
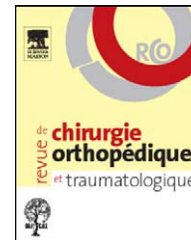


Disponible en ligne sur  
 ScienceDirect  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France  
 EM|consulte  
www.em-consulte.com



## MÉMOIRE ORIGINAL

# Fractures de jambe distales : quelle importance attacher à la fracture fibulaire et à son ostéosynthèse ?<sup>☆</sup>

*Distal leg fractures: How critical is the fibular fracture and its fixation?*

P. Bonnevalle<sup>a,\*</sup>, J.-M. Lafosse<sup>b</sup>, L. Pidhorz<sup>c</sup>,  
A. Poichotte<sup>d</sup>, G. Asencio<sup>e</sup>, F. Dujardin<sup>f</sup>, Société française de chirurgie  
orthopédique et traumatique<sup>g</sup>

<sup>a</sup> Unité d'orthopédie et de traumatologie Purpan, institut de l'appareil locomoteur, CHU de Toulouse, place Baylac, 31052 Toulouse cedex, France

<sup>b</sup> Unité d'orthopédie et de traumatologie Rangueil, institut de l'appareil locomoteur, CHU de Toulouse, avenue Poulhès, 31052 Toulouse cedex, France

<sup>c</sup> Centre hospitalier du Mans, 194, avenue Rubillard, 72037 Le Mans cedex 09, France

<sup>d</sup> Centre hospitalier F-Grall, 1, rue Pencran-Lavallot, BP 719, 29207 Landerneau, France

<sup>e</sup> Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, CHU Caremeau, place Pr-Debré, 30029 Nîmes cedex 9, France

<sup>f</sup> Clinique universitaire de chirurgie orthopédique et traumatologique, hôpital Charles-Nicolle, CHU de Rouen, 1, rue de Germont, 76031 Rouen cedex, France

<sup>g</sup> 56, rue Boissonade, 75014 Paris, France

Acceptation définitive le : 15 mai 2010

### MOTS CLÉS

Fracture  
supramalléolaire ;  
Fracture diaphysaire  
distale du tibia ;  
Fracture de la fibula ;

### Résumé

**Introduction.** – Les fractures extra-articulaires distales du tibia comportent un trait tibial situé en partie ou totalement dans le massif métaphysaire et une fracture fibulaire de niveau variable parfois absente. La littérature traitant n'est pas consensuelle sur l'attitude à adopter sur le foyer fibulaire. Le but principal de cette étude était d'évaluer son impact sur la réduction et la consolidation tibiale.

**Hypothèse.** – La fixation de la fibula joue un rôle positif dans la réduction du déplacement tibial et la stabilité mécanique de l'ensemble lésionnel.

DOI de l'article original : [10.1016/j.otsr.2010.07.002](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2010.07.002).

<sup>☆</sup> Ne pas utiliser, pour citation, la référence française de cet article, mais celle de l'article original paru dans *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, en utilisant le DOI ci-dessus.

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [bonnevalle.p@chu-toulouse.fr](mailto:bonnevalle.p@chu-toulouse.fr) (P. Bonnevalle).

Ostéosynthèse de la fibula ;  
Enclouage centromédullaire verrouillé ;  
Plaque verrouillée ;  
Fixateur externe

**Matériel et méthode.** — La base de cette étude était le collectif observationnel multicentrique du symposium Sofcot 2009, soit 142 fractures métaphysaires du tibia. La fibula était intacte dix fois ; fracturée 132 fois. Dans les trois principales catégories de traitement opératoire du tibia (clou, plaque, fixateur externe) (soit 126 fractures), la lésion fibulaire n'a fait l'objet d'aucun traitement dans 79 cas (61 %) de ce collectif ; de neuf embrochages centromédullaires et de 38 plaques vissées.

**Résultats.** — Il n'y avait pas de lien statistique entre la situation anatomique sur la diaphyse et le type anatomique de la fracture fibulaire ni entre le type anatomique de la fracture fibulaire et sa situation par rapport au trait tibial. Les fractures intertuberculaires et du col étaient de type A1 ou B1 ( $p < 0,001$ ) et se rencontraient associées à une fracture tibiale à composante rotatoire ; les fractures médiodiaphysaires et sus-tuberculaires étaient associées à des traits tibiaux à composante transversale simple ou comminutive ou métaphysodiaphysaire ( $p < 0,032$ ). Le taux de pseudarthrose du foyer fibulaire était de 4,7 % à un an ; dans tous les cas, le traitement fibulaire avait été orthopédique. Tous traitements confondus, les axes tibiaux se sont avérés statistiquement mieux corrigés lorsque la fibula avait été fixée. Dans quatre des 11 calcs vicieux tibiaux axiaux, la fixation fibulaire première les a provoqués ou aggravés.

**Discussion.** — La présente série clinique va dans le même sens que les études biomécaniques. Les conséquences d'une ostéosynthèse fibulaire pérennisant une anomalie réductionnelle tibiale ou a contrario l'absence de fixation fibulaire sont apparues comme des facteurs probables de défaut réductionnel, de manque de stabilité de l'ensemble tibiofibulaire et de pseudarthrose tibiale.

**Type d'étude.** — Étude prospective de cohorte. Niveau IV.

© 2010 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

## Introduction

Les fractures extra-articulaires de l'extrémité distale du tibia dites supramalléolaires ont été individualisées par Gérard et Evrard [1], Zucman et Roux [2] et Utheza et al. [3]. Elles comportent un trait tibial situé en partie ou totalement dans le massif spongieux métaphysaire et s'associent inconstamment à une fracture fibulaire de niveau variable. Ces lésions ont récemment fait l'objet d'études descriptives mais dans lesquelles la fracture fibulaire est peu ou pas intégrée [4–6]. Pourtant plusieurs travaux biomécaniques ont souligné son importance dans la stabilité globale lorsque le foyer tibial était fixé chirurgicalement [7–10]. Ainsi, le geste thérapeutique sur la fibula n'est pas consensuel oscillant entre l'abstention thérapeutique [11,12], une fixation quasi-systématique ou fortement recommandée [13–20], ou une attitude éclectique tenant compte des lésions anatomiques fibulaires, de leur siège et de leur réductibilité [21–26]. Le caractère « concurrentiel » de la fixation fibulaire dans la consolidation du foyer tibial est même évoqué [27,28]. Cette étude, fondée sur une série multicentrique de fractures distales de jambe, avait pour but principal de préciser les aspects lésionnels fibulaires, de rechercher leurs corrélations, leur impact sur la réduction et la consolidation vis-à-vis du foyer tibial et de proposer une attitude thérapeutique. Les publications issues de l'expérience d'équipes françaises sont rares ce qui souligne d'autant l'intérêt de cette étude [6,29,30]. L'hypothèse était que la fixation fibulaire joue un rôle positif dans la réduction du déplacement et la stabilité mécanique de l'ensemble lésionnel.

## Matériel et méthode

La base de cette étude était le collectif observationnel multicentrique continu recueilli du 1 janvier 2008 au

**Tableau 1** Classification des 132 foyers fibulaires selon les types principaux de l'AO (4).

A1 = 48	B1 = 12	C1 = 4
A2 = 10	B2 = 10	C2 = 8
A3 = 25	B3 = 8	C3 = 7

31 décembre 2008 dans le cadre du symposium de la société française de chirurgie orthopédique et traumatologique (Sofcot) 2009 : 142 fractures du quart distal de jambe situées dans le carré épiphysaire distal répondant aux critères de l'AO [4] ont été colligées. Les divers aspects de la lésion fibulaire tant dans leurs composantes anatomiques propres, qu'évolutives sur l'ensemble lésionnel tibiofibulaire ont été principalement étudiés à partir des préceptes de l'AO.

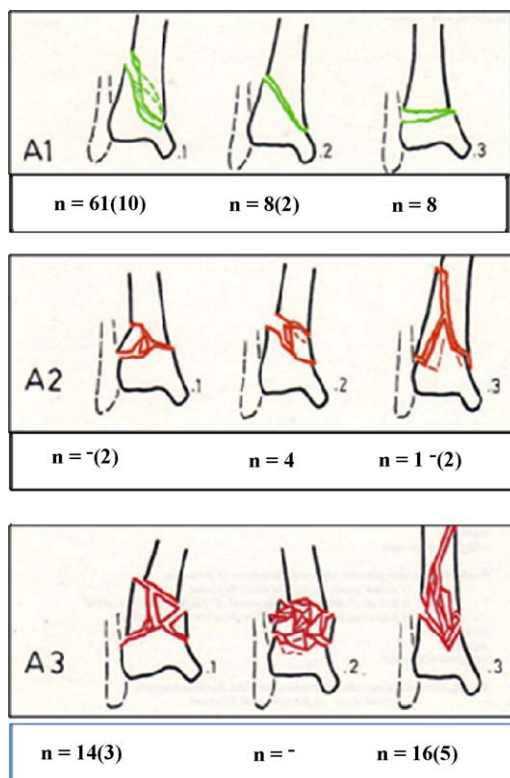
## La série

Les 142 fractures métaphysaires tibiales se décomposaient en trois types principaux résumés dans la Fig. 1 : 77 fractures A1, 28 A2 et 37 A3. La fibula était intacte dix fois et son foyer était bifragmentaire 83 fois, à coin de torsion ou de flexion 30 fois et comminutif ou bifocal 19 fois (Tableau 1). La répartition en hauteur sur la diaphyse fibulaire comportait 22 lésions intertuberculaires (16,7 %), 66 sus-tuberculaires (50 %), 14 médiodiaphysaires (10,6 %), dix plurifocales (6,6 %) et 20 fractures situées au col de la fibula (15,2 %). Le foyer fibulaire se trouvait au même niveau que le tibia 58 fois (44 %), à un niveau proximal 46 fois (35 %) et plus distal 28 fois (21 %).

Les fractures tibiales ont été traitées par 51 enclouages centromédullaires, 51 plaques latérocorticales et 25 fixateurs externes ; six tibias ont bénéficié de traitements chirurgicaux divers (trois clous transplantaires, deux vissages du tibia, un embrochage isolé fibulaire) et de

**Tableau 2** Gestes thérapeutiques sur la fibula en fonction des trois principaux modes de fixation chirurgicale de la fracture tibiale.

Ostéosynthèse tibiale		Fibula non opérée	Ostéosynthèse fibulaire	Fibula fixée en premier
Fixateur	n = 25	16 (64%)	5 plaques 4 embrochages	5
Enclouage	n = 51	37 (72,5%)	9 plaques 4 embrochages	9
Plaque vissée	n = 51	26 (51%)	24 plaques 1 embrochage	19



**Figure 1** Classification selon l'AO [4] des 142 fractures métaphysaires tibiales se décomposant en 77 fractures de type A1, 28 types A2 et 37 types A3. L'irradiation épiphysaire notée ( ) était présente 24 fois.

neuf traitements orthopédiques. Dans les trois principales catégories de traitement opératoire (soit 126 fractures), la lésion fibulaire a été traitée de manière variable orthopédiquement ou par fixation chirurgicale (Tableau 2). Elle n'a fait l'objet d'aucun traitement dans 79 des 126 fractures (61%) de ce collectif; les 47 fractures fibulaires opérées ont été fixées par neuf embrochages centromédullaires et 38 plaques vissées. Le traitement non opératoire de la fracture fibulaire a intéressé 37 des 51 fractures tibiales enclouées (Fig. 2), 16 des 26 fractures tibiales traitées par fixateur externe et 26 des 51 fractures tibiales traitées par plaque (Fig. 3).

### Méthode

Les axes squelettiques jambiers ont été évalués en post-opératoire immédiat, au sixième et 12<sup>e</sup> mois dans le plan frontal et sagittal; une angulation égale ou supérieure à 10° définissait un cal vicieux. Il en a été de même pour

une anomalie rotationnelle évaluée cliniquement ou par tomodensitométrie. La longueur du squelette jambier a été comparée au côté sain: une inégalité a été retenue si elle était supérieure à 10 mm. Les analyses ont été menées sur le logiciel SPSS 15.0 pour Windows. Les associations entre variables qualitatives ont été recherchées avec des tests de Chi<sup>2</sup> ou des tests exacts de Fisher dans le cas d'effectifs théoriques inférieurs à cinq.

### Résultats

#### Caractérisation de la fracture fibulaire

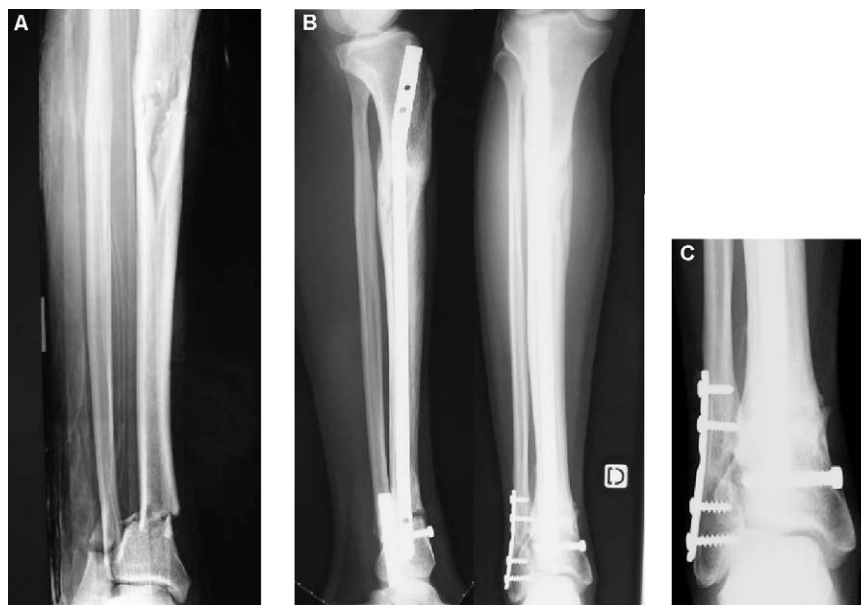
Il n'a pas été mis en évidence de lien statistique entre la situation anatomique sur la diaphyse et le type anatomique de la fracture fibulaire. De même, aucun lien n'a été retrouvé entre le type anatomique de la fracture fibulaire et sa situation par rapport au trait tibial. Trente-six des 41 fractures intertuberculaires et du col étaient de type A1 – spirioïde bifragmentaire – ou B1 – à coin de torsion – ( $p < 0,001$ ). De même, ces deux types lésionnels fibulaires se rencontraient 34 fois associés à une fracture tibiale à composante rotatoire A11, A12, A21 et A22 (respectivement spirioïde et oblique simple et à coin). Enfin, 44 des 70 fractures médiadiaphysaires et sus-tuberculaires étaient associées à des traits tibiaux à composante transversale simple ou comminutive (A13, A31 et A32) ou métaphysodiaphysaire (A23 et A33); le lien était statistiquement significatif ( $p < 0,032$ ).

#### Consolidation fibulaire

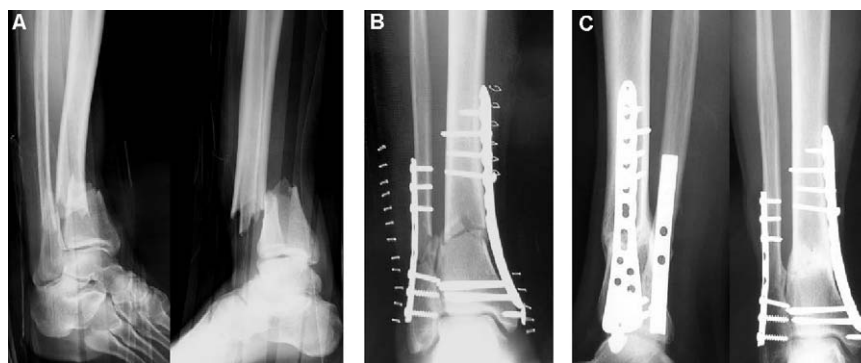
Sur les 110 foyers fibulaires suivis radiologiquement jusqu'au sixième mois, 98 étaient consolidés; sur les 106 évalués au 12<sup>e</sup> mois, 101 étaient considérés comme solides. Le taux de pseudarthrose du foyer fibulaire était respectivement de 12,7 et 4,7% à ces deux échéances de révision. Les cinq foyers fibulaires en pseudarthrose à un an de recul faisaient suite à un traitement orthopédique; pour quatre d'entre eux le foyer tibial était solide (un cas perdu de vue au-delà de 12 mois, en pseudarthrose tibiale et fibulaire).

#### Influence de la fixation fibulaire sur les axes

Lorsque la fibula avait été fixée, tout traitement du foyer tibial confondu, l'axe tibial global postopératoire ( $p < 0,05$ ), l'axe global au sixième mois ( $p < 0,07$ ), et l'axe global et frontal au 12<sup>e</sup> mois (respectivement  $p < 0,02$  et  $p < 0,03$ ) étaient améliorés. En étudiant ces mêmes axes en fonction du traitement opératoire appliqué au foyer tibial, il n'y avait



**Figure 2** Exemple de fracture bifocale du tibia à foyer distal métaphysaire (A). Enclouage à foyer fermé, après fixation fibulaire première : contrôle au troisième mois après déverrouillage proximal (B). Détail de la consolidation du foyer métaphysaire (C).



**Figure 3** A, B, C. Exemple de fracture métaphysaire distale fermée (A) traitée par plaque fibulaire première puis plaque tibiale glissée en sous-cutanée (B). Résultat au sixième mois (C).

pas de lien significatif lorsque la fibula était ou non ostéosynthésée tandis que le tibia était stabilisé par plaque ou par un fixateur externe. En revanche, en cas d'enclouage tibial, l'axe global et frontal postopératoire ( $p < 0,006$  et  $p < 0,018$ ), l'axe frontal à six mois ( $p < 0,014$ ), l'axe global et frontal à 12 mois ( $p < 0,02$  et  $p < 0,028$ ) étaient améliorés.

Onze cals vicieux tibiaux égaux ou supérieurs à  $10^\circ$  ont été constatés, six après enclouage tibial (trois en valgus, trois en récurvatum), quatre après ostéosynthèse par plaque (deux en valgus, un en récurvatum) et un en varus après fixateur externe (Tableau 3). L'analyse a porté sur la chronologie opératoire de la fixation fibulaire par rapport à l'ostéosynthèse tibiale. Ainsi, dans les quatre cas où la fibula a été fixée en premier (suivie d'un enclouage et de trois ostéosynthèses par plaque tibial), ce geste fibulaire a provoqué ou aggravé le cal vicieux tibial. D'un autre côté, l'absence de fixation fibulaire a conduit à sept cals vicieux tibiaux (cinq après enclouage, un après plaque et un après fixateur externe).

**Inégalité de longueur**

La même démarche a été faite pour les cinq cas d'inégalité de longueur supérieure à 10mm observées après un enclouage (raccourcissement) et après quatre poses de fixateur externe (deux raccourcissements et deux allongements). Le patient traité par enclouage avait eu la fibula fixée en premier ainsi qu'un des patients traités par fixa-

**Tableau 3** Calcs vicieux angulaires du foyer tibial égal ou supérieur à  $10^\circ$  après ostéosynthèse : récapitulatif du traitement du foyer fibulaire.

Ostéosynthèse tibiale	Fibula non opérée	Fibula fixée	
Enclouage	$n = 5$	Plaque	$n = 1$
Plaque	$n = 1$		$n = 3$
Fixateur	$n = 1$		$n = 1$

**Tableau 4** Localisation anatomique des fractures diaphysaires à partir des séries détaillées de la littérature.

Auteur	Nombre total de fractures	Fibula intacte	Foyer fibulaire au même niveau	Foyer fibulaire proximal	Foyer fibulaire distal
Bonnevalle et al. [6]	38	2	24	9	3
Robinson et al. [5]	63	5	22	26	8
Présent travail	142	10	53	42	25

teur externe ; la fixation fibulaire n'avait pas été réalisée pour les trois autres patients traités par fixateur.

### Consolidation tibiale

Dix-sept foyers tibiaux étaient en pseudarthrose à un an : ces échecs de consolidation ont été revus à la lumière du geste thérapeutique accompli sur le foyer fibulaire. La fibula avait été fixée chirurgicalement dans deux des trois foyers encloués, dans deux des quatre fractures tibiales traitées par plaque et dans six des dix foyers tibiaux traités par fixateur.

### Discussion

Cette série observationnelle rassemble le nombre le plus important de fractures du tibia distal rapporté dans la littérature ce qui permet de préciser les particularités anatomiques de la lésion fibulaire : intégrité de la fibula dans seulement 7% des cas, fréquence des lésions du col soit plus de 15% et prédominance du siège sus-tuberculaire. Ces données sont en accord avec la littérature (Tableau 4). Le fait nouveau est la mise en évidence de concordances entre les deux foyers fracturaires et le probable mécanisme lésionnel : les fractures intertuberculaires ou du col fibulaire sont associées aux lésions à composante rotatoire du tibia type A11 et A12, ou A22. De même, les fractures sus-tuberculaires ou médiadiaphysaires fibulaires accompagnent des lésions identiques comminutives tibiales. La classification AO ne donne pas de place importante à la fracture fibulaire [4] qui ne reçoit qu'une adjonction codée descriptive. Les classifications spécifiques proposées par Robinson et al. [5] et Bonnevalle et al. [6] établies rétrospectivement et sans étude de reproductibilité avaient pour ambition d'intégrer la lésion fibulaire au sein d'une entité traumatique commune tout en donnant la primauté au trait tibial.

Dans les fractures diaphysaires de jambe, la fixation fibulaire est un apport variable en stabilité selon les études expérimentales menées par Gorszyca et al. [7], Morrison et al. [31] et Weber et al. [32]. Kumar et al. [8] ont étudié l'impact sur la stabilité globale après enclouage et fixation concomitante de la fibula par plaque : un tel geste accroît la stabilité rotatoire globale du montage dans les fractures distales de jambe. Strauss et al. [9] ont comparé la fixation du tibia distal par plaque verrouillée ou clou associée ou non à une fracture fibulaire. En compression axiale, la plaque est deux fois plus rigide que le clou ; celui-ci a, en revanche, de meilleures performances en inclinaison frontale et sagittale. La présence d'une fracture fibulaire au même niveau diminue les performances mécaniques des deux montages

en particulier celui fixé par clou. Dans des conditions expérimentales proches, Morin et al. [10] ont montré l'apport faible de la fixation fibulaire uniquement dans la stabilité en torsion associé à un clou verrouillé statique. Les résultats cliniques enregistrés dans la présente série vont dans le même sens en soulignant l'apport de la synthèse fibulaire dans la réduction des axes tibiaux après enclouage, ou la prévention du raccourcissement en cas de fixation externe. La critique menée a posteriori des ostéosynthèses tibiales a montré qu'une fixation fibulaire techniquement imparfaite pérennisait une déviation tibiale ou la provoquait et, a contrario, aurait probablement amélioré dans certains cas la réduction du foyer tibial. Ainsi, une fixation anatomique et rigide de la fibula a valeur de complément de stabilité, augmente la qualité de la réduction du tibia et par la même assure une consolidation plus sûre [21]. Cependant, la comminution du foyer fracturaire tibial reste l'élément déterminant dans la stabilité finale de l'ostéosynthèse : ce point est particulièrement important dans les lésions traitées par fixateur externe [33]. De même, la stabilisation complémentaire apportée par la fibula ne semble pas éviter la pseudarthrose tibiale : sur les 17 pseudarthroses tibiales avérées, la fibula avait été ostéosynthésée dix fois. La mise en contrainte bénéfique du foyer tibial après enclouage ou fixateur externe pourrait être ainsi limitée, voire annulée.

L'analyse de la littérature n'est pas consensuelle quant au type de fixation tibiale et encore moins sur l'opportunité d'un geste sur le foyer fibulaire [34]. En dehors des attitudes systématiques d'abandon basée sur la confiance à la seule fixation tibiale ou à l'inverse d'ostéosynthèse fibulaire systématique, une attitude nuancée s'appuie sur une logique anatomique lésionnelle et mécanique. Lorsque le tibia est fixé par plaque, le même type d'ostéosynthèse fibulaire est fréquemment proposé [17–19] : l'abord se faisant par une seule voie antérolatérale passant au contact du foyer fibulaire, la fixation première de la fibula simplifie celle du tibia. Il est recommandé de fixer un foyer fibulaire sous ou intertuberculaire déstabilisant la syndesmose tibiofibulaire [4,5,25]. Mosheiff et al. [13], Nork et al. [24] fixent la fibula en premier avant l'enclouage tibial pour obtenir la réduction en longueur et la correction frontosagittale et rotatoire du tibia. Dans les séries où le foyer tibial a été stabilisé par fixateur externe, la fibula fait rarement l'objet d'une fixation [29,35]. Dans la présente étude, les raisons de l'option thérapeutique fibulaire n'ont pas été colligées et chaque équipe était laissée libre dans ses indications. Il est simplement noté une forte prédominance du traitement orthopédique vis-à-vis de la fibula lorsque le tibia a été encloué ou traité par fixateur – respectivement, 74 et 62% des cas – alors qu'une ostéosynthèse fibulaire a accompagné une plaque vissée tibiale sur deux. En revanche, lorsque la



décision d'ostéosynthèse la fibula a été prise, elle a été faite en premier, avant la pose de plus de la moitié des fixateurs externes tibiaux, de près de 75% des enclouages et des ostéosyntheses par plaques. Les conséquences d'une fixation fibulaire pérennisant une anomalie réductionnelle tibiale ont été soulignées dans l'analyse rétrospective de cette série; de même, l'absence de fixation fibulaire est apparue comme un facteur probable de défaut réductionnel, de manque de stabilité de l'ensemble tibiofibulaire et de pseudarthrose tibiale. L'analyse statistique des résultats des fractures traitées par enclouage a prouvé le rôle réductionnel d'appoint de la fixation fibulaire première en cas de foyer inter- ou sus-tuberculaire.

## Conclusion

Tandis que les séries de la littérature ne permettent pas de conclure sur la nécessité du geste fibulaire, les études biomécaniques ont montré que la fixation de la fibula était utile pour augmenter la stabilité de la fixation tibiale. L'analyse de ce collectif vérifie l'hypothèse émise en soulignant l'importance de la lésion fibulaire au sein d'une même entité biomécanique et pathologique que représente les fractures distales du tibia. En particulier, elle confirme l'intérêt d'une double fixation opératoire, en complément de stabilité mais aussi de réduction lorsqu'un fixateur externe ou un enclouage sont indiqués. Dans le premier cas, les lésions cutanées qui imposent en général ce type de stabilisation sont rarement situées latéralement: la fibula fixée en premier redonne au squelette jambier sa longueur et un certain degré de réduction frontosagittale. Dans l'enclouage à foyer fermé, la réductibilité des lésions tant tibiale que fibulaire est d'autant plus difficile à obtenir qu'il s'agit d'un traumatisme en torsion engendrant un trait à composante rotatoire: l'ostéosynthèse fibulaire préalable réduit anatomiquement tout déplacement horizontal. Reste à valider ces différentes attitudes par une étude prospective.

## Conflit d'intérêt

Aucun pour chacun des différents auteurs.

## Références

- [1] Gerard Y, Evrard J. Fractures extra-articulaires du quart inférieur de la jambe. *J Chir* 1963;85:61–70.
- [2] Zucman J, Roux JP. Fractures basses récentes de jambe chez l'adulte. Définition, classification, résultats thérapeutiques à propos de 109 cas. *Rev Chir Orthop* 1972;58:789–802.
- [3] Utheza G, Chandeclerc D, Cuzacq JP. Les fractures extra-articulaires de l'extrémité inférieure du tibia. *Rev Med Toulouse* 1972;8:93–9.
- [4] Muller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J. *AO Classification of fractures*. Berlin: Springer Verlag; 1990.
- [5] Robinson CM, Mac Lauchlan GJ, Mac Lean IP, Court-Brown CM. Distal metaphyseal fractures of the tibia with minimal involvement of the ankle: classification and treatment by locked intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg (Br)* 1995;77:781–7.
- [6] Bonneville P, Savorit L, Combes JM, Rongieries M, Bellumore Y, Mansat M. Value of intramedullary locked nailing in distal fractures of the tibia. *Rev Chir Orthop* 1996;825:428–36.
- [7] Gorczyca JT, Mac Kale J, Pugh K, Pienkowski D. Modified nails for treating distal tibia fractures. *J Orthop Trauma* 2002;16:18–22.
- [8] Kumar A, Charlebois SJ, Cain EL, Smith RA, Daniels AU, Crates JM. Effect of fibular plate fixation on rotational stability of simulated distal tibial fractures treated with intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg (Am)* 2003;85:604–8.
- [9] Strauss EJ, Alfonso D, Kummer FJ, Egol KA, Tejwani NC. The effect of concurrent fibular fracture on the fixation of distal tibia fractures: a laboratory comparison of intramedullary nails with locked plates. *J Orthop Trauma* 2007;21:172–7.
- [10] Morin PM, Reindl R, Harvey EJ, Beckman L, Steffen T. Fibular fixation as an adjuvant to tibial intramedullary nailing in the treatment of combined distal third tibia and fibula fractures: a biomechanical investigation. *Can J Surg* 2008;51:45–50.
- [11] Sarmiento A, Latta LL. 450 closed fractures of the distal third of the tibia treated with a functional brace. *Clin Orthop* 2004;426:261–71.
- [12] Yang SW, Tzeng HM, Chou YJ, Teng HP, Liu HH, Wong CY. Treatment of distal tibial metaphyseal fractures: plating versus shortened intramedullary nailing. *Injury* 2006;37:531–5.
- [13] Mosheiff R, Safran O, Segal D, Liebergall M. The unreamed tibial nail in the treatment of distal metaphyseal fractures. *Injury* 1999;30:83–90.
- [14] Dogra AS, Ruiz AL, Thompson NS, Nolan PC. Dia-metaphyseal distal tibial fractures—treatment with a shortened intramedullary nail. A review of 15 cases. *Injury* 2000;31:799–804.
- [15] Janssen KW, Biert J, Van Kampen A. Treatment of distal tibial fractures: plate versus nail. A retrospective outcome analysis of matched pairs of patients. *Int Orthop* 2007;31:709–14.
- [16] Labronci PJ, Franco JS, Fernandes Da Silva A, Martins De Pina Cabral F, et al. Treatment of distal fractures of the tibia. *Acta Orthop Bras* 2009;17:40–5.
- [17] Borg T, Larson S, Lindsjo U. Percutaneous plating of distal tibial fractures. Preliminary results in 21 patients. *Injury* 2004;35:608–14.
- [18] Collinge C, Kuper M, Larson K, Protzman R. Minimally invasive plating of high-energy metaphyseal distal tibia fractures. *J Orthop Trauma* 2007;21:355–61.
- [19] Ronga M, Shanmugam C, Longo UG, Maffulli N. Minimally invasive osteosynthesis of distal tibia fractures using locking plates is safe and effective. *Orthop Clin North Am* 2009;40:499–504.
- [20] Gao H, Zhang CQ, Luo CF, Zhou ZB, Zeng BF. Fractures of the distal tibia treated with polyaxial locking plate. *Clin Orthop* 2009;467:831–7.
- [21] Egol KA, Weisz R, Hiebert R, Tejwani NC, Koval KJ, Sanders RW. Does fibular plating improve alignment after intramedullary nailing of distal metaphyseal tibia fractures? *J Orthop Trauma* 2006;20:94–103.
- [22] Megas P, Zouboulis P, Papadopoulos AX, Karageorgos A, Lambiris E. Distal tibial fractures and nonunions treated with shortened intramedullary nail. *Int Orthop* 2003;27:348–51.
- [23] Fan CY, Chiang CC, Chuang TY, Chiu FY, Chen TH. Interlocking nails for distal metaphyseal fractures of the distal tibia. *Injury* 2005;36:669–74.
- [24] Nork SE, Schwartz AK, Agel J, Holt SK, Schrick JL, Winquist RA. Intramedullary nailing of distal metaphyseal tibial fractures. *J Bone Joint Surg (Am)* 2005;87:1213–20.
- [25] Im GI, Tae SK. Distal metaphyseal fractures of the tibia: a prospective randomized trial of closed reduction and intramedullary nail versus open reduction and plate and screws fixation. *J Trauma* 2005;59:1219–23.
- [26] Hazarika S, Chakravarthy J, Cooper J. Minimally invasive locking plate osteosynthesis for fracture of the distal tibia: results in 20 patients. *Injury* 2006;37:877–87.
- [27] Bedi S. Surgical treatment of nonarticular distal tibial fracture. *J Am Acad Orthop Surg* 2006;14:407–15.

- [28] Valier HA, Le TT, Bedi A. Radiographic and clinical comparisons of distal tibial shaft fractures (4 to 11 proximal to the plafond): plating versus intramedullary nailing. *J Orthop Trauma* 2008;22:307–11.
- [29] De La Caffiniere JY, Benzimra R, Chanzy N. Treatment of distal metaphyseal fractures of the tibia with the interlocking flexible osteosynthesis system. *Rev Chir Orthop* 1999;85:42–50.
- [30] Joveniaux P, Ohl X, Harisboure A, Berrichi A, Labatut L, Simon P, et al. Distal tibia fractures: management and complications of 101 cases. *Int Orthop* 2009;25:23–9.
- [31] Morrison KM, Ebraheim NA, Southworth SR, Sabin JJ, Jackson WT. Plating of the fibula. Its potential value as an adjunct to external fixation of the tibia. *Clin Orthop* 1991;266:209–13.
- [32] Weber TG, Harrington RM, Henley MB, Tencer AF. The role of fibular fixation in combined fractures of the tibia and fibula: a biomechanical investigation. *J Orthop Trauma* 1997;11:206–11.
- [33] Drosos G, Karnesis IA, Bishay M, Miles AW. Initial rotational stability of distal tibial fractures nailed without proximal locking: the importance of fracture type and degree of cortical contact. *Injury* 2001;32:137–43.
- [34] Zelle BA, Bhandari M, Espiritu M, Koval JK, Zlowodski M. Treatment of distal fractures without articular involvement: a systematic review of 1125 fractures. *J Orthop Trauma* 2006;20:76–9.
- [35] Ristiniemi J, Flinkkila T, Hyvonen P, Lakovaara M, Pakarinen H, Jalavaara P. Two-ring hybrid external fixation of distal fractures: a review of 47 cases. *J Trauma* 2007;62:174–83.