droit sans flexion dorsale, ce qui limite le risque iatrogène de pied convexe. Les systèmes de traction suspension sur attelle [49, 67] sont inutiles. Une heure de liberté matin et après-midi est recommandée : ceci permet la bonne gesticulation de l'enfant et l'entretien d'une mobilité globale (aussi bien en extension qu'en flexion). Le principal inconvénient de cette attelle est la nécessité d'appareiller le pied normal dans les formes unilatérales (environ 50 %).

- L'attelle Clubax® développée par Seringe [26, 65] est utilisée à partir de 2 à 3 mois. Une semelle plantaire est articulée à une tige postérieure par une rotule permettant une correction dans les trois plans de l'espace. La tige postérieure est solidaire de la jambe par une embase fixée par une bande velcro. L'embase jambière est reliée à une autre embase crurale par une tige externe permettant une mobilité en flexion et limitant l'extension à -20°. Son avantage est de laisser libre le pied normal controlatéral, le contrôle de l'équin est privilégié par rapport à celui de la rotation du BCP.

- Autres techniques

- Pour Harrold [34] et Nather [52] : cette phase de consolidation est obtenue en prolongeant les temps de plâtres initiaux. Harrold change ses plâtres tous les 15 jours pendant 2 à 4 mois.



Fig. 16 : Attelle de Denis Browne nouvelle génération. La sandale en cuir est solidarisée à la barre plastique par une plaquette facilement encliquetable sur une rotule autorisant 3 degrés de liberté.



- *Pour Wedge* [69] : après une phase de réduction très rapide (15 jours), le traitement est poursuivi par une attelle aluminium malléable ou des plâtres jusqu'à l'âge de 4 mois, le relais étant alors pris par attelle de DB).

- *Simons & Tadjian* [66] comme Jones [41] font appel à des bandages élastiques en hypercorrection.

- *Bensahel* [6] abandonne l'attelle de DB à cette phase (environ 6 semaines) pour une contention par strapping sur plaquettes simples. Vers l'âge de 4 mois, le seul appareillage consiste alors en une attelle postérieure en Polysar la nuit.

- *Pour Turco* [68] : le traitement après 3 mois est variable selon l'état du pied. Trois options sont possibles : continuer manipulations et plâtres, ou manipulation et plâtres en intermittence dans l'attente d'une chirurgie correctrice, ou geste chirurgical.

3) Phase d'entretien et gestion de la récursive

L'épreuve du temps est impitoyable, la croissance altère inexorablement le bon résultat morphologique initial. Le vrai problème de cette phase est celui de la **récursive**, celle-ci est étroitement liée dans notre expérience, à l'**observance**. En effet apparaît à la longue, un phénomène de lassitude familial et d'opposition de l'enfant. Pour cette raison un suivi régulier tous les 2 à 3 mois par le chirurgien est impératif. Il faudra impérativement éviter l'activité routinière.

Là aussi les attitudes divergent :

- *Harrold* [34] n'utilise aucune contention après la phase de consolidation, le pied étant libre nuit et jour : mais il rapporte environ 50 % de récurrences ! A l'opposé, *Masse* [49] maintient les attelles de DB nuit et jour jusqu'à environ 1 an, avec 2 ou 3 séances de rééducation par semaine, mais les résultats à maturation osseuse sont mauvais : 55/64 opérés et 50 % d'interventions itératives.

- La grande majorité des auteurs privilégie le **traitement nocturne**. Celui-ci devra être institué avec une grande régularité afin de devenir routinier ; seule façon de le rendre acceptable au long court. Ce traitement a pour intérêt de maintenir réduit le pied 12 heures sur 24 et d'éviter l'équin postural nocturne.

Les méthodes de contention utilisées sont variables :

- *Ponseti* [56] utilise l'attelle DB nocturne jusque vers 3-4 ans, il privilégie la **posture en abduction** du pied (pied en RE sous le talus) visant à maintenir une distance naviculo-malléolaire correcte. Il considère qu'un bon résultat au terme de la 3 ou 4^e année se maintient avec la croissance résiduelle dans la mesure où un certain équilibre musculaire est acquis. L'absence de contention nocturne est pour Ponseti une erreur thérapeutique majeure [55]. Ce traitement permet de limiter la tendance à la rétraction ligamentaire, source de récursive.

- *Seringe* [64] préconise une chaussure normale dans la journée et des postures nocturnes quand la flexion dorsale est inférieure à 10°. Il utilise l'orthèse de Perlstein à partir de 3 ans dans un but essentiellement **anti-équin**. La kinésithérapie d'entretien est maintenue à 1 séance par semaine. Il conseille, comme Bensahel des exercices adjuvants de déambulation avec des attelles-ski.

- *Métaizeau* [50] préconise pour les pieds les plus difficiles et à partir de 5 à 6 mois la **Mobilisation passive continue**.

La durée de contention nocturne est diversement appréciée selon les auteurs, jusqu'à l'âge de la marche pour Nather [52], jusque vers l'âge de trois ans pour Ponseti [54] et Yamamoto [73], voire dans certains cas jusqu'à 10 ans pour Hutchins [38]. L'acceptabilité du traitement nocturne semble difficile au-delà de 4 ans.

L'**acquisition de la marche** est une période cruciale. L'appui au sol peut favoriser le bon positionnement du pied à l'inverse tout déséquilibre musculaire est susceptible de l'altérer.

Gestion de la récursive

Pour Diméglio, il n'y a pas de récursive en matière de PBVE, il n'y a que des traitements incomplets et des séquelles ! Selon Ponseti [54], même un pied parfaitement corrigé est susceptible de récursive : ce qu'il observe chez 50 % de ces patients entre 10 mois et 5 ans (2 ans et demi en moyenne). Ces dernières surviennent dans la moitié des cas, 2 à 4 mois après l'abandon des attelles sur l'initiative des parents alors que le pied présente une bonne morphologie et que l'enfant marche. La mauvaise observance du traitement, un milieu social défavorisé, sont des facteurs favorisant.

Pour de nombreux auteurs, la récursive précoce doit être opérée. Cependant même dans cette alternative, le traitement orthopédique garde une place : il s'agit de préparer le pied au geste chirurgical et de faciliter celui-ci. Turco [68] propose 3 mois de plâtres préopératoires pour assouplir le pied et limiter les risques de nécrose et de désunion cutanée postopératoires.

- Pour Ponseti [54], les récurrences peuvent être corrigées orthopédiquement et aisément par 2 à 3 temps de plâtre successifs pour 4 à 8 semaines. En cas de deuxième récursive, il propose le transfert du muscle tibial antérieur sur le troisième cunéiforme. Ce transfert corrige la divergence talo-calcaneenne de face, permet de prévenir les nouvelles récurrences et limite le risque d'avoir à réaliser une libération chirurgicale étendue. Selon lui, il faut éviter de rechercher à tous prix une correction chirurgicale anatomique. En effet, comme Napiontek [51], l'au-



teur ne trouve pas de corrélation entre la fonction et l'aspect radiographique du pied à long terme.

Conclusion

L'évaluation difficile de la sévérité du PBVE et de la qualité des résultats thérapeutiques alimente la controverse entre les auteurs. L'absence de système de cotation validé, la diversité des reculs rendent la comparaison des séries de la littérature aléatoire.

Les techniques de réduction utilisées sont éminemment variables selon les écoles, allant de la correction ambulatoire par plâtres successifs, à la mobilisation biquotidienne en hospitalisation prolongée.

Le débat "plâtre ou mobilisation" nous semble être un faux débat. Il nous paraît beaucoup plus important

d'appréhender la philosophie de réduction au travers de la **stratégie de contention**. La contention en pronation, réponse apparemment logique à la supination globale du pied, doit être abandonnée.

Quelle que soit la sévérité de la déformation, sa réduction non chirurgicale est toujours possible en respectant certaines règles. La transgression de celles-ci a peu de conséquences dans les formes modérées, mais aboutit dans les formes sévères à une véritable irréductibilité. Ceci a conduit certains auteurs à abandonner le traitement conservateur (à tort accusé d'inefficacité) pour une chirurgie précoce.

Cette période de réduction gratifiante, ne doit pas minimiser les phases de consolidation et de maintien du résultat.

Nous remercions pour son aide le docteur Parot.

BIBLIOGRAPHIE

1. Amiel D., Woo S.L., Harwood F.L., Akeson W.H. — The effect of immobilization on collagen turnover in connective tissue: a biochemical-biomechanical correlation. *Acta Orthop Scand.* 1982 : 53: 325-32.
2. Aronson J., Puskarish C.L. — Deformity and disability from treated clubfoot. *J Pediatr Orthop* 1990 : 10 : 109-119.
3. Banks H.H., Green W.T. — Correction of equine deformity in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg* 1958 : 40A : 1359-1379.
4. Bensahel H., Catterall A., Dimeglio A. — Practical applications in idiopathic clubfoot: a retrospective multicentric study in EPOS. *J Pediatr Orthop* 1990 : 10 : 186-188.
5. Bensahel H., Degrippes Y., Billot C. — A propos de 600 cas de pied bot. *Chir Ped* 1980: 21: 335-342.
6. Bensahel H., Guillaume A. — La rééducation dans le traitement du pied bot varus équin. *Encycl Med Chir, Kinésithérapie, Fasc. 26428: B10: 1-8.*
7. Bensahel H., Guillaume A., Csukonyi Z., Themar-Noel C. — The intimacy of clubfoot: the ways of functional treatment. *J Pediatr Orthop* 1994 : 3B : 155-160.
8. Berard J. — Le traitement non opératoire du pied bot varus équin. In Moulies D., Tanguy A. *Chirurgie et orthopédie du pied. Montpellier, Sauramps med* 1988: 203-209.
9. Binkley J.M., Peat M. — The effects of immobilization on the ultrastructure and mechanical properties of the medial collateral ligament of rats. *Clin Orthop* 1986 : 301-8.
10. Browne D. — Talipes equinovarus. *Lancet* :1934 :2: 969.
11. Cahuzac J.P., Baunin C., Luu S., Estivaleres E., Sales De Gauzy J., Hobatho M.C. — Assessment of hind foot deformity by three-dimensional MRI in infant clubfoot. *J Bone Joint Surg* 1999 : 81B: 97-101.
12. Chastan B. — Rééducation des pieds bots. *Ed Frison-Roche. Paris, 1993.*
13. Chedeville R., Carriou-Vilalonga J. — Kinésithérapie orthopédique pédiatrique. *Paris : 1991: Masson : 66-78.*
14. Chesney D., Barker S., Miedzybrodzka Z., Haites N., Maffullin — Epidemiology and genetic theories in the etiology of congenital talipes equinovarus. *Bull Hosp Jt Dis*, 1999: 58(1) : 59-64.
15. Clavert J.M. — Le pied bot au présent. Pathogénie. Cahier d'enseignement de la SOFCOT n° 43. *Paris : Expansion scientifique française, 1993 : 33-40.*
16. Cooper D.M., Deitz F.R. — Treatment of idiopathic clubfoot. *J Bone Joint Surg* 1995 : 77A : 1477-1489.
17. Delgado M.R., Wilson H., Johnston C., Richards S., Karol L. — A preliminary report of the use of botulinum toxin type A in infants with clubfoot : four case studies. *J Pediatr Orthop* 2000 : 20 (4) : 533-8.
18. Denham R.A. — Congenital talipes equino-varus. *J Bone Joint Surg* 1967: 49B: 583.
19. Dega W. — Orthopaedics and rehabilitation (Polish). *Warsaw : PZWL 1964 : 237-47.*
20. Dietz F.R. — On the pathogenesis of clubfoot. *Lancet* 1985 : 8425: 388-390.
21. Dimeglio A., Bensahel H., Souchet P.H., Mazeau P.H., Bonnet F. — Classification of clubfoot. *J Pediatr Orthop* 1995: 4 B: 129-136.
22. Dimeglio A., Bonnet F., Mazeau P., De Rosa V. — Orthopaedic treatment and passive motion machine: consequences for the surgical treatment of clubfoot. *J Pediatr Orthop* 1996 : 5 : 173-80.
23. Dimeglio A., Pous J.G. — Le pied bot varus équin avant l'âge d'un an. *Encycl Med Chir. Techniques chirurgicales, Orthopédie, 4, 2, 06, Fasc. 44921.*
24. Doliveux P. — Le pied d'Hippolyte. Cahier d'enseignement de la SOFCOT n° 43. *Paris : Expansion scientifique française, 1993 : IX-XIII.*
25. Downey D.J., Drennan J.C., Garcia J.F. — Magnetic Resonance Image findings in congenital talipes equinovarus. *J of Pediatr Orthop* 1992 : 12 : 224-228.
26. Dumontier G., Chedeville R., Seringe R., Kohler R., Popilarski A. — L'attelle "Clubax" un nouveau concept pour le traitement fonctionnel du pied bot varus équin. *Technique orthopédique internationale* 1994: 24: 14-22.



27. Farabeuf L.H. — Précis de manuel opératoire. Paris : 4th eds Masson 1893.
28. Fixsen J., Lloyd-Roberts G. — The foot in childhood. Edimbourg : Churchill Livingstone 1988 : 36-39.
29. Forster et Al. — Results of percutaneous tendo achillis lengthening. *J of Pediatr Orthop* 1996 : 16 : 549 (une seule page).
30. Gaubert J., Delprat J., Bardier M. — Notre conduite thérapeutique du traitement orthopédique du pied bot varus équin métatarsus. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique* 1985; 28: 37-45.
31. Ghali N., Smith R., Clayden A., Silk F. — The result of plantar reduction in management of the congenital talipes equinovarus. *J Bone Joint Surg* 1983; 65B: 1-7.
32. Ghanem I., Seringe R. — Comparaison des méthodes d'évaluation des résultats du traitement du pied bot varus équin congénital. *Rev Chir Orthop* 1995; 81: 616-621.
33. Griffet J. — Quelle attitude adopter aujourd'hui devant le pied bot varus équin du nouveau-né ? *Ann Kinésithér* 1986; 113 n° 5: 239-241.
34. Harrold A.J., Walker C.J. — Treatment and prognosis in congenital club foot. *J Bone Joint Surg* 1983; 65 B: 8-11.
35. Herzenberg J.E., Carroll N.C., Christofersen M.R., Lee E.H., White S., Munroe R. — Clubfoot analysis with three-dimensional computer modeling. *J of Pediatr Orthop* 1988 : 8 : 257-262.
36. Honein M.A., Paulozzi L.J., Moore C.A. — Family history, maternal smoking, and clubfoot: an indication of a gene-environment interaction. *Am J Epidemiol* 2000; 152 (7): 658-65.
37. Huson A., Van Langelaan E.J., Spoor C.W. — The talocrural mechanism and tibiotalar delay. *Acta Morphol Neerl-Scand* 1986; 24: 296 (une seule page).
38. Hutchins P.M., Foster B.K., Paterson D.C., Cole E.A. — Long term results of early surgical release in club feet. *J Bone Joint Surg* 1985; 67B: 791-799.
39. Ikeda K. — Conservative treatment of idiopathic clubfoot. *J Pediatr Orthop* 1992; 12: 217-223.
40. Imhäuser G. — Die behandlung des idiopathischen klumpfußes. *Stuttgart : Enke Verlag* 1984: 9-18.
41. Jones R. in Tachdjian. — The child's foot. Philadelphia, Saunders Cie. 1985: 176-186.
42. Karski T., Wosko I. — Experience in the conservative treatment of congenital clubfoot in newborns and infants. *J Pediatr Orthop* 1989; 9: 134-136.
43. Kite J.H. — The classic. Principles involved in the treatment of congenital clubfoot. *Clin Orthop* 1972 : 84 : 4-8.
44. Laaveg J., Ponseti I.V. — Long term results of treatment of congenital clubfoot. *J Bone Joint Surg* 1980; 62 A: 23-31.
45. Lascombes P. — Pied bot varus équin idiopathique congénital. Description et conduite à tenir avant l'âge de 2 ans. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. *Conférence d'enseignement* 1990: 39: 67-84.
46. Mac Kay D.W. — New concept of and approach to clubfoot treatment: section II-Correction of the clubfoot. *J Pediatr Orthop* 1983; 3: 10-21.
47. Malone F.D., Marino T., Bianchi D.W., Johnston K., D'alton M.E. — Isolated clubfoot diagnosed prenatally: is karyotyping indicated? *Obstet Gynecol* 2000; 95 (3): 437-440.
48. Marchal C., Beltramo F., Metaizeau J.P. — La mobilisation passive du pied bot varus équin congénital. *Rev Réadapt Fonct Prof Soc* 1983; 11: 16-19.
49. Masse P. — Le traitement du pied bot par la méthode fonctionnelle. In: Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris: Expansion scientifique française 1977; 3: 51-56.
50. Metaizeau J.P., Lemelle J.L. — Continuous passive motion in the treatment of the congenital clubfoot. *Med Orth Tech* 1991; 111: 194-198.
51. Napiontek M. — Clinical and radiographic appearance of congenital talipes equinovarus after successful nonoperative treatment. *J Pediatr Orthop* 1996 : 16 : 67-72.
52. Nather A., Bose K. — Conservative and surgical treatment of club foot. *J Pediatr Orthop* 1981; 7: 42-48.
53. Petri C.H. — Über den angeborenen klumpfuß. *Ther Umschau* 1971; 5: 309-14.
54. Ponseti I.V. — Congenital clubfoot fundamentals of treatment. New York, Oxford University Press 1996.
55. Ponseti I.V. — Common errors in the treatment of congenital clubfoot. *International Orthopaedics (SICOT)* 1997; 21: 137-141.
56. Ponseti I.V. — Treatment of congenital club foot. *J Bone Joint Surg* 1992; 74A : 448-54.
57. Pous J.G., Dimeglio A. — Neonatal surgery in clubfoot. *Orthop Clin North Am* 1978; 9: 233-240.
58. Pous J.G., Milon E. — Variations stratégiques et techniques au traitement initial. Cahier d'enseignement de la SOFCOT n° 43. Paris: Expansion scientifique française, 1993: 65-72.
59. Radke J., Janssen R. — Zur klinik und therapie des angeborenen klumpfußes. *Med Monatsschr* 1974; 7 : 293-6.
60. Richards B.S., Wilson H., Johnston C.E. — Non-operative clubfoot treatment comparing the French technique to serial casting-early results. Presented at POSNA. Lake Buena Vista, FL, May 15-19, 1999.
61. Riöppy S., Sairaren H. — Neonatal operative treatment of clubfoot. *J Bone Joint Surg* 1983 : 65B : 320-325.
62. Seringe R. — Anatomie pathologique et physiopathologie du pied bot varus équin congénital. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris: Expansion scientifique française 1977; 3: 11-24.
63. Seringe R., Atia R. — Pied bot varus équin congénital idiopathique : résultats du traitement "fonctionnel" (269 pieds). *Rev Chir Orthop* 1990; 76: 490-501.
64. Seringe R., Chedeville R. — Le pied bot au présent. Traitement non chirurgical. Cahier d'enseignement de la SOFCOT n° 43. Paris: Expansion scientifique française, 1993: 41-53.
65. Seringe R., Herlin P., Kohler R. et Coll. — A new articulated splint for clubfoot. In : Simons G. Clubfoot. New York, Springer Verlag 1992.
66. Simons G.W., Tachdjian M.O. — Treatment of club feet from birth to two years of age. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris: Expansion scientifique française 1977; 3 : 31-50.
67. Taussig G. — La méthode dite fonctionnelle du traitement du pied bot varus équin congénital. *J Réadapt Med* 1983; 3 n° 5: 167-172.
68. Turco V.J. — Present management of idiopathic clubfoot. *J Pediatr Orthop* 1994; 3: 149-154.
69. Wedge J., Alms M. — A method of treating clubfeet with malleable splints. *J Pediatr Orthop* 1983; 3: 108-112.
70. White W.F. — Flexor muscle slide in the spastic hand. *J Bone Joint Surg* 1972; 54B: 453-459.
71. Wisbrun W. — Neue Gesichtspunkte zum redressement des angeborenen klumpfußes und daraus sich ergebende schlußfolgerungen bezüglich der Ätiologie. *Arch Orthop* 1932; 31: 451-64.
72. Yamamoto H., Furuya K. — Treatment of congenital clubfoot with a modified Denis Browne splint. *J Bone Joint Surg* 1990; 72 B: 460-463.
73. Yamamoto H., Muneta T., Morita S. — Non surgical treatment of congenital clubfoot with manipulation, cast, and modified Denis Browne splint. *J Pediatr Orthop* 1998; 18: 538-542.

