

# Stabilisation temporaire des fractures du tibia par un fixateur externe monocortical dédié

## Temporary Stabilization of Tibia Fractures Using a Dedicated Unicortical External Fixator

L Mathieu [1,3], A Caubère [2], AP Russo [1], A de Rousiers [1], G Pfister [1], S Rigal [1,3]

1-Service de chirurgie orthopédique, traumatologie et chirurgie réparatrice des membres - Hôpital d'Instruction des Armées Percy, Clamart.

2-Service de chirurgie orthopédique et traumatologie - Hôpital d'Instruction des Armées Bégin, Saint-Mandé.

3-Chaire de chirurgie appliquée aux Armées - École du Val-de-Grâce, Paris.

### Résumé

**Objectif :** Il s'agissait d'évaluer l'intérêt et l'efficacité d'un fixateur externe mono-cortical temporaire (FEMT) développé pour la stabilisation des fractures de la diaphyse tibiale dans le cadre de procédures de damage control orthopédique (DCO).

**Méthode :** Une étude rétrospective observationnelle a été menée dans deux *trauma centers* militaires français en incluant tous les patients traités pour une fracture du tibia par un FEMT (UNYCO® - société ORTHOFIX®) entre septembre 2015 et avril 2018.

**Résultats :** Quinze patients d'âge moyen 38 ans ont été inclus, et totalisaient 16 fractures du tibia. Le mécanisme était un accident de la voie publique dans tous les cas. Il y avait quatre fractures fermées et 12 fractures ouvertes. L'indication du DCO était un polytraumatisme pour quatre patients, une lésion ouverte ou infectée pour 10 patients, et circonstancielle pour un patient. Un polytraumatisé a été amputé précocement en raison d'une lésion artérielle. Dans les autres cas, le FEMT a été converti en une ostéosynthèse interne définitive après un délai moyen de 8,5 jours. Aucune perte de réduction n'a été constatée entre les deux temps chirurgicaux. Le fixateur a été laissé en place durant la procédure de fixation interne dans 11 cas. Après un recul moyen de 14 mois, toutes les fractures étaient consolidées ou en cours de consolidation. Deux patients ont présenté une pandiaphysite à la suite de fractures ouvertes.

**Conclusion :** Cette étude préliminaire tend à montrer la fiabilité du FEMT pour maintenir la réduction des fractures du tibia et faciliter la conversion précoce en une ostéosynthèse interne.

### Mots-clés

- ◆ Damage control orthopédique
- ◆ Fracture du tibia
- ◆ Fixateur externe temporaire
- ◆ Polytraumatisme

### Abstract

**Objective:** To evaluate usefulness and efficiency of a temporary unicortical external fixator (TUEF) developed for stabilization of diaphyseal tibia fractures in damage control orthopedics (DCO) procedures.

**Methods:** An observational retrospective study was conducted in two French military trauma centers including all the patients treated for a tibial fracture using a TUEF (UNYCO® - ORTHOFIX® society) between September 2015 et April 2018.

**Results:** Fifteen patients with a mean age of 38 years-old were included and totalized 16 tibia fractures. The mechanism was a motor vehicle accident in all cases. There were 4 closed fractures and 12 open fractures. DCO indications were a polytrauma in 4 cases, an open or infected fracture in 10 cases, and circumstantial in 1 case. A polytraumatized patient sustained an early amputation due to an arterial injury. In other cases, the TUEF was converted to an internal osteosynthesis after a mean period of 8.5 days. No loss of reduction was observed between the two surgical procedures. Internal fixation was performed «fixator in place» in 11 cases. At the mean follow-up of 14 months, bone union was achieved or in process in all cases. Two patients suffered a pandiaphysitis following an open fracture.

**Conclusion:** This preliminary study tends to demonstrate the reliability of the TUEF to maintain the reduction of tibial fractures and facilitate early conversion to internal fixation.

### Keywords

- ◆ Damage control orthopedics
- ◆ Polytrauma
- ◆ Temporary external fixator
- ◆ Tibia fracture

### Correspondance

Laurent Mathieu - Service de chirurgie orthopédique, traumatologie et chirurgie réparatrice des membres - Hôpital d'Instruction des Armées Percy - 2, rue du Lieutenant Raoul Batany - 92140 Clamart.

E-mail : laurent\_tom2@yahoo.fr

En pratique civile, l'enclouage centromédullaire (ECM) est le traitement de choix des fractures déplacées de la diaphyse tibiale de l'adulte, y compris lorsqu'elles sont ouvertes (1, 2). L'ECM n'est cependant pas toujours possible ou souhaitable, en particulier lorsqu'il existe des lésions viscérales associées menaçant la vie du patient ou des complications locales menaçant la conservation du membre. Il faut alors renoncer au traitement idéal pour effectuer une stabilisation temporaire de la fracture au moyen d'un fixateur externe (FE) selon le concept du damage control orthopédique (DCO) (3).

Les indications du DCO sont actuellement bien codifiées et répondent à trois situations cliniques :

- le traumatisé grave hémodynamiquement instable, dans le but de limiter l'agression chirurgicale ;

- les traumatismes isolés mais graves de la jambe en raison de complications cutanées, d'une lésion vasculaire associée ou de fractures étagées du membre inférieur ;
- une situation sanitaire inadaptée du fait d'une limitation en moyens techniques ou humains, notamment dans le cadre d'un afflux de blessés.

Le DCO est une tactique chirurgicale séquentielle en trois temps. Au segment jambier, le premier temps consiste en une stabilisation osseuse par un FE temporaire précédée du débridement et du parage des plaies dans les fractures ouvertes. A la suite d'une phase de stabilisation de l'état général du patient ou de l'état local de la jambe, l'ostéosynthèse définitive est effectuée, généralement par un ECM, parfois par un FE définitif lorsque les lésions cutanées sont sévères. La conversion precoce en fixation interne doit être idéalement effectuée entre le 6ème et le 15ème jour post-traumatique : après la régression de la phase inflammatoire ou la réalisation éventuelle d'une reconstruction de l'enveloppe cutanée, et avant la survenue de complications infectieuses sur les fiches du fixateur (3-5).

L'infection sur les fiches du FE temporaire constitue la principale limite à cette tactique, en particulier si une ostéosynthèse interne secondaire est envisagée. Les fiches bi-corticales classiques mettent en effet la cavité centromédullaire en communication avec le milieu extérieur, exposant à un risque de pandiaphysite lors de la conversion en ECM (6). Pour pallier ce problème, des fixateurs pinless ont été mis au point dans les années 90 pour assurer la stabilisation temporaire des fractures ouvertes de jambe. Leur utilisation est cependant restée marginale pour plusieurs raisons : tenue insuffisante des clips source de pertes de réduction, risque de nécrose cutanée autour des clips, implantation délicate et encombrement gênant la réalisation des lambeaux (6-10). Dans la lignée de ce concept, des fixateurs externes mono-corticaux temporaires (FEMT) ont été récemment mis au point (3). Leur principe reprend le cahier des charges des fixateurs pinless : il s'agit de respecter l'espace centromédullaire en offrant un ancrage mono-cortical stable, avec une technique d'implantation aisée, rapide et fiable. Si l'avantage principal de ce fixateur est de limiter le risque d'infection osseuse profonde, il permet aussi de faciliter l'enclouage secondaire du tibia qui peut être réalisé « fixateur en place ».

L'objectif de cette étude était de rapporter les résultats préliminaires de l'utilisation clinique d'un FEMT pour la prise en charge séquentielle de fractures de jambe dans le cadre de procédures de DCO.

## Patients et méthodes

Une étude rétrospective observationnelle a été menée dans deux *trauma centers* militaires français de niveau 1 entre septembre 2015 et avril 2018. Les critères d'inclusion concernaient les patients présentant une fracture de la diaphyse tibiale, ouverte ou fermée, traitée selon le concept du DCO par un FEMT (UNYCO® - société ORTHOFIX®). Ont été exclus les patients présentant des fractures du tibia étendues à l'une des épiphyses, et ceux traités par un autre type de fixateur externe à la phase initiale.

### Ancrage mono-cortical

Les fiches du FEMT ont un design conique spécifique permettant une implantation mono-corticale profonde sans pénétrer la cavité médullaire tibiale. Elles sont introduites au moteur à l'aide d'un coupleur dynamométrique s'arrêtant automatiquement avant le franchissement de la première corticale. Les études biomécaniques préliminaires ont montré que la tenue d'une seule fiche mono-corticale est bien inférieure à celle d'une fiche bi-corticale classique. En revanche, la combinaison de trois ou quatre fiches mono-corticales perpendiculaires entre elles offre une stabilité comparable à celle de deux fiches bi-corticales (Fig. 1).

### Implantation du FEMT

Pour les fractures ouvertes, l'intervention débutait par un débridement de la plaie, suivi d'un parage et d'une irrigation centromédullaire. Une antibioprofylaxie était prescrite pour une durée minimum de 72 heures. Dans le cas particulier des fractures déjà infectées lors de la prise en charge, un alésage du tibia et une antibiothérapie à large spectre étaient associés avant la pose du fixateur.

Le FEMT était implanté en plaçant ses deux mâchoires de façon indépendante de part et d'autre de la fracture. Les mâchoires supportaient quatre fiches chacune (deux fiches antérieures et deux fiches médiales) et étaient reliées par une barre en carbone de 12 mm de diamètre. Une fiche intermédiaire mono-corticale pouvait être rajoutée pour maintenir un troisième fragment. En cas d'exposition du foyer de fracture un pansement à pression négative était appliqué pour limiter la contamination environnementale (Fig. 2).

### Conversion en fixation interne

Elle était effectuée le plus précocement possible, en l'absence d'infection au niveau de la fracture ou des fiches du fixateur. Une inflammation isolée (sans écoulement) autour des fiches mono-corticales n'était pas considérée comme un signe d'infection. Lorsque la réduction initiale était optimale, le FEMT était inclus dans le champ stérile et maintenu durant l'ostéosynthèse interne. La moitié des mâchoires pouvait être retirée pour faciliter le verrouillage de l'ECM. Lorsqu'un lambeau était nécessaire, il était effectué dans le même temps après réalisation de prélèvements bactériologiques (Fig. 3). Pour les fractures infectées, la conversion en fixation interne était réalisée devant une évolution clinique et biologique favorable, après un minimum de 15 jours d'antibiothérapie intraveineuse efficace. Il s'agissait alors obligatoirement d'un ECM avec alésage et lavage centromédullaire itératifs.

### Méthodes d'évaluation

Les paramètres préopératoires incluaient les données démographiques, le mécanisme traumatique et le type d'ouverture cutanée selon Gustilo (11). L'indication du DCO et le délai de la conversion en fixation définitive ont également été étudiés. L'évaluation des résultats concernait le maintien de la réduction entre les deux procédures (en comparant les radiographies post-FEMT et pré-ECM) ; l'utilisation du fixateur durant l'ostéosynthèse interne ; la survenue de complications infectieuses ; la consolidation osseuse et le résultat fonctionnel au dernier recul.

## Résultats

Durant la période d'étude, 15 patients d'âge moyen 38 ans (extrêmes : 21 à 81 ans) ont été inclus, dont treize hommes et deux femmes. Tous avaient été victimes d'un accident de la voie publique, impliquant un véhicule à deux roues dans 11 cas sur 15. Au total, 16 fractures ont été traitées car un patient polyfracturé présentait une atteinte des deux jambes. Il y avait quatre fractures fermées et 12 fractures ouvertes : un type I de Gustilo, huit types II et trois types IIIB. L'indication du DCO était un polytraumatisme pour quatre patients, une lésion ouverte ou infectée pour 10 patients, et « de circonstance » pour un patient. Dans ce dernier cas, il s'agissait d'une fracture fermée n'ayant pu être traitée de façon idéale du fait de l'indisponibilité du matériel d'enclouage durant plusieurs jours.

La conversion en fixation définitive n'a pas été possible chez un patient polytraumatisé. Celui-ci présentait une lésion de l'artère poplitée avec ischémie, qui n'a pu être traitée en raison d'un choc hémorragique avec coagulopathie, et a imposé la réalisation d'une amputation trans-tibiale précoce. Dans tous les autres cas, le FEMT a été converti en fixation interne après un délai moyen de 8,5 jours (extrêmes : 5 à 15 jours). Les délais de conversion les plus longs étaient observés dans les fractures infectées. Aucune perte de réduction significative n'a été observée entre les deux temps opératoires. Il a été réalisé 14 ECM et une ostéosynthèse par plaque à foyer fermé imposée par une plaie délabrante du genou. La conversion a été effectuée « fixateur en place » dans 11 cas. Dans les quatre autres cas, correspondant aux fractures fermées, une réduction approximative n'a pas permis de conserver le FEMT durant l'ECM. La couverture des fractures Gustilo IIIB a été assurée par un lambeau libre antérolatéral de cuisse dans deux cas et par des lambeaux bi-pédiculés d'avancement dans un cas.

Les patients ont été revus avec un recul moyen de 14 mois (extrêmes : 2 à 29 mois). Deux dynamisations d'ECM ont été effectuées aux alentours du 3ème mois post-traumatique. Aucune greffe osseuse n'a été nécessaire. Il n'a pas été observé de complication au niveau des orifices des fiches, mais deux pandiaphysites ont dû être traitées dans les suites de fractures ouvertes. La première est survenue trois mois après une lésion Gustilo IIIB chez un patient diabétique de 77 ans. La seconde s'est manifestée à l'issue de l'ablation programmée du clou 16 mois après une lésion Gustilo II. Au dernier recul, la consolidation osseuse était acquise dans 12 cas ou en cours pour les trois patients opérés le plus récemment. Les patients consolidés étaient retournés à leurs activités antérieures, à l'exception d'un polytraumatisé qui présentait des séquelles neurologiques d'un traumatisme crânien sévère. Aucune récurrence infectieuse n'était survenue à la suite du traitement des pandiaphysites.

## Discussion

Le traitement séquentiel des fractures ouvertes de type II et III de Gustilo a fait l'objet de nombreuses études, car leur mode de fixation idéal reste controversé (6, 12-17). L'ECM présente des avantages certains sur le FE : accès aisé aux parties molles, meilleur contrôle des axes et de la rotation, mobilisation et remise en charge précoces, meilleure tolérance clinique (12, 18). A l'inverse, le FE est plus rapide à implanter en urgence, il dispense de réaliser la couverture immédiate du foyer de fracture, et apporte une sécurité vis-à-vis du risque d'infection. Cependant, si le taux de cals vicieux semble inférieur avec l'ECM, les méta-analyses ne montrent pas toutes de différence en termes de complications infectieuses et de pseudarthrose entre les deux techniques (14, 17, 19).

L'ECM des types IIIB de Gustilo est particulièrement défendu par les partisans de stratégie « fix and flap » qui réalisent une reconstruction cutanée immédiate ou très précoce (dans les 72 heures) (20-22). Si cette stratégie permet une récupération fonctionnelle rapide, elle présente plusieurs écueils : la difficulté d'un parage définitif adapté à la phase initiale, la nécessité d'une collaboration étroite avec une équipe de chirurgiens plasticiens, une durée d'intervention longue en urgence ou un risque d'infection profonde en cas de couverture différée (21). L'alternative de choix nous semble être celle du DCO associant parage et exofixation temporaire en urgence, puis ECM et reconstruction cutanée dans les sept jours (3). Une tactique séquentielle permet en effet de profiter des points forts de chaque mode de fixation tout en limitant leurs inconvénients respectifs. Cette étude montre que le FEMT est particulièrement adapté à cette indication, et qu'il semble plus avantageux qu'un FE classique aux trois temps du DCO :

- à la phase initiale, sa pose est très rapide (15 minutes environ) et se fait sans amplificateur de brillance ;
- durant la phase de stabilisation des parties molles, il assure un maintien efficace de la réduction tout en limitant le risque de contamination de la cavité médullaire ;
- lors du traitement définitif, l'ECM « fixateur en place » est aisé procurant un gain de temps appréciable si un lambeau de couverture est réalisé dans le même temps.

Soulignons que la conservation du FEMT durant l'enclouage implique l'obtention d'une réduction quasi-anatomique à la phase initiale. Cela ne pose pas de problème dans les fractures ouvertes puisque le foyer est abordé largement lors du débridement-parage.

A l'inverse, il apparaît que la réalisation d'un ECM « fixateur en place » soit plus délicate dans le cadre d'un DCO pour une fracture fermée. En effet, la qualité de la réduction obtenue sans abord du foyer de fracture (par l'ostéotaxis seul) n'a jamais été suffisante dans cette série. La pertinence de l'exofixation temporaire des fractures fermées de jambe est également discutable : l'immobilisation plâtrée cruro-pédieuse pourrait être une alternative plus simple et moins coûteuse. Dans notre pratique, le FE est préférable au plâtre lorsque l'ECM doit être différé de plusieurs jours. Ses avantages sont en effet multiples : meilleur maintien de la réduction, limitation du risque de complication cutanée, surveillance possible des loges musculaires, simplification du nursing chez le polytraumatisé, et amélioration du confort en cas d'évacuation du patient (4).

La principale limite de cette étude préliminaire tient au faible effectif de la série. Ses résultats ne suffisent donc pas à affirmer la fiabilité de cette tactique chirurgicale, notamment concernant la limitation du risque d'infection. Les deux pandiaphysites ne peuvent cependant pas être rattachées à l'emploi du FEMT. Celle survenue après la fracture de type IIIB tient avant tout à la sévérité des lésions des parties molles et aux facteurs de risque associés. L'origine de la pandiaphysite tardive est plus incertaine : il pourrait s'agir d'une contamination lors de l'extraction du matériel ou bien d'une infection chronique latente non détectée. La réalisation d'un ECM en maintenant un fixateur implanté depuis plusieurs jours est également un des points discutables de cette tactique. En effet, malgré la désinfection soignée et l'isolation du corps du

fixateur lors du champage, l'asepsie ne peut être totalement garantie durant ce type de procédure (Fig. 4). Enfin, l'efficacité du FEMT pour maintenir la réduction dans le temps reste à confirmer. Dans cet objectif, une étude prospective multicentrique a été lancée pour évaluer la tenue biomécanique des fiches, leur morbidité, les possibilités d'un retour à domicile entre les deux temps opératoires (ce qui n'a jamais été autorisé dans cette série) et l'intérêt de ce fixateur dans la prévention des complications infectieuses.

## Conclusion

Le FEMT de DCO permet une stabilisation des fractures de la diaphyse tibiale de façon simple, rapide, et pérenne dans les deux premières semaines. Dans le cadre des fractures ouvertes, il autorise une stratégie « fix and flap » différée dans des conditions optimales, mais n'évite pas les complications septiques liées à l'ouverture cutanée initiale. Des études complémentaires sont nécessaires pour confirmer sa fiabilité et déterminer ses limites d'emploi.

## Conflits d'intérêt

Laurent Mathieu et Sylvain Rigal déclarent des liens d'intérêt avec la société ORTHOFIX®.

## Références

1. Bertani A, Mathieu L, Rongiéras F. Fractures de jambe de l'adulte. Encyclopédie Médico-Chirurgicale 2016, 66294. Doi : 10.1016/S0246-0521(16)66294-0.
2. Bhandari M, Guyatt GH, Swiontkowski MF, Schemitsh EH. Treatment of open fractures of the shaft of the tibia. *J Bone Joint Surg Br* 2001; 83: 62-8.
3. Rigal S, Mathieu L, de l'Escalopier N. Temporary fixation of limbs and pelvis. *Orthop Traumatol Surg Res* 2018; 104: S81-8.
4. Mathieu L, Bazile F, Barthélémy R, Duhamel P, Rigal S. Damage control orthopaedics in the context of battlefield injuries: the use of temporary external fixation on combat trauma soldiers. *Orthop Traumatol Surg Res* 2011; 97: 852-9.
5. Mathieu L, Ouattara N, Poichotte A, et al. Temporary and definitive external fixation of war injuries: use of a French dedicated fixator. *Int Orthop* 2014; 38: 1569-76.
6. Kulshrestha V. Incidence of infection after early intramedullary nailing of open tibial shaft fractures stabilized with pinless external fixators. *Indian J Orthop* 2008; 42: 401-9.
7. Haas N, Schutz M, Wagenitz A, Krettek C, Sudkamp N. Routine application of the pinless external fixator. *Injury* 1994;25:S-C3-7.
8. Winkler H, Hochstein P, Wentzensen A. Experience with the pinless fixator in the treatment of fractures of the lower leg. *Injury* 1994; 25: S-C 8-14.
9. Schutz M, Sudkamp N, Frigg R, Hoffman R, Stockle U, Haas N. Pinless external fixation: Indications and preliminary results in tibial shaft fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1998; 347:35-42.
10. Thomas SR, Giele H, Simpson AH. Advantages and disadvantages of pinless external fixation. *Injury* 2000; 31:805-9.
11. Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. *J Trauma* 1984; 24: 742-6.
12. Henley MB, Chapman JR, Agel J, Harvey EJ, Whorton AM, Swiontkowski MF. Treatment of type II, IIIA, and IIIB open fractures of the tibial shaft: a prospective comparison of unreamed interlocking intramedullary nails and half-pin external fixators. *J Orthop Trauma* 1998; 12: 1-7.
13. Rodrigues FL, de Abreu LC, Valenti VE, et al. Bone tissue repair in patients with open diaphyseal tibial fracture treated with biplanar external fixation or reamed locked intramedullary nailing. *Injury* 2014; 45: S32-5.
14. Foote CJ, Guyatt GH, Vignesh KN, et al. Which surgical treatment for open tibial shaft fractures results in the fewest reoperations? A Network Meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res* 2015; 473: 2179-92.
15. Pairon P, Ossendorf C, Kuhn S, Hofmann A, Rommens PM. Intramedullary nailing after external fixation of the femur and tibia: a review of advantages and limits. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2015; 41:25-38.
16. Hofmann A, Dietz SO, Pairon P, Rommens PM. The role of intramedullary nailing in treatment of open fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2015; 41: 39-47.
17. Fang X, Jiang L, Wang Y, Zhao L. Treatment of Gustilo grade III tibial fractures with unreamed intramedullary nailing versus external fixator: a meta-analysis. *Med Sci Monit* 2012; 18: R-A 49-56.
18. Park HJ, Uchino M, Nakamura M, et al. Immediate interlocking nailing versus external fixation followed by delayed interlocking nailing for Gustilo type IIIB open tibial fractures. *J Orthop Surg* 2007; 15: 131-6.
19. Zhang F, Zhu Y, Li W, Chen W, Tian Y, Zhang Y. Unreamed intramedullary nailing is a better alternative than external fixator for Gustilo IIIB tibial fractures based on a meta-analysis. *Scand J Surg* 2016; 105: 117-24.
20. Tropet Y, Garbui P, Obert L, Ridoux PE. Emergency management of type IIIB open tibial fractures. *Br J Plast Surg* 1999; 52: 462-70.
21. Gopal S, Majumder S, Batchelor AG, Knight SL, De Boer P, Smith RM. Fix and flap: the radical orthopaedic and plastic treatment of severe open fractures of the tibia. *J Bone Joint Surg Br* 2000; 82: 959-66.
22. Bellidenty L, Chastel R, Pluvy I, Pauchot J, Tropet Y. Emergency free flap in reconstruction of the lower limb. Thirty-five years of experience. *Ann Chir Plast Esthet* 2014; 59: 35-44.

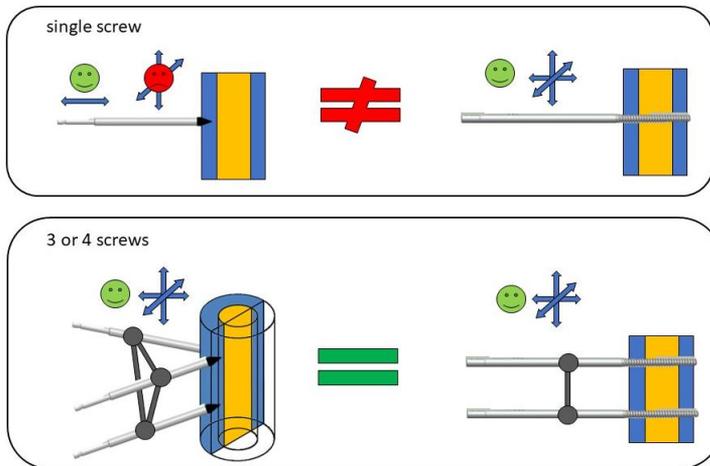


Figure 1 : Propriétés biomécaniques des fiches mono-corticales ORTHOFIX®.



Figure 2 : Premier temps du traitement d'une lésion Gustilo IIIB (a) par débridement-parage-irrigation et implantation du FEMT (b) puis isolation du foyer de fracture par un pansement à pression négative (c).

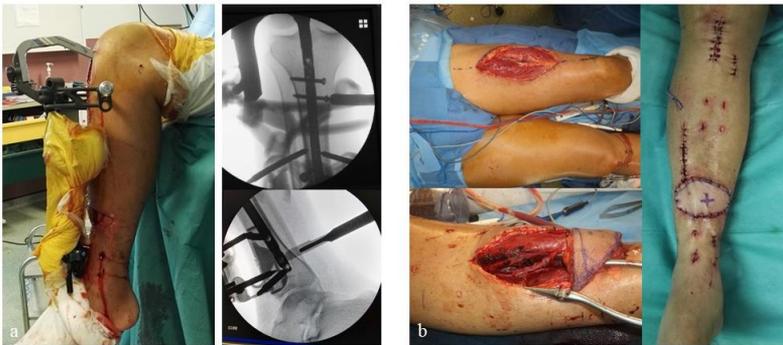


Figure 3 : Second temps du traitement d'une lésion Gustilo IIIB (même patient que sur la figure 2) par ECM « fixateur en place » (a) puis couverture par lambeau libre antéro-latéral de cuisse (b).



Figure 4 : Isolation du FEMT lors de l'ostéosynthèse interne par ECM (a) ou plaque implantée de façon mini-invasive (b).