

UNIVERSITE DE NANTES

FACULTE DE MEDECINE

ANNEE 2004

N°124

THESE

pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

Qualification en Chirurgie Orthopédique

par

Antoine TESSON

Né le 26 Mai 1974, à Luçon (85)

Présentée et soutenue publiquement le 8 Octobre 2004

**Les complications des enclouages centro-médullaires
des os longs porteurs . A propos de 397 cas.**

**Président et Directeur de thèse:
Monsieur le Professeur GOUIN**

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	1
INTRODUCTION	4
MATERIEL ET METHODES	5
1. Méthode de sélection	5
2. Méthode d'observation	6
3. Méthode d'évaluation	8
LES RESULTATS	10
1. Comparaison des clous 2000 et 2003	10
2. Résultats des clous de jambe	12
3. Résultats des clous de fémur	17
4. Résultats des complications des fractures de jambe	22
a) Les complications précoces	22
Complications générales post-opératoires	23
Complications locales post-opératoires	23
b) Les complications à distance	25
Les complications cliniques	25
Les complications liées au matériel	31
Les complications de l'ablation du matériel	34
c) Tableau récapitulatif des complications des enclouages de jambe	35
5. Résultats des complications des fractures de fémur	36
a) Les complications précoces	36
Complications générales post-opératoires	38
Complications locales post-opératoires	39
b) Les complications à distance	41
Les complications cliniques	41
L'évolution a été favorable à 10 mois de recul ! Les complications liées au matériel	47
Les complications de l'ablation du matériel	51
c) Tableau récapitulatif des complications des enclouages de fémur	52
6. Les résultats des indications particulières	53
a) Les enclouages sur lésions cancéreuses	53
b) Les enclouages après sepsis	54
Les sepsis aigus	54
Les pseudarthroses septiques	55

c) Les enclouages pour retard de consolidation et pseudarthrose aseptique	56
d) Les enclouages après fracture sur os pathologique non tumoral	57
DISCUSSION	58
1. NOTRE SERIE	58
2. LES COMPLICATIONS PER-OPERATOIRES	58
a) Les clous de jambe	58
b) Les clous de fémur	59
c) Les clous sciés	60
d) Les erreurs d'indication	61
3. LES COMPLICATIONS POST-OPERATOIRES	61
a) Le syndrome de loges	61
b) L'embolie graisseuse	63
c) Les complications septiques	64
d) Les pseudarthroses et retards de consolidation	65
e) Les complications thrombo-emboliques	66
f) Les déplacements secondaires	66
g) Les cals vicieux	67
h) Les complications mécaniques	68
les fractures de clou	68
les fractures de vis	69
les migrations de vis	70
4. LE VERROUILLAGE	70
5. LES DOULEURS SUR MATERIEL. ABLATION DU MATERIEL	73
6. LES INDICATIONS PARTICULIERES	76
a) Les enclouages sur métastases	76
b) Les enclouages pour pseudarthrose	76
CONCLUSION	78
REFERENCES	79
ANNEXE	

INTRODUCTION

Les principes de l'enclouage centro-médullaire ont été définis par Gerhard Küntscher dès 1940 au 64^{ème} congrès de la Société Allemande de Chirurgie à Vienne[1, 2]. Le perfectionnement majeur de la technique de l'enclouage est l'apparition du verrouillage développé par Küntscher en 1968 puis amélioré par Kempf et Grosse avec un ancillaire de visée supérieure en 1974[3].

L'utilisation des clous centro-médullaires dans le traitement des fractures diaphysaires du fémur et du tibia connaît un essor important depuis trente ans avec des indications dans des fractures de plus en plus complexes.

Les complications habituelles du traitement des fractures diaphysaires par enclouage centro-médullaire font l'objet de publications régulières[4-7].

Le but de ce travail est d'évaluer l'ensemble des complications secondaires aux enclouages diaphysaires de jambe et de fémur réalisés actuellement au CHU de Nantes afin d'en étudier les causes et les conséquences.

Nous discuterons ensuite les résultats de nos complications en comparaison aux données de la littérature et nous analyserons ainsi les complications évitables pour en déduire des attitudes pratiques préventives.

MATERIEL ET METHODES

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'une étude nationale, multicentrique, l'étude C.E.C.O.P. : Complications après Enclouage Centro-médullaire des Os longs Porteurs. Cette étude, qui regroupe 10 centres -Angers, Bordeaux, Brest, Clermont-Ferrand, Dijon, Lille, Nancy, Nantes, Strasbourg et Toulouse- sera l'objet d'une table ronde au congrès annuel de la SO.F.C.O.T.¹ 2004.

A la demande du GEDIM², le cadrage initial de l'étude nationale insistait sur le relevé des incidents de matério-vigilance, sur l'action menée dans les suites de ces incidents et sur la nécessité de recommandations de pratiques cliniques. Il a ensuite été décidé de profiter de l'envergure de cette étude pour faire le point sur l'ensemble des complications des enclouages du fémur et du tibia. Il s'agissait au départ d'une étude uniquement prospective sur l'année 2003 mais avec un recul insuffisant pour une présentation au congrès de la SO.F.C.O.T. 2004. Le principe d'une étude associée rétrospective sur l'année 2000 a alors été retenu pour avoir un recul suffisant.

La partie nantaise de cette étude, qui regroupe le plus de clous parmi les 10 centres, fait l'objet de cette thèse.

1. Méthode de sélection

2 séries de patients ont été incluses :

- 1 série prospective du 1^{er} Janvier au 31 Décembre 2003 avec inclusion lors de l'enclouage, suivi prospectif lors de l'hospitalisation et des consultations de contrôle jusqu'en Juillet 2004.
- 1 série rétrospective du 1er Janvier au 31 décembre 2000 réalisée sur revue de dossiers.

Les séries ont retenu l'ensemble des enclouages du fémur et du tibia pour fracture et pseudarthrose et les enclouages préventifs sur des lésions tumorales. Les polytraumatismes ont également été inclus.

Ont été exclus de cette étude les enclouages de fractures articulaires complexes et les « clous gamma courts » pour fractures trochantériennes.

¹ SO.F.C.O.T. : Société Française de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique

² GEDIM : Groupe d'Etude des Dispositifs Médicaux

La série prospective a permis d'inclure **208 clous** de patients opérés au bloc opératoire de l'urgence , dans les services d'Orthopédie et de Traumatologie entre les 1^{er} Janvier et 31 Décembre 2003.

La série rétrospective a été constituée à partir des cahiers de blocs de ces 3 services pour les patients opérés entre les 1^{er} Janvier et 31 Décembre 2000. Sur 241 clous posés, les données ne seront exploitables que pour **189 clous** (dossiers égarés, absence de radiographies ou observations incomplètes).

2. Méthode d'observation

Le recueil des données s'est fait sur les fiches de révision de l'étude C.E.C.O.P. (Annexe 1).

Pour chaque clou, une fiche d'inclusion notait les caractéristiques des patients, de leur(s) fracture(s), de l'intervention, du matériel et de sa technique, l'analyse radiographique de l'ostéosynthèse, la survenue de complications per et/ou post-opératoires durant l'hospitalisation initiale.

Une fiche de suivi était ensuite remplie pour chaque consultation de chaque clou pour évaluer le résultat clinique et radiologique : il a été noté le délai de reprise de l'appui et de consolidation, la présence d'un cal vicieux radiologique , la survenue d'un déplacement secondaire , d'une dynamisation , d'une complication clinique ou mécanique et la reprise chirurgicale du clou.

Sur la dernière fiche de chaque clou, était noté le dernier recul, les détails de l'ablation du matériel lorsqu'elle avait eu lieu et la durée totale d'arrêt de travail pour les patients « actifs ».

Les radiographies post-opératoires et de consultation ont été analysées selon la même méthode par un seul examinateur ; la mesure des cals vicieux dans le plan frontal et sagittal s'est faite sur les radios de face et de profil en mesurant l'angle créé par les deux droites passant l'axe médian des fragments proximaux et distaux (figures 1 et 2).

En se reportant aux observations habituelles de la littérature[8, 9], on a défini l'existence d'un cal vicieux pour un défaut d'axe supérieur à 5 degrés dans les plans frontaux et sagittaux, de 10 degrés en rotation et l'existence d'un allongement ou d'un raccourcissement à partir de 10 mm.

La mesure des cals vicieux en rotation s'est basée uniquement sur l'observation clinique.



**Figure 1. Mesure d'un cal vicieux
En Varus**



**Figure 2. Mesure d'un cal vicieux
En Recurvatum**

La mesure du dépassement de l'extrémité du clou en dehors de l'os s'est faite sur le cliché de profil pour les clous de jambe et sur le cliché de face pour ceux de fémurs.

Les radiographies des dossiers comportant une complication ou un aspect particulier ont systématiquement été numérisées dans un but iconographique .

3. Méthode d'évaluation

Les données de chaque fiche de révision ont été saisies dans un tableau *Excel*(Microsoft[®], Redmond, US).

Ce tableau a été la base de données de plusieurs tableaux *Excel* pour permettre l'analyse des résultats : regroupement des clous de fémurs, de jambes, des clous de l'année 2000 ou 2003, des fractures distales de jambe etc...

Après une relecture des principales méthodes statistiques[10], les données ont été interprétées à partir des différents tableaux *Excel* à l'aide du logiciel d'analyse statistique *Statview* (SAS[®] Institute, Inc).

La recherche d'une corrélation entre différentes variables qualitatives a été réalisée avec le test du Chi carré (χ^2). Ce test permet de savoir si les différents échantillons étudiés proviennent d'une même population. La somme des χ^2 calculée est ainsi comparée à une valeur seuil (dépendante de la somme des degrés de liberté et du risque consenti) indiquée par la table de Fisher et Yates. Si la somme des χ^2 est supérieure à la valeur seuil, les échantillons ne peuvent provenir d'une même population, les différences observées sont significatives, et l'hypothèse d'une relation entre les variables qualitatives peut être retenue. En présence de petits échantillons (effectifs théoriques calculés inférieurs à 5), la correction de Yates doit être appliquée[10].

La comparaison entre les moyennes a été réalisée à l'aide de la méthode d'analyse des variances. Cette méthode permet de chiffrer la dispersion des moyennes d'un échantillon à un autre. Au terme des calculs, la dispersion des moyennes apparaît sous la forme d'un intervalle de confiance. Ce dernier est comparé à une limite supérieure (sous la dépendance du nombre de valeurs étudiées dans chaque échantillon *i.e.* du nombre de degrés de liberté) indiquée par les tables de Pearson et Hartley. Si la valeur calculée dépasse la valeur seuil, on conclut que les moyennes diffèrent significativement.

Tout d'abord, après vérification statistique de la répartition homogène des populations des 2 séries, tous les clous des années 2000 et 2003 ont été regroupés.

Les clous ont ensuite été séparés en deux parties : les clous de jambe et les clous de fémur.

La première partie des résultats est une analyse descriptive de la population de chaque série de clous de jambe et de fémur.

La deuxième partie des résultats concerne les complications de ces enclouages avec une étude descriptive mais aussi la recherche de liens statistiques entre différents paramètres.

Les résultats des 2 études prospectives et rétrospectives seront également calculés de façon séparée pour s'assurer de l'absence de divergence liée à un biais d'étude.

Enfin, les résultats des indications particulières des enclouages (métastases, pseudarthroses et infections) ont été détaillés dans une troisième partie.

LES RESULTATS

1. Comparaison des clous 2000 et 2003

Avant de réunir les séries prospectives et rétrospectives, nous nous sommes assurés que les 2 populations étaient comparables :

- Pour les clous de jambes

	Série 2000	Série 2003
Nombre de clous	112	116
Hommes	66%	69%
Femmes	34%	31%
Age moyen	39.3 ans (écart type 17.9)	41.1 ans (écart type 19.9)
Poids moyen	67.8 kg (écart type 12.6)	70.5 kg (écart type 13.5)
Taille moyenne	1.71 m (écart type 0.08)	1.70 m (écart type 0.08)

Tableau 1. Comparaison des 2 populations des clous de jambe

- Pour les clous de fémurs

	Série 2000	Série 2003
Nombre de clous	77	92
Hommes	56%	55%
Femmes	44%	45%
Age moyen	43 ans (écart type 24)	48.6 ans (écart type 26)
Poids moyen	69 kg (écart type 13)	69.5 kg (écart type 15)
Taille moyenne	1.69 m (écart type 0.09)	1.65 m (écart type 0.07)

Tableau 2. Comparaison des 2 populations des clous de fémur

La loi normale est correctement suivie pour chaque série car le nombre de cas est important ($n > 30$)[10].

Les séries ont donc pu être appariées pour étudier les différents critères que sont le type de fracture, le matériel utilisé et sa technique et leurs résultats ...

Les différences entre les séries prospectives et rétrospectives concernent essentiellement le recul et les ablations de matériel :

- Pour les clous de jambes

	Série 2000	Série 2003
Recul moyen (semaines)	57	25
Ablations de matériel	64%	11.2%

Tableau 3.

- Pour les clous de fémurs

	Série 2000	Série 2003
Recul moyen (semaines)	56	24
Ablations de matériel	47%	8.6%

Tableau 4.

Une autre différence est apparue entre 2000 et 2003 : l'utilisation des clous rétrogrades de fémur a été beaucoup plus fréquente en 2003 (31 % des clous de fémurs contre 4 % en 2000).

Les principales complications ont également été calculées de façon distinctes pour les séries 2000 et 2003 afin de s'assurer de l'absence de différence importante qui serait liée à un biais d'étude.

Les taux de complications per et post-opératoires, de sepsis, de déplacements secondaires, de pseudarthrose, de douleurs sur matériel et de reprises ne diffèrent pas significativement.

La seule différence significative concerne les fractures de vis tibiales mais elle dépend du type de matériel utilisé qui est un des critères de l'étude et sera calculée ci-après (page 29).

Le cumul des séries prospective (208 clous) et rétrospective (189 clous) a permis d'inclure **397 clous** pour 378 patients avec **228 clous de jambe** et **169 clous de fémur**.

Onze patients ont un clou de jambe associé à 1 ou 2 clous de fémurs.

2. Résultats des clous de jambe

Il y a 228 clous pour 228 patients : 74 femmes (32%) , 154 hommes (68%), âge moyen 40 ans, poids moyen 70 kg, taille moyenne 1,70 m.

13 patients sont des polytraumatisés, 36 ont au moins une autre fracture associée et 35 ont diverses lésions associées.

1 patient présente un syndrome de loges d'emblée à son arrivée à l'urgence.

Le score ASA de nos patients se répartit de la façon suivante :

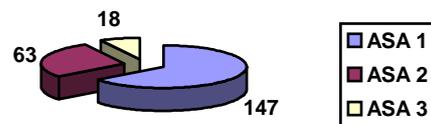


Figure 3 Score ASA des patients avec fracture de jambe

Il s'agit de 198 fractures de jambe et 30 fractures isolées de tibia avec une répartition identique pour le côté de la fracture (114).

Il y a 76 fractures ouvertes (33%) dont le type est détaillé ci-dessous selon la classification de Gustilo[11] :

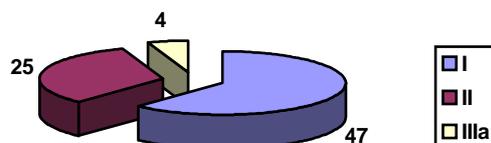


Figure 4. Type d'ouverture des fractures de jambe

Il y a eu 12 enclouages secondaires : 9 cures de pseudarthrose ou retard de consolidation, 2 enclouages après sepsis aigu sur des synthèses réalisées dans un autre centre (1 plaque et un clou) et une cure de cal vicieux.

Il y a eu 2 enclouages pour fracture sur os pathologique : une maladie de Paget et un os irradié pour une métastase de cancer colique.

Les graphiques suivants détaillent les différentes fractures :

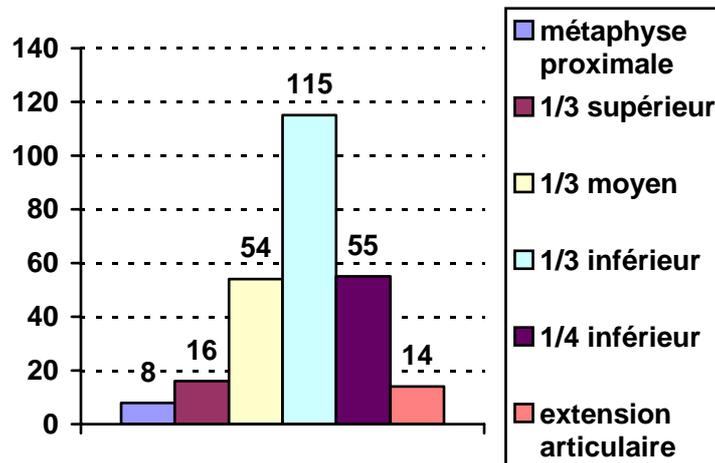


Figure 5. Localisation des fractures de jambe

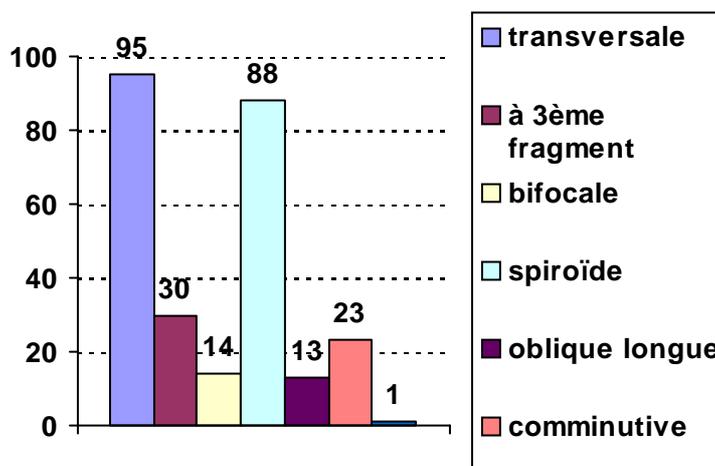


Figure 6. Type des fractures de jambe

Le délai de prise en charge entre le traumatisme et l'intervention chirurgicale a été rapide car 66% des patients ont été opérés dans les six heures et 87% dans les 12 heures.

L'installation était toujours la même en décubitus dorsal, jambe pendante sur barre à genoux.

Un garrot a été utilisé 76 fois (33%) pendant 66 minutes en moyenne.

La durée d'intervention moyenne est de 64 minutes (de 20 à 180 min).

3 types de clous ont été utilisés ; les clous mis en 2000 sont tous des « Russel-Taylor » (Smith and Nephew®, Orthopaedics Inc. Memphis,USA) et en 2003 les clous « Grosse et Kempf »(Stryker®, Stryker Orthopaedics, Mahwah USA) et « Zimmer® »(Zimmer® Inc.Warsaw, Indiana USA)ont été utilisés. Ces clous sont tous en acier inoxydable.

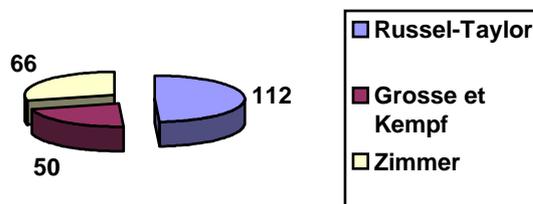


Figure 7. Répartition des différents clous de jambe

L'alésage a été quasiment systématique puisque seuls 2 tibias porotiques de personnes âgées n'ont pas été alésés.

L'alésage moyen a été de 11,25 mm pour la mise en place de clous de 9,75 mm en moyenne (alésage moyen 1,5 mm au dessus du diamètre du clou).

L'enclouage a été verrouillé de façon statique 190 fois (83%) et laissé en dynamique 38 fois .

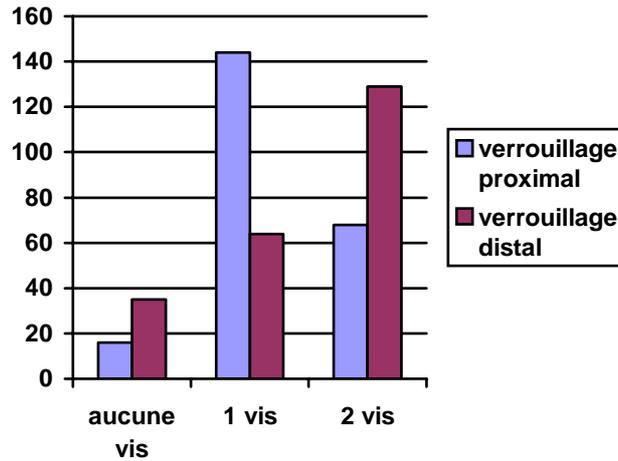


Figure 8. Nombre de vis utilisées pour le verrouillage des clous de jambe

Une ostéosynthèse associée à l'enclouage a été réalisée dans 12 fractures :

- 3 broches centro-médullaires dans la fibula
- 2 plaques sur la malléole latérale
- 2 haubans de malléole médiale appuyés sur une vis de verrouillage distale (figure 9)
- 2 vissages en rappel d'un fragment postérieur du pilon tibial
- 1 cerclage au fil d'acier d'une fracture de la métaphyse proximale (fig 10)
- 1 vissage en rappel d'un fragment intermédiaire
- 1 vissage percutané d'une fracture séparation du plateau tibial médial



Figure 9. Synthèse malléole Médiale



Figure 10. Cerclage d'une fracture proximale

10 clous (8 Russel-Taylor et 2 Grosse et Kempf) ont été sciés pour des fractures du quart distal de jambe.

Une aponévrotomie d'emblée pour le syndrome de loges débutant a été effectuée.

L'analyse des radiographies post-opératoires montre une distraction du foyer de fracture de 4,5 mm en moyenne (3 à 10 mm) dans 49 cas (21%) et un **dépassement du clou hors du tibia de 6,5 mm (3 à 20 mm) dans 70 cas (30 %)**.

209 patients ont eu une immobilisation complémentaire pour une durée moyenne de 4 semaines :

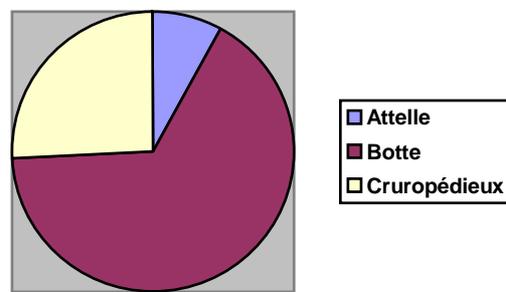


Figure 11. Type d'immobilisation complémentaire des fractures de jambe

La durée moyenne d'hospitalisation a été de **6,77 jours** (de 2 à 42 jours).

La reprise de l'appui s'est effectuée de façon partielle après un délai moyen de 5,5 semaines et l'appui complet à la 10^{ème} semaine.

13 clous (5,7%) ont été dynamisés secondairement (à 20 semaines en moyenne).

La consolidation osseuse a été jugée cliniquement et radiologiquement établie à un délai moyen de **20 semaines**.

Le recul maximum moyen de la série des clous de jambes est de **42 semaines**.

Pour 112 patients « actifs », la reprise du travail s'est effectuée en moyenne à la 25^{ème} semaine (de 8 à 154).

Il y a eu 87 ablations du matériel dont 72 à titre systématique après 60 semaines en moyenne.

3. Résultats des clous de fémur

Il y a 169 clous pour 161 patients : 72 femmes (45%) , 89 hommes (55%), âge moyen 46 ans, poids moyen 70 kg, taille moyenne 1,67 m.

30 patients (18,6%) sont des polytraumatisés, dont 7 ont eu un enclouage des 2 fémurs, 54 ont au moins une autre fracture associée et 54 ont diverses lésions associées. Un patient présentait une ischémie aigüe du membre inférieur à son arrivée par section de l'artère fémorale au niveau de la fracture.

Le score ASA de nos patients se répartit de la façon suivante :

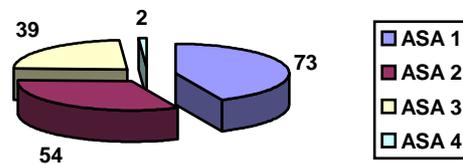


Figure 12. Score ASA des patients avec fracture du fémur

Il s'agit de 169 fractures de fémur, 95 gauches et 74 droites.

Il y a 20 fractures ouvertes (12%) dont le type est détaillé ci-dessous selon la classification de Gustilo[11] :

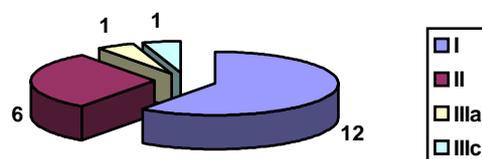


Figure 13. Type d'ouverture des fractures du fémur

Il y a eu 10 enclouages secondaires : 9 cures de pseudarthrose et 1 enclouage après sepsis aigu .

Il y a eu 16 enclouages pour fracture ou en prévention de la fracture sur os pathologique : **12 lésions tumorales** (11 métastases et 1 plasmocytome) , 2 maladie de Paget, 1 fracture sur un fémur « allongé » quelques années auparavant et 1 fracture sur une ancienne ostéomyélite.

6 fémurs avaient des antécédents notables intervenant dans le choix thérapeutique : 1 arthrodèse de hanche, 2 prothèses totales du genou et 3 synthèses du massif trochantérien (2 clou-plaques, 1 vis-plaque DHS®).

Les graphiques suivants détaillent les différentes fractures :

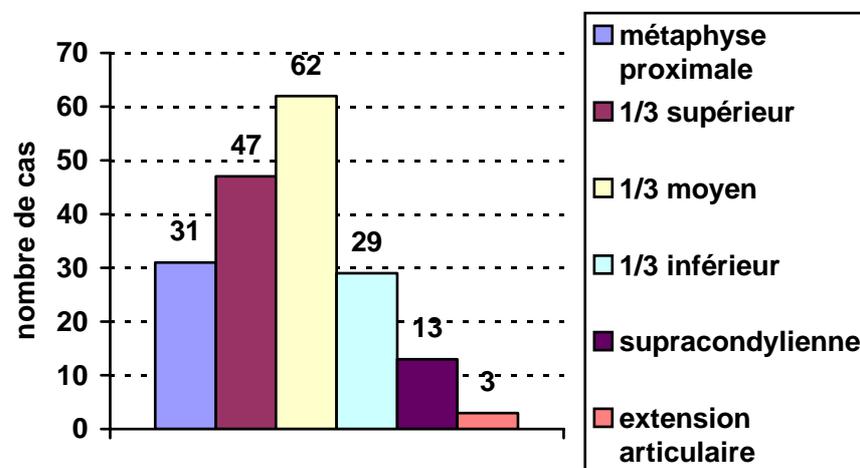


Figure 14. Localisation des fractures du fémur

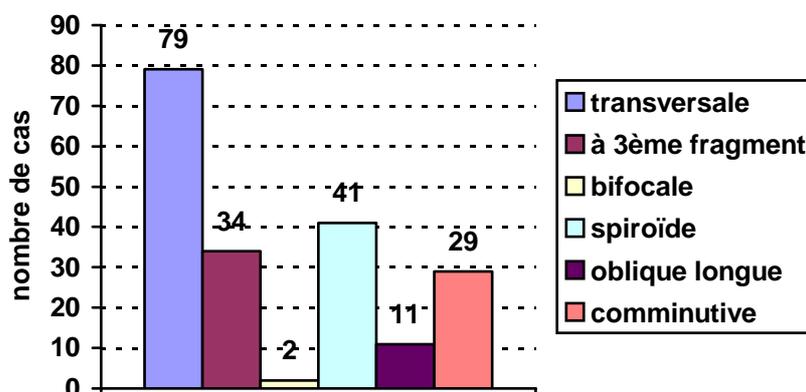


Figure 15. Type des fractures du fémur

Le délai de prise en charge entre le traumatisme et l'intervention chirurgicale a été globalement rapide : 34% des patients ont été opérés dans les six heures et 68 % dans les 12 heures.

L'installation était différente selon le patient et le type de clou utilisé : Décubitus latéral ou dorsal sur table orthopédique pour les clous antérogrades et décubitus dorsal avec un coussin maintenant le genou à 30° de flexion pour l'enclouage rétrograde.

La durée d'intervention moyenne est de 84 minutes (de 30 à 180 min).

3 types de clous ont été utilisés avec 9 modèles différents:

Les clous à verrouillage proximal cervico-céphalique	Les clous standards	Les clous rétrogrades
Gamma longs ³	Grosse et Kempf ³	Zimmer® rétrograde ⁵
Russel-Taylor dits « reconstruction » ⁴	Russel-Taylor ⁴	Clou supracondylien De Stryker® ³
Zimmer® dits « reconstruction » ⁵	Zimmer® ⁵	T2 (titane) de Stryker® ³

Tableau 5. Les différents clous de fémurs utilisés

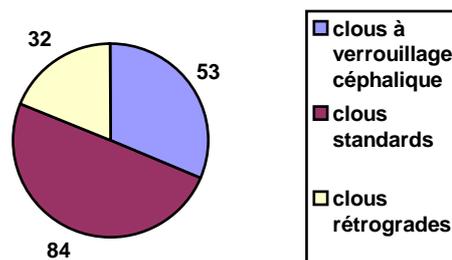


Figure 16. Répartition des différents types de clous de fémur

³ Stryker® Orthopaedics, Mahwah USA

⁴ Smith and Nephew® Orthopaedics, Inc. Memphis USA

⁵ Zimmer® Inc. Warsaw, Indiana USA

L'alésage a été quasiment systématique puisque seuls 6 fémurs porotiques de personnes âgées n'ont pas été alésés (5 enclouages rétrogrades).
L'alésage moyen a été de 12,6 mm pour la mise en place de clous de 11,3 mm en moyenne (alésage moyen 1,3 mm au dessus du diamètre du clou).

L'enclouage a été verrouillé de façon statique 164 fois (97%) et laissé en dynamique 5 fois :

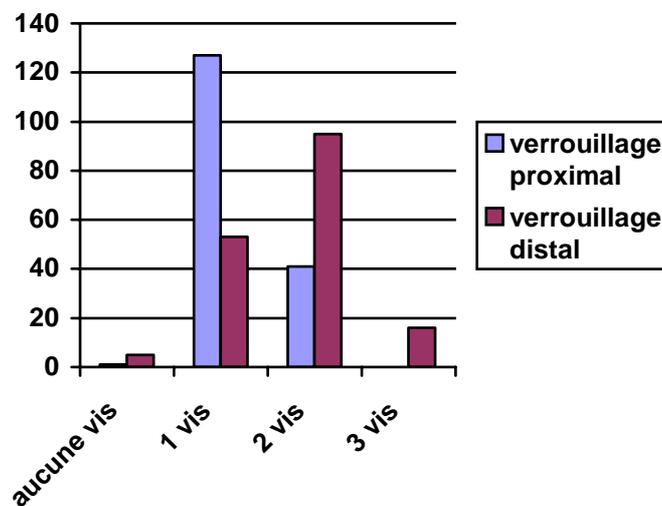


Figure 17. Nombre de vis utilisées pour le verrouillage des clous de fémur

Une ostéosynthèse associée à l'enclouage a été réalisée dans 7 fractures :

- 4 cerclages .
- 2 cimentages d'extrémité supérieure du fémur.
- 1 vissage percutané sur un trait intercondylien.

L'analyse des radiographies post-opératoires montre une distraction du foyer de fracture de 7 mm en moyenne dans 55 cas (32%) et un **dépassement du clou hors du fémur de 8 mm (5 à 20 mm) dans 62 cas (45 %)** pour les clous antérogrades.

80 patients ont été transfusés (50%).

10 fractures ont eu une immobilisation complémentaire par attelle de genouillère.

La durée moyenne d'hospitalisation a été de 11 jours (de 2 à 50 jours).

La reprise de l'appui s'est effectuée de façon partielle après un délai moyen de 6,6 semaines et l'appui complet à la 10^{ème} semaine.

13 clous (7,7%) ont été dynamisés secondairement (à 16 semaines en moyenne).

La consolidation osseuse a été jugée cliniquement et radiologiquement établie à un délai moyen de 22 semaines.

Le recul maximum moyen de la série des clous de fémurs est de 40 semaines.

Pour 51 patients « actifs », la reprise du travail s'est effectuée en moyenne à la 32^{ème} semaine (de 4 à 154).

Il y a eu 44 ablations du matériel dont 34 à titre systématique après 65 semaines en moyenne.

4. Résultats des complications des fractures de jambe

a) Les complications précoces

Complications per-opératoires : 18 (7,9%)

- 8 refends articulaires du pilon tibial sur des fractures distales ont été dévoilés lors de l'introduction du clou. Aucun refend n'a bénéficié d'une ostéosynthèse complémentaire.



Figure 18. Refend du pilon tibial

Il y a eu 1 évolution vers une arthrose talo-crurale à 2 ans de recul.

- 3 foyers de fracture ont été abordés pour permettre la réduction et le passage du guide clou.
Ces 3 fractures ont évolué vers la pseudarthrose imposant une reprise chirurgicale.
- 3 problèmes de verrouillage proximal : une fracture de mèche, un méchage prolongé et difficile en raison d'un contact avec le clou et un verrouillage à coté du clou.
Ces problèmes n'ont pas eu de conséquences sur l'évolution de la fracture.
- 1 verrouillage distal à coté du clou.
- 1 tentative d'enclouage sans alésage avec blocage du clou en intramédullaire obligeant en définitive à aléser le tibia.
- 1 alésage avec effraction articulaire de la talo-crurale qui a entraîné des douleurs prolongées dans les suites opératoires.
- 1 « 3^{ème} fragment » est resté exclu. L'évolution a été favorable.

Complications générales post-opératoires

Elles concernent 15 patients (6,5%) et sont détaillées dans le tableau 6

Complications	Nombre de cas	Détails
Fièvre inexplicquée	5	Dont 2 polytraumatisés
Pneumopathie	2	De réanimation
Globe vésical	3	
Troubles du rythme	2	Dont 1 polytraumatisé
Embolie pulmonaire	1	
Pré-DT	2	

Tableau 6

Complications locales post-opératoires

- 2 syndromes de loges (0,9%).

Il s'agit de deux patients pris en charge rapidement (<6^{ème} et <12^{ème} heure) pour une fracture fermée du ¼ distal et une fracture ouverte stade 1 du 1/3 moyen de jambe après un accident de sport.

Le traitement a consisté en une aponévrotomie à J1 et à J2.

L'évolution a été favorable sans séquelles avec simplement un retard de consolidation dans un cas.

- 4 thrombophlébites (1,8%) dont une s'est compliquée d'une embolie pulmonaire à J10.

- 3 déficits d'extension de l'hallux étaient découverts en post-opératoire.

Il s'agit dans le premier cas du syndrome de loges pré-opératoire où une aponévrotomie d'emblée avait été réalisée. L'évolution a été favorable.

Dans les 2 autres cas, il s'agit probablement de syndrome de loges « a minima » avec une récupération complète dans un cas et incomplète au dernier recul (12 semaines) pour l'autre cas.

- 12 hématomes de jambes sont notés comme importants.

Dans 2 cas, il s'agit d'hématomes survenus après la mise en place d'un traitement anticoagulant à doses curatives pour phlébite ; ces deux hématomes ont du être évacués chirurgicalement en raison du risque important de nécrose cutanée.

- 3 nécroses ou désunion cutanée en regard du foyer sont survenues en post-opératoire.

Il s'agit de 3 fractures ouvertes (1 stade 2 et 2 stades 3a). Il y a eu 3 prises en charge différentes :

1. une greffe de peau mince avec évolution vers la cicatrisation mais avec un retard de consolidation obligeant à un changement de clou à 17 semaines.
2. un lambeau local de rotation avec une évolution favorable (simple retard de consolidation).
3. une cicatrisation dirigée avec une évolution en sepsis chronique (fistule) malgré une consolidation acquise.

- Aucun sepsis aigu n'est survenu lors de l'hospitalisation initiale.

Au total, il y a eu 7 réinterventions initiales (3%) :

Aponévrotomie pour syndrome de loges	2
Evacuation chirurgicale d'hématome	2
Intervention de couverture cutanée	2
Ablation du redon sous AG	1

Tableau 7. Réinterventions initiales après fracture de jambe

b) Les complications à distance

Les complications cliniques

Algodystrophies

Lors de la surveillance clinique des patients , une algodystrophie a été diagnostiquée à 10 reprises de façon radio-clinique et parfois scintigraphique.



Figure 19. Exemple de scintigraphie d'une algodystrophie du membre inférieur droit à 6 mois d'une fracture ouverte de jambe traitée par enclouage avec hyperfixation globale du membre inférieur.

Aucun facteur favorisant n'a pu être retrouvé concernant ce petit nombre de cas.

L'évolution de ces patients a été favorable avec une consolidation de toutes les fractures et une absence de séquelles cliniques sauf pour un patient qui garde une boiterie et une raideur relative du genou (0/110°) au dernier recul de 2 ans.

Phlébites

5 phlébites sont survenues après l'hospitalisation initiale dont 4 à l'arrêt des anticoagulants entre la 7^{ème} et la 9^{ème} semaine post-opératoire.

Avec les complications post-opératoires immédiates, le nombre de complications thrombo-emboliques s'élève à 9 soit **3,9%**.

Elles n'ont pas eu de conséquence majeure.

Nécroses cutanées

Des problèmes cutanés sont survenus dans 5 cas. Il s'agit de 4 fractures initialement ouvertes et d'une fracture fermée reprise à J5 pour évacuation d'hématome.

4 nécroses cutanées se sont produites sur l'ancienne ouverture et 1 sur la face externe de la cheville entre la 2^{ème} et la 5^{ème} semaine post-opératoire.

3 lésions ont évolué favorablement (2 retards de consolidation) avec des soins locaux, 1 a été perdue de vue.

1 nécrose a nécessité la réalisation d'un lambeau de soléaire à la 4^{ème} semaine ; il s'agissait d'une fracture ouverte stade 3a initialement. Cette fracture n'est pas encore consolidée au dernier recul de 26 semaines.

Sepsis

3 sepsis sont survenus après un enclouage centro-médullaire de 1^{ère} intention :

- 1 fracture fermée qui présentait à la 6^{ème} semaine des signes de sepsis francs ; il a été réalisé une ablation du matériel , un lavage et une nouvelle synthèse par fixateur externe.
- 1 fracture ouverte stade 2 opérée à J12 (transfert du Timor Oriental, fracture parée et plâtrée sur place) qui a évolué vers la fistulisation et la pseudarthrose septique ; il a été réalisé un changement de clou avec excision de la fistule à neuf mois.
- 1 fracture ouverte stade 2 fistulisée à 3 mois pour laquelle il a été réalisé un changement de clou à la 20^{ème} semaine.

1 sepsis sur enclouage pour pseudarthrose septique ancienne a fistulisé à 3 mois et a été repris par un nouveau clou à la 20^{ème} semaine.

Le faible nombre de cas ne permet pas de retrouver de facteurs favorisants pour les sepsis.

Pseudarthroses

Il y a eu une pseudarthrose septique (détaillée ci-dessus) et 7 pseudarthroses « aseptiques » : 5 fractures ouvertes et 2 fractures fermées. 3 foyers dont 1 fracture fermée avaient été abordés pour permettre la réduction.

Parmi les 7 pseudarthroses aseptiques, 6 ont été reprises entre 7 et 12 mois et une n'est pas reprise à un an de recul :

- 4 ablations du clou, réalésages, ré-enclouages dont 1 cas avec une ostéotomie du péroné.
- 2 décortications et greffes de spongieux sur clou laissé en place.
- 1 ablation du clou, greffe et synthèse par plaque.

Les fractures ouvertes sont significativement plus à risque de pseudarthrose (χ^2 corrigé=8.5 p=0.003) que les fractures fermées. De même, l'abord du foyer est un facteur de risque majeur : 3 abords , 3 pseudarthroses (p<0.0001).

Les autres facteurs comme le type de fracture (2 cas de fracture comminutive et 1 fracture bifocale), la localisation de la fracture ou le type d'enclouage (1 dynamique pour 7 statiques) n'apparaissent pas significatifs.

Retards de consolidation

Il y eu 4 retards de consolidation sur 4 fractures ouvertes (2 stades 3a, 1 stade 2 et un stade 1) dont 3 ont été repris par une ablation de matériel, réalésage et réenclouage.

Cette intervention a été réalisée entre le 4^{ème} et le 5^{ème} mois devant une absence radiologique de consolidation osseuse.

1 retard de consolidation n'a pas été repris et a fini par consolider à 1 an.

Ici aussi, le caractère ouvert de la fracture apparaît comme le seul facteur de risque significatif (p<0.0001).

Déplacements secondaires

Il y a eu 9 déplacements secondaires après un délai moyen de 11 semaines (4 avant 6 semaines et 5 après 12 semaines).

8 déplacements sont survenus sur des fractures distales de jambe (3 tiers inférieurs et 5 quarts inférieurs) et 1 sur un quart proximal de jambe.

Dans 3 cas les clous avaient été sciés et seulement 3 clous avaient 2 vis de verrouillage près du déplacement.

7 clous avaient eu une immobilisation complémentaire par plâtre cruropédieux.

Il s'agit de 3 raccourcissements de 10 mm, 3 déplacements en valgus, 2 déplacements en récurvatum sur une seule vis de verrouillage pour les fractures distales de jambe et d'un déplacement en varus-flessum après fracture de vis pour la fracture proximale.

4 déplacements sont survenus après une fracture de 1 ou 2 vis de verrouillage.



Figure 20 à 22. Déplacement secondaire d'une fracture distale de jambe après fracture de la vis de verrouillage

Après étude statistique, il y a un risque significativement plus élevé de déplacement secondaire après une fracture des vis de verrouillage (χ^2 corrigé=7 p=0.0081) et lors de l'utilisation d'un clou scié (χ^2 corrigé=10.5 p=0.0012).

La localisation, le type de fracture et l'utilisation d'1 ou 2 vis de verrouillage ne sont pas des facteurs significatifs.

Cals vicieux

40 enclouages centro-médullaires de jambes (17.5%) présentaient un cal vicieux au dernier recul

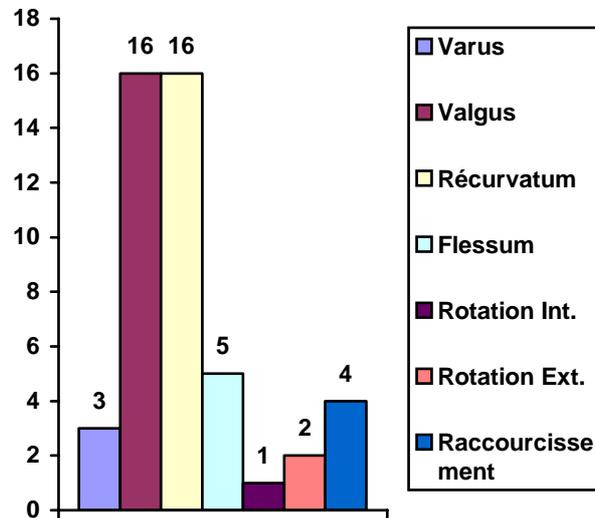


Figure 23. Les différents types de cals vicieux de jambe

La fréquence de ces cals vicieux est différente selon la localisation de la fracture initiale.

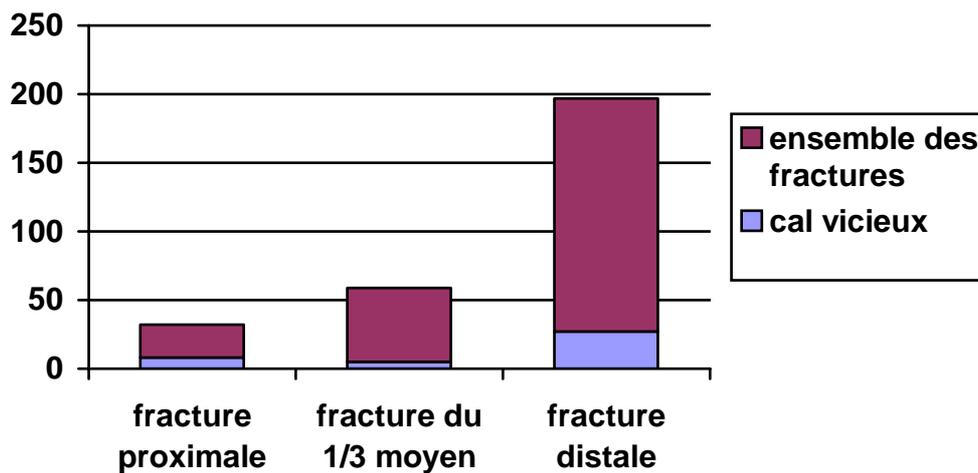


Figure 24. Cals vicieux en fonction de la localisation de la fracture

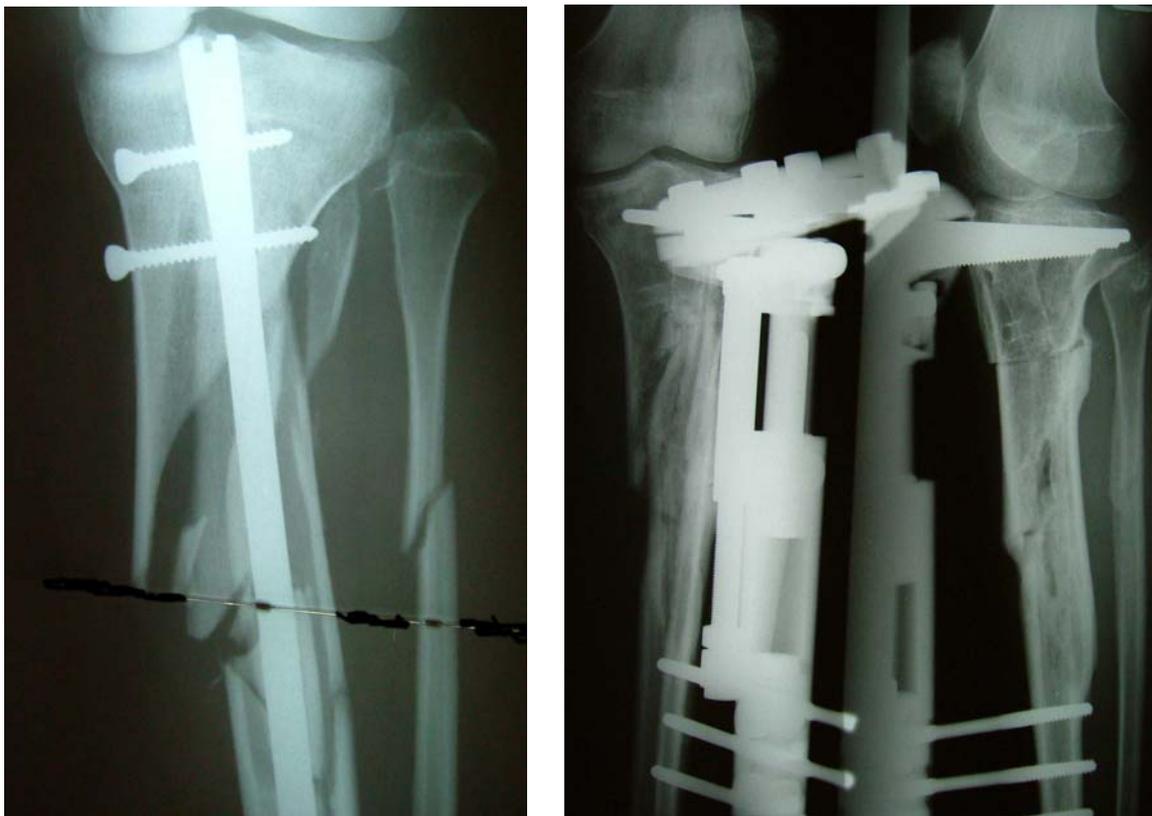
Les fractures proximales de jambe (1/4 et 1/3 supérieur) sont significativement plus à risque de cal vicieux que les autres types de fracture ($p < 0.05$).

L'âge moyen à l'inclusion des patients présentant un cal vicieux au dernier recul est de 48 ans ; il est significativement plus élevé (écart réduit=2.58 , $p<0.02$) que la moyenne de l'échantillon (40,25 ans).

Il n'a pas été trouvé de relation significative entre l'existence d'un cal vicieux et le type de fracture initiale (ouverte, fermée, spiroïde, comminutive...) et les caractéristiques du clou utilisé (marque, diamètre, nombre de vis utilisées).

Un seul cal vicieux a été repris pour correction chirurgicale ; il s'agissait d'une fracture fermée comminutive du ¼ supérieur de jambe chez une patiente de 25 ans polytraumatisée. Cette fracture a consolidé avec un cal vicieux de 13° dans la fracture avec 10° de valgus sur le pangonogramme.

Elle a été reprise à 1 an par ostéotomie de réaxation et synthèse par fixateur externe en T, la consolidation était acquise 5 mois plus tard.



Figures 25 et 26. Cal vicieux en valgus. Reprise par ostéotomie et fixateur externe

Les autres cals vicieux ont été tolérés sans gêne exprimée par les patients.

Les complications liées au matériel

Il n'y a eu aucune fracture ou torsion de clou.

Les fractures de vis

26 enclouages (11.4%) se sont compliqués de fracture(s) de 1 ou plusieurs vis de verrouillage découverte(s) après un délai moyen de 22 semaines.

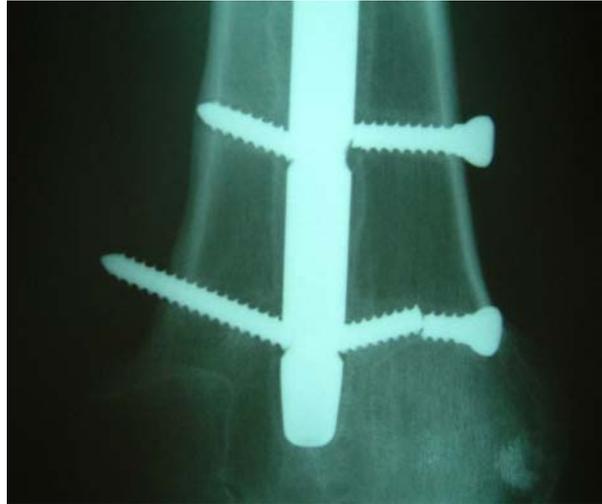


Figure 27. Exemple de fractures de vis

Fracture des 2 vis proximales	4
Fracture de 1 seule vis proximale	8
Fracture des 2 vis distales	5
Fracture de 1 vis distale	15

Tableau 8. Localisation des fractures de vis

Il s'agissait uniquement d'enclouages verrouillés statiques.
6 clous ont à la fois des fractures de vis proximales et distales.

Les fractures de vis ont concerné 15 fois des fractures ouvertes et 9 fois seulement des fractures fermées (différence significative $\chi^2=7.83$, **p=0.005**).

Il s'agissait dans 22 cas de fractures distales et 16 fois de fractures spiroïdes (différence non significative par rapport aux autres types de fracture).

Le poids moyen des patients qui ont eu des fractures de vis est de 76 kg pour un poids moyen de la série de 69 kg (différence non significative).

Il n'a pas non plus été retrouvé de différence significative en ce qui concerne l'influence du délai de reprise de l'appui sur les fractures de vis.

Le diamètre des clous utilisés n'est pas un facteur significatif (9.84mm pour 9.75mm dans la série).

Les fractures de vis sont survenues de façon plus fréquente pour les clous Russel-Taylor (différence significative $\chi^2=9.38$, **p=0.002**) que pour les autres clous.

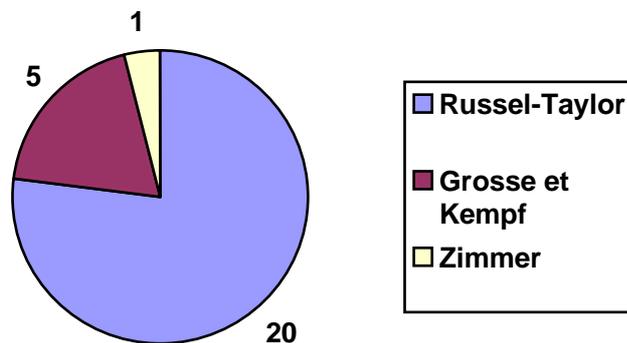


Figure 28. Type de clous avec fracture de vis

Comme nous l'avons vu auparavant, 4 déplacements secondaires sont survenus après des fractures de vis.

Sur ces 26 clous avec fractures de vis, il y a eu 4 pseudarthroses et 1 retard de consolidation.

Les fractures de vis ont entraîné des difficultés lors de l'ablation du matériel qui a eu lieu pour 13 clous :

- 1 échec d'ablation du matériel ; les vis cassées empêchant le remontée du clou (figures 30 et 31).
- 1 clou extrait en force avec difficultés en laissant les parties de vis cassées en place.
- 11 contre-incisions réalisées en regard de l'extrémité de la vis cassée pour la retirer.

Il y eu 2 migrations de vis sans conséquence mécanique mais obligeant dans un cas à ré-intervenir pour enlever la vis qui menaçait la peau.

Les clous sciés

10 clous ont été sciés pour des fractures distales de jambe : 8 Russel-Taylor et 2 Grosse et Kempf.

Sur ces fractures du $\frac{1}{4}$ distal, le verrouillage s'est effectué 6 fois avec une seule vis et 4 fois avec 2 vis.

1 clou est resté trop long malgré sa découpe distale et a entraîné des douleurs.

3 de ces clous se sont compliqués de déplacement secondaire et 2 de cal vicieux.

Les douleurs rapportées au matériel

13 patients (5.7%) se sont plaints de douleurs en rapport direct avec le matériel implanté :

- 8 douleurs du genou en rapport avec un clou trop long (dépassant de 5 à 20 mm).



Figure 29

- 3 douleurs sur des vis de verrouillage saillantes.
- 1 douleur sur une broche de fibula.
- 1 douleur sur une plaque de fibula.

Une simple gêne en regard du matériel était fréquemment rapportée.

Ces douleurs ont nécessité 5 reprises chirurgicales :

- 2 changements de clou avant consolidation.
- 1 ablation de vis de verrouillage.
- 1 ablation de broche de fibula.
- 1 ablation de plaque de fibula.

Les reprises chirurgicales : 20 cas (8.7%)

Cause de la reprise	Nombre de cas
Pseudarthrose	6
Douleurs sur le matériel	5
Sepsis	4
Retard de consolidation	3
Exposition du foyer	1
Cal vicieux	1

Tableau 9. Les reprises des clous de jambe

Les complications de l'ablation du matériel

Il y a eu 87 ablations de clou de jambe au dernier recul.
Les complications ont essentiellement été liées aux fractures de vis.



Figures 30 et 31. Echec d'ablation de clou par fractures des vis distales

Il y a eu 3 complications post-opératoires : une algodystrophie, un hématome important et un problème de cicatrisation .

c) Tableau récapitulatif des complications des enclouages de jambe

Algodystrophie	10 (4,4%)
Phlébite	5 (2,2%)
Nécrose cutanée	5 (2,2%)
Sepsis	4 (1,8%)
Pseudarthrose	8 (3,5%)
Déplacement secondaire	9 (3,9%)
Cal vicieux	4 (17,5%)
Fracture de vis	26 (11,4%)
Migration de vis	2 (0,9%)
Fracture de clou	0
Douleurs rapportées au matériel	13 (5,7%)
Reprises chirurgicales	19 (8,3%)

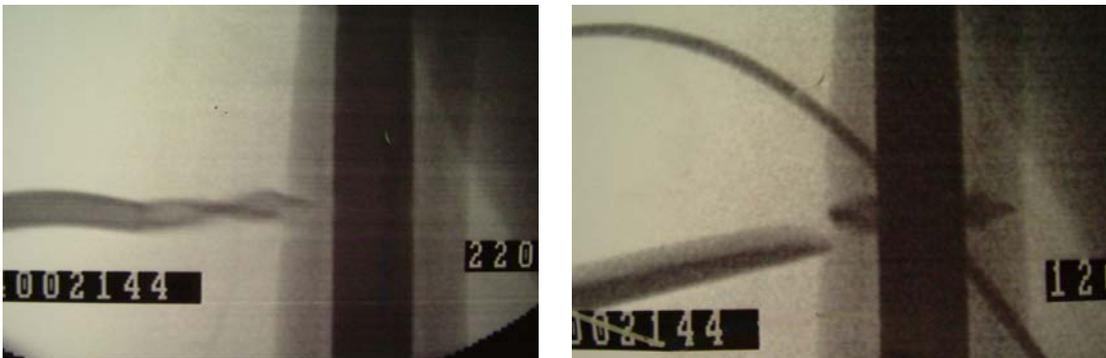
Tableau 10. Récapitulatif des complications des clous de jambes

5. Résultats des complications des fractures de fémur

a) Les complications précoces

Complications per-opératoires : 24 (14,2%)

- 11 foyers de fracture ont été abordés (6.5%) : 6 pour permettre la réduction et le passage du guide clou, 4 pour la réalisation de cerclages et 1 pour rapprocher un troisième fragment exclu. Parmi ces enclouages, il y a eu 1 pseudarthrose et 1 sepsis secondaire.
- 4 fractures de mèche sur 3 verrouillages proximaux de clou rétrograde et un verrouillage distal. Les mèches ont été laissées en place, ces problèmes n'ont pas eu de conséquences sur l'évolution de la fracture.



Figures 32 et 33 .Fracture de mèche

- 3 vis de verrouillage distal à côté du clou.
- 3 « 3^{èmes} fragments » sont restés exclus. L'évolution a été favorable avec une consolidation entre 6 et 9 mois.
- 2 points d'entrée trop externes ont entraîné des difficultés opératoires et des défauts de réduction.



Figure 34. Point d'introduction du clou trop externe

- 1 fracture iatrogène du 1/3 proximal du fémur à l'introduction du clou sur une fracture du 1/3 distal a entraîné un cal vicieux en varus de 15° et en récurvatum de 8°. Elle n'a pas été reprise en raison de l'état général de la patiente; l'évolution s'est fait vers la consolidation chez cette patiente grabataire.



Figure 35. Fracture proximale iatrogène



Figure 36. Consolidation avec cal vicieux

Complications générales post-opératoires

Elles concernent 33 fractures (19,5%), 18 fois dans le cadre d'un polytraumatisme ; elles sont détaillées dans le tableau 11

Fièvre non expliquée	9
Etat de choc	3
Troubles cardiaques	3
Pneumopathie de réanimation	5
SDRA ⁶	2
Rhabdomyolyse	2
Insuffisance rénale	2
Rétention aigüe d'urine	2
Infection urinaire	2
Delirium Tremens	2
Décès	1

Tableau 11. Les complications générales des enclouages de fémur

Les 2 fractures avec un SDRA⁶ concernent un seul patient polytraumatisé avec traumatisme thoracique, crânien, fractures du rachis (T11 et L1) et fracture des 2 fémurs.

Les 9 fractures avec une fièvre inexpliquée de plusieurs jours concernent 6 patients qui présentaient tous des lésions associées :

- ❑ 3 ont une fracture des 2 fémurs
- ❑ 2 ont un traumatisme crânien
- ❑ 1 a une fracture du bassin

⁶ S.D.R.A. :Syndrome de Détresse Respiratoire Aigüe

Complications locales post-opératoires

- 1 syndrome de loges jambier sur la fracture transversale du 1/3 distal du fémur compliquée d'une ischémie aigüe par section de l'artère fémorale.



Figure 37. Artériographie . Section de l'artère fémorale

Evolution vers un syndrome de loge malgré une revascularisation précoce par anastomose termino-terminale de l'artère fémorale. Aponévrotomie des 4 loges à J1. Evolution défavorable avec nécrose musculaire de la loge antérieure et de la loge des péroniers.

Ce patient a été réopéré de nombreuses fois pour la couverture cutanée et a eu un transfert du muscle tibial postérieur sur le tibial antérieur à 1 an .

- 1 thrombophlébite
- 15 hématomes de cuisse sont notés comme importants. Aucun ne nécessitera de geste chirurgical.
- 1 paralysie du nerf fibulaire commun
- 1 hémarthrose
- 2 sepsis aigus sont survenus sur une fracture fermée et une fracture ouverte stade 2 à J12 et J21. Le traitement a consisté en un changement de clou avec lavage. L'évolution a été favorable dans les 2 cas avec 1 retard de consolidation non repris pour la fracture ouverte .

- 1 démontage à J5 avec expulsion du clou dans la fesse d'un clou de fémur standard mis sur une fracture proximale. Il a été réalisé un changement de clou avec un verrouillage céphalique.



Figures 38 à 40. Démontage d'ostéosynthèse fémorale à J5

Au total, il y a eu 5 réinterventions initiales (3%) :

Aponévrotomie pour syndrome de loges jambier	1
Changement de clou. Lavage pour Sepsis aigu	2
Nouvelle ostéosynthèse pour démontage précoce	1
Ponction et mobilisation du genou	1

Tableau 12. Réinterventions précoces

b) Les complications à distance

Les complications cliniques

Algodystrophie

Lors de la surveillance clinique des patients , une algodystrophie a été diagnostiquée de façon radio-clinique.

L'évolution de ce patient a été favorable avec une consolidation à 3 mois.

Phlébites

4 phlébites sont survenues après l'hospitalisation initiale dont 3 après l'arrêt des anticoagulants entre la 7^{ème} et la 12^{ème} semaine post-opératoire.

Avec les complications post-opératoires immédiates, le nombre de complications thrombo-emboliques s'élève à 5 soit **2,9%**.

Elles n'ont pas eu de conséquence majeure.

Sepsis

Il y a eu 3 diagnostics d'infection sur le clou au cours du suivi des fractures :

- 1 sepsis est survenu après un enclouage centro-médullaire de 1^{ère} intention ; fracture fermée abordée pour la réduction avec sepsis à 1 mois nécessitant un lavage et changement de clou.
- 1 sepsis sur enclouage secondaire pour pseudarthrose septique ancienne sur plaque a évolué vers l'ostéite chronique. Il n'y a pas eu de reprise chirurgicale au dernier recul de 2 ans.
- 1 pseudarthrose septique après une fracture sur os pathologique (fémur allongé quelques années auparavant avec ablation de la plaque 3 ans avant la fracture) traitée initialement par fixateur externe pendant 3 semaines puis enclouée. Le clou a été changé à 9 mois.

Avec les 2 sepsis aigus lors de l'hospitalisation initiale , il y a eu 5 sepsis (**2.9%**) dans la série des clous de fémurs. Le faible nombre de cas ne permet pas de retrouver de facteurs favorisants statistiquement significatifs pour ces sepsis.

Pseudarthroses

Il y a eu 6 pseudarthroses (3.5%) dans la série des clous de fémur :

- 4 pseudarthroses après enclouage sur os pathologique non tumoral soit 15% de ces cas :
 - 2 enclouages secondaires pour pseudarthrose septique se sont soldés par un échec avec une rupture du clou à la 44^{ème} et 65^{ème} semaine.



Figure 41. Fracture du clou sur pseudarthrose

- 1 enclouage pour une fracture sur os Pagétique avec ostéotomie a évolué vers la pseudarthrose et la fracture du clou à la 27^{ème} semaine.
 - 1 enclouage sur ancien allongement de fémur a évolué en pseudarthrose septique avec changement du clou à 9 mois.
- 2 pseudarthroses après enclouage de première intention sur fractures « fraîches » soit 1.3 % de ces cas :

1 fracture fermée abordée pour réduction et 1 fracture fermée n'ont pas consolidé à 2 et 3 ans de recul. Il n'y a pas eu de reprise chirurgicale. Ces patients jeunes (19 et 27 ans) ont ensuite été perdus de vue.

Le risque de pseudarthrose est statistiquement plus élevé pour les enclouages sur os pathologique non tumoral ($\chi^2_{\text{corrigé}}=8.8$ $p=0.003$).

Le faible nombre de cas ne permet pas de retrouver d'autres facteurs favorisants statistiquement significatifs pour les pseudarthroses.

Retards de consolidation

Il y a eu 4 retards de consolidation: 2 fractures ouvertes (un stade 2 et un stade 1) et 2 fractures fermées.

Ces retards de consolidation n'ont pas été repris et ont fini par consolider à 1 an.

Le caractère ouvert de la fracture n'apparaît pas comme facteur de risque significatif pour les clous de fémur.

Déplacements secondaires

Il y a eu 4 déplacements secondaires :

- un démontage complet à J5 détaillé dans les complications post-opératoires .
- un déplacement en valgus de 10° et en récurvatum de 5° après la migration des 2 vis de verrouillage distale dans un os porotique à 6 semaines chez une patiente ne marchant plus.



Figures 42 et 43. Migration des vis distales avec déplacement secondaire

- Un raccourcissement de 10 mm avec flossum de 5° après une fracture proximale sur l'extrémité d'un clou supracondylien à 6 semaines. L'évolution s'est faite vers la consolidation sans conséquence fonctionnelle (figure 51).

- Un raccourcissement de 10 mm avec la remontée du clou après dynamisation à 6 semaines. L'évolution de la fracture a été favorable avec néanmoins quelques douleurs sur la saillie du clou.

Cals vicieux

51 enclouages centro-médullaires de fémurs (30%) présentaient un cal vicieux au dernier recul

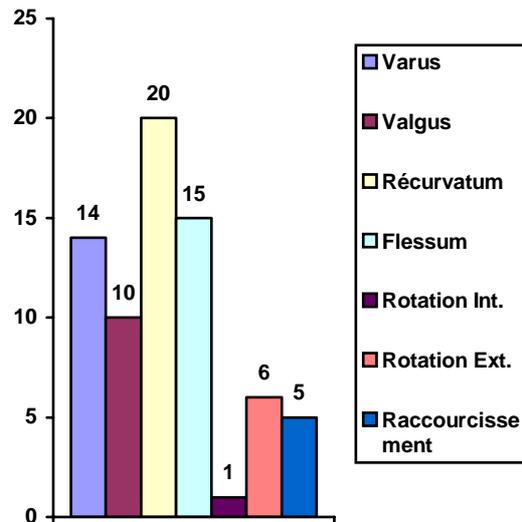


Figure 44. Les différents types de cals vicieux de fémur

La fréquence de ces cals vicieux est différente selon la localisation de la fracture initiale.

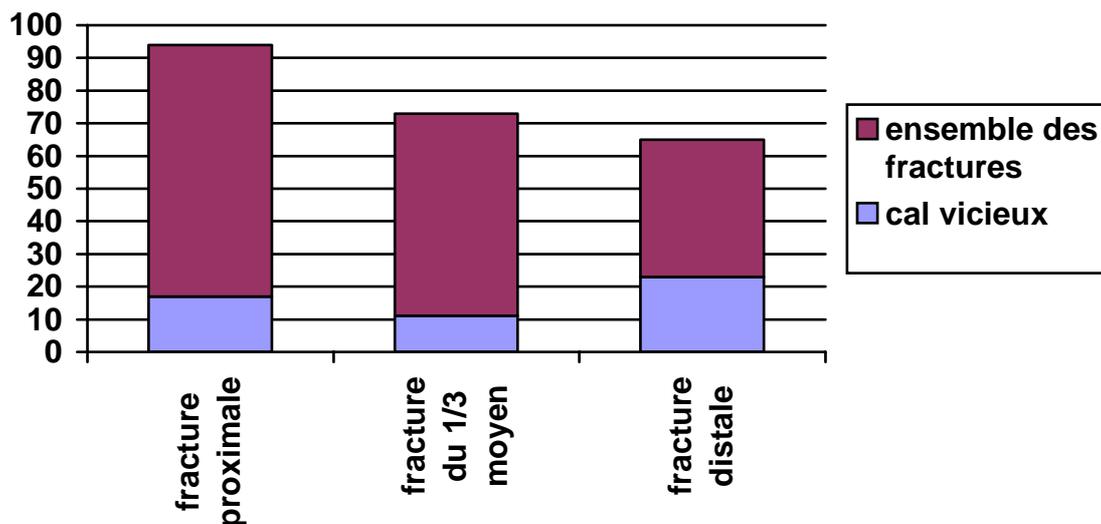


Figure 45. Cals vicieux en fonction de la localisation de la fracture

Les fractures distales du fémur (supracondylienne et 1/3 inférieur) sont significativement plus à risque de cal vicieux que les autres types de fracture (**p<0.001**).

Sur les 42 fractures distales, 32 ont été synthésées par un clou rétrograde. Parmi ces 32 clous rétrogrades, il y a eu 19 cal vicieux (59%) dont 13 en récurvatum.

Il n'y a pas de différence significative entre l'utilisation d'un clou standard ou d'un clou rétrograde dans les fractures distales du fémur en ce qui concerne la survenue de cal vicieux.

L'âge moyen à l'inclusion des patients présentant un cal vicieux au dernier recul est de 53,7 ans ; il est significativement plus élevé (écart type=2.14 , **p<0.05**) que la moyenne de l'échantillon (46ans).

Il n'a pas été trouvé de relation significative entre l'existence d'un cal vicieux et le type de fracture initiale (ouverte, fermée, spiroïde, comminutive...).

2 cals vicieux ont été repris pour correction chirurgicale ; il s'agissait de cals vicieux en rotation externe de 25° et 40° réopérés à 1 an et 3 ans devant une gêne à la marche importante. Il a été réalisé une ostéotomie sous trochantérienne de dérotation avec nouvel enclouage.

Les autres cal vicieux ont été tolérés sans gêne exprimée par les patients.

Les raideurs du genou

Il y a eu 6 raideurs du genou persistantes après le 2^{ème} mois obligeant à 3 reprises :

- 2 mobilisations de genou sous anesthésie générale à 6 et 12 semaines
- 1 arthrolyse percutanée du genou à 22 semaines.

Elles ont été constatées après 4 fractures distales, 1 fracture proximale et 1 fracture médiodiaphysaire.

Les fractures distales sont plus à risque de raideur du genou persistante que les autres fractures ($\chi^2_{\text{corrigé}}=4.12$, $p<0.05$).

Fracture du col fémoral

Une fracture cervicale vraie est survenue chez une patiente de 92 ans qui avait eu un clou standard de fémur 15 semaines auparavant pour une fracture du 1/3 moyen du fémur. La fracture du fémur était juste consolidée.

Cette patiente a été opérée avec une ablation du clou qui a été scié dans sa partie médiane puis remis dans le fut fémoral avec impaction d'une prothèse de Moore dans le clou.



Figures 46 et 47. Fracture du col fémoral sur enclouage de fémur.

L'évolution a été favorable à 10 mois de recul ! Les complications liées au matériel

Les fractures de clou

Il y a eu 3 fractures de clou , toutes survenues sur des pseudarthroses après enclouage d'un os pathologique :

- 2 enclouages secondaires pour pseudarthrose septique se sont soldés par un échec avec une rupture du clou à la 44^{ème} et 65^{ème} semaine.
- 1 enclouage pour une fracture sur os Pagétique avec ostéotomie a évolué vers la pseudarthrose et la fracture du clou à la 27^{ème} semaine.

A chaque fois, l'ablation de la partie distale du clou cassé a été très difficile et a nécessité l'utilisation d'artifices : alésoir rigide, abord du foyer...

Les 2 fractures de clou sur pseudarthrose septique ont été reprises par un nouveau clou après alésage.

La fracture sur os Pagétique a bénéficié en plus d'une greffe d'os spongieux.



Figure 48. Fracture du clou sur os Pagétique en sabre

Les fractures de vis

9 enclouages (5.3%) se sont compliqués de fractures de 1 ou plusieurs vis de verrouillage découvertes après un délai moyen de 18 semaines.

Fracture de la vis proximale	1
Fracture des 2 vis distales	1
Fracture de 1 vis distale	7

Tableau 13. Localisation des fractures de vis au fémur

Il s'agissait uniquement d'enclouages verrouillés statiques.

Les fractures de vis ont concerné 1 fracture ouverte , 1 fracture pathologique et 7 fractures fermées (différences non significatives).

Le poids moyen des patients qui ont eu des fractures de vis est de 68,6 kg pour un poids moyen de la série de 69 kg (différence non significative).

Il n'a pas non plus été retrouvé de différence significative en ce qui concerne l'influence du délai de reprise de l'appui complet (7.6 semaines), le type de fracture (localisation, trait) et du nombre de vis de verrouillage utilisées sur les fractures de vis.

Le diamètre des clous utilisés n'est pas un facteur significatif (11 mm pour 11.3 mm dans la série).

Les fractures de vis sont survenues de façon plus fréquente pour les clous Russel-Taylor (mais différence non significative $\chi^2_{\text{corrigé}}=3.27$, $p=0.07$) que pour les autres clous.

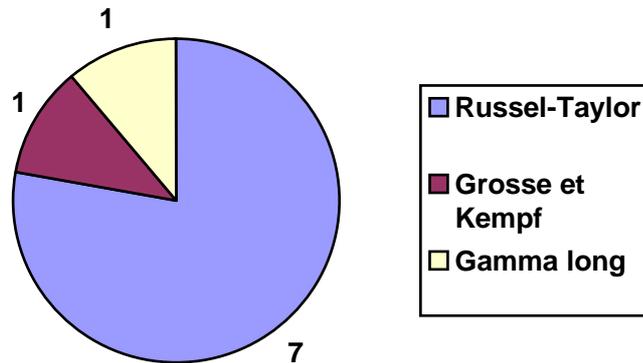


Figure 49. Les clous de fémur avec fracture de vis

Aucun déplacement secondaire n'est survenu après des fractures de vis. Sur ces 9 fractures, il y a eu 3 pseudarthroses et 1 retard de consolidation.

Les fractures de vis ont entraîné des difficultés lors de l'ablation du matériel qui a eu lieu pour 5 clous :

- 4 contre-incisions ont été réalisées en interne en regard de l'extrémité de la vis distale cassée pour la retirer.

Il y a eu 1 migration de 2 vis distales à 6 semaines entraînant un déplacement secondaire en valgus et récurvatum avec saillie des vis en sous cutané.

Les douleurs rapportées au matériel

15 patients (8.9%) se sont plaints de douleurs en rapport direct avec le matériel implanté :

- 3 douleurs sur l'extrémité du clou en rapport avec un clou trop long (dépassant de 5 à 15 mm du grand trochanter).
- 1 douleur du genou en rapport avec un clou en appui contre la corticale antérieure du fémur sous la trochlée.
- 11 douleurs sur des vis de verrouillage saillantes (2 proximales et 9 distales).

Une simple gêne en regard du matériel était fréquemment rapportée.

Ces douleurs ont nécessité 3 reprises chirurgicales :

- 1 changement de clou avant consolidation à 15 semaines pour un clou plus court afin d'éviter le conflit avec la trochlée.
- 5 ablations de vis de verrouillage distale pour des douleurs.

Les reprises chirurgicales : 17 (10%)

Cause de la reprise	Nombre de cas
Douleurs sur le matériel	6
Pseudarthrose avec fracture du clou	3
Raideur du genou	3
Sepsis	2
Cal vicieux	2
Fracture du col fémoral	1

Tableau 14. Les reprises des clous de fémur

Les complications de l'ablation du matériel

Il y a eu 44 ablations de clou de fémur au dernier recul.

Les complications ont essentiellement été liées aux fractures de clou et de vis avec des difficultés per-opératoires et la nécessité de contre-incisions à 4 reprises.

Il y a eu un passage du clou en intra-articulaire (genou) lors de l'ablation du clou qui entraînait des douleurs sur un conflit en regard de la trochlée.

Il y a eu 2 complications post-opératoires : un hématome sur la voie d'abord avec reprise chirurgicale à J2 et des problèmes de cicatrisation cutanée pour un autre cas.

c) Tableau récapitulatif des complications des enclouages de fémur

Algodystrophie	1(0,6%)
Phlébite	5(2,9%)
Raideur du genou	6(3,5%)
Sepsis	5(2,9%)
Pseudarthrose	6(3,5%)
Déplacement secondaire	4(2,3%)
Cal vicieux	51(30%)
Fracture de vis	9(5,3%)
Migration de vis	1(0,6%)
Fracture de clou	3(1,8%)
Douleurs rapportées au matériel	15(8,8%)
Reprises chirurgicales	17(10%)

Tableau 15. Récapitulatif des complications des enclouages de fémur

6. Les résultats des indications particulières

a) Les enclouages sur lésions cancéreuses

12 fémurs et 1 tibia (8 femmes , 5 hommes, âge moyen : 69 ans) ont été encloués pour des lésions tumorales, 7 fois pour une fracture pathologique et 6 fois en préventif.

Les enclouages ont tous été verrouillés de façon statique et avec 1 ou 2 vis cervico-céphaliques pour les fémurs.

Il s'agit de 12 métastases et 1 plasmocytome.

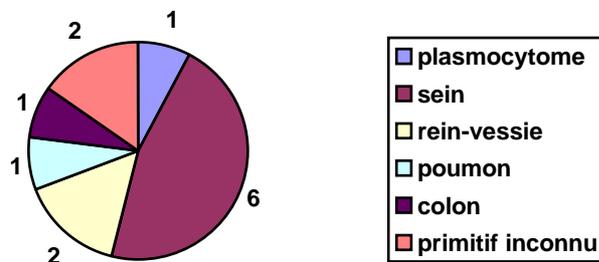


Figure 50. Les origines néoplasiques

2 fractures sont survenues sur un os irradié et 4 enclouages préventifs ont eu de la radiothérapie complémentaire en post-opératoire.

Il n'y a eu aucune complication générale ou locale lors de l'hospitalisation initiale ; 2 patients étaient en très mauvais état général (score ASA à 3 et 4).

Le recul moyen de 12 semaines est faible. Il y a eu 5 décès entre le 1^{er} et le 6^{ème} mois. Les autres patients ont été perdus de vue.

L'évolution a été favorable à 2 reprises sur la lésion tumorale :

- La fracture sur plasmocytome a reçu un traitement complémentaire par chimiothérapie et a évolué vers la consolidation à 3 mois
- Une métastase de cancer du sein avec radiothérapie post-opératoire a évolué favorablement sur les contrôles radiographiques.

b) Les enclouages après sepsis

Les sepsis aigus

Il y a eu 3 enclouages après sepsis aigu pour 2 fractures de jambes et 1 fracture du fémur.

Patient	Fracture	Synthèse initiale	Délai du sepsis	Traitement	Complications	Evolution
Femme 48 ans	Fracture proximale de jambe fermée	Plaque Vis cerclage	J 12	Lavage ECM ⁷ Lambeau local	Cal vicieux 5° flessum - 10 mm	Consolidation à 6 mois
Homme 64 ans	Fracture 1/3 moyen de jambe fermée	Enclouage Centromédullaire	J 120 pan-diaphysite	Lavage ECM	Aucune	Consolidation à 6 mois
Femme 59 ans	Fracture proximale de fémur fermée	Enclouage Centromédullaire	J13	Lavage ECM	Aucune	Consolidation à 6 mois

Tableau 16. Les enclouages après sepsis aigus

Le traitement a consisté chaque fois en l'ablation du matériel, réalisation de multiples prélèvements bactériologiques, lavage, alésage (entre 12 et 16 mm) et enclouage verrouillé statique.

Un traitement antibiotique adapté aux germes (*Enterobacter Cloacae*, *Staphylocoque Aureus Méti S* et *Staphylocoque Lugdunensis*) a été effectué en intra-veineux initialement puis per os pour une durée totale de 3 mois.

L'évolution a été favorable pour les 3 patients avec consolidation et absence de récurrence septique.

⁷ ECM : Enclouage Centro-Médullaire

Les pseudarthroses septiques

Il y a eu 7 enclouages pour pseudarthrose septique concernant 2 fractures de jambe et 5 fractures de fémur.

Fracture	Synthèse initiale	Délai reprise	Traitement	φ alésage	Complication	Evolution
Fr.ouverte jambe	Plaques tibia et péroné	1 an	ECM dynamique	14	Aucune	Consolidation à 1 an
Fr.ouverte jambe	ECM	10 mois	ECM dynamique	15	Nécrose cutanée Fistule	Consolidation à 3 mois. Sepsis chronique
Fr.fermée fémur	ECM	2 ans	ECM statique	15	Phlébite	Consolidation à 9 mois
Fr.fermée fémur	Plaque	4 mois	ECM statique	15	Ostéite chronique	Consolidation à 1 an. AMO ⁸ à 2 ans
Fr.ouverte fémur	ECM	4 ans	ECM statique décorticatio n greffe	15	Fracture du clou	Echec réenclouage et greffe à 44 semaines
Fr.ouverte fémur	ECM	18 mois	ECM statique décorticatio n greffe	13	Cal vicieux rotation externe 15° flessum 5°	Consolidation à 6 mois
Fr.ouverte fémur	Plaque puis ECM fracture du clou	20 ans	ECM statique	16	Aucune	Consolidation à 6 mois

Tableau 17. Les enclouages pour pseudarthrose septique

⁸ AMO : Ablation de Matériel

L'évolution a été favorable pour 5 patients avec consolidation et absence de problème septique au dernier recul.

Il y a eu 2 échecs avec 1 fracture de clou et un sepsis chronique fistulisé sur une fracture consolidée (patient perdu de vue à 3 mois).

c) Les enclouages pour retard de consolidation et pseudarthrose aseptique

Il y a eu 2 retards de consolidation sur fracture de jambe, réencloués à 3 et 7 mois, et 8 pseudarthroses aseptiques (5 jambes et 3 fémurs) traitées par enclouage centro-médullaire secondaire.

Fracture	Synthèse initiale	Délai reprise	Traitement	φ alésage	Complication	Evolution
Fr.ouverte jambe	ECM	3 mois	ECM dyn ⁹	13	Pseudarthrose	Reprise à 1 an
Fr.fermée jambe	ECM	7 mois	ECM dyn	14	Aucune	Consolidation à 3 mois
Fr.ouverte jambe	ECM	3 ans	ECMdyn décortication greffe	14	Aucune	Consolidation à 3 mois
Fr.ouverte jambe	ECM	8 mois	ECM dyn	14	Aucune	Consolidation à 3 mois
Fr.ouverte jambe	ECM	6 mois	ECM dyn	14	Aucune	Consolidation à 3 mois
Fr.ouverte jambe	ECM fracture du clou	2 ans	ECM statique lambeau	13	Aucune	Consolidation à 3 mois
Fr.ouverte jambe	Fixateur externe	10 mois	ECM dyn	11	Aucune	Perdu de vue à 6 semaines
Fr.ouverte fémur	ECM	2 ans	ECM dyn	15	Douleurs sur vis	Consolidation à 3 mois
Fr.fermée fémur	Plaque	8 mois	ECM dyn décortication Biomatériaux	15	Douleurs sur clou	Consolidation à 3 mois
Fr.fermée fémur	ECM	3 ans	ECM statique décortication	13	Aucune	Consolidation à 3 mois

L'évolution a été favorable pour 8 patients. Il y a eu 1 « perdu de vue ».

⁹ ECM dyn :Enclouage Centro-Médullaire dynamique

L'échec du ré-enclouage pour retard de consolidation à 3 mois a été repris à 1 an par décortication greffe sur le clou laissé en place.

d) Les enclouages après fracture sur os pathologique non tumoral

4 fractures du fémur et 1 fracture du tibia sont survenues sur un os pathologique non tumoral, ces fractures étaient toutes fermées.

Antécédents	Fracture	Traitement	Evolution
Ostéomyélite sur plaque 30 ans auparavant. Os scléreux	1/3 moyen fémur	ECM statique	Pseudarthrose Fracture du clou à 64 semaines
PAGET	1/3 sup. fémur	ECM statique	Consolidation à 4 mois
Allongement il y a 8 ans . Ablation de la plaque 3 ans auparavant	1/3 moyen fémur	Fixateur externe 3 semaines puis ECM statique et greffe osseuse	Pseudarthrose septique Changement de clou à 9 mois
PAGET os en sabre	1/3 sup. fémur	Abord pour ostéotomie ECM statique	Pseudarthrose Fracture du clou à 26 semaines
PAGET	1/3 sup. tibia	ECM dynamique	Consolidation à 3 mois

L'évolution a été défavorable pour 3 patients avec rupture du matériel dans 2 cas. Le traitement a consisté en un changement du clou avec une greffe de spongieux dans le cas du fémur pagétique.

DISCUSSION

1. NOTRE SERIE

Le nombre de cas important de cette étude permet d'apprécier assez justement les complications secondaires aux enclouages de jambes et de fémurs réalisés actuellement au CHU de Nantes .

Cependant, il faut souligner 2 biais relatifs à chacune des 2 séries.

La série prospective sur l'année 2003 a malheureusement un recul insuffisant notamment pour les enclouages de la fin de l'année ; ce manque de recul peut ne pas faire apparaître certaines complications tardives (pseudarthrose, migration ou fracture de vis) et ne nous permet pas d'évaluer les résultats des ablations de matériel.

La série rétrospective sur l'année 2000 s'est faite sur dossiers après analyse des cahiers de blocs , 52 enclouages n'ont pu être analysés par manque d'information. On peut penser que les enclouages suivis de complications ont été surveillés avec moins de perte d'information ce qui pourrait créer un biais de sélection des cas de cette série.

2. LES COMPLICATIONS PER-OPERATOIRES

a) Les clous de jambe

Un certain nombre de complications est lié à la technique même de l'enclouage centro-médullaire verrouillé à foyer fermé .

Ainsi , les complications per-opératoires des fractures de jambe (7.9%) sont évitables pour la plupart.

L'abord du foyer est un échec de la technique et doit rester une solution exceptionnelle[7].

Les refends articulaires du pilon tibial qui ont été ici dévoilés lors de l'introduction du clou doivent être systématiquement recherchés en pré-opératoire dans les fractures basses par des clichés radiographiques centrés et de bonne qualité. Le diagnostic pré-opératoire d'un refend articulaire permet d'adopter une stratégie opératoire pour éviter le déplacement articulaire (neutralisation par vis avant l'enclouage, surveillance radioscopique rapprochée lors de l'enclouage...) et avec les clous Zimmer® de choisir un verrouillage transversal et/ou antéro-postérieur en fonction du type de refend.

Les problèmes de verrouillage proximal ne doivent pas se produire si l'on prend soin de vérifier le bon alignement des orifices du viseur et du clou avec une

mèche avant l'enclouage et en commençant toujours le verrouillage par l'orifice le plus proximal[7].

Le blocage du clou en intra-médullaire ne se produit plus si l'on a alésé suffisamment. Le verrouillage distal à côté du clou et le passage de l'alésoir en intra-articulaire sont des erreurs techniques qui ne se produisent pas si l'on contrôle les différentes étapes, radiologiquement, de façon rigoureuse.

b) Les clous de fémur

En ce qui concerne les complications per-opératoires des fractures du fémur (14.2%), certaines liées aussi à la technique opératoire sont évitables.

Le point d'entrée trop externe est une complication classique avec un risque de refend cortical médial (1 cas de fracture iatrogène dans notre série)[5, 7], Reinders recommande un contrôle systématique du point d'entrée à l'amplificateur de brillance[4]. Le point d'entrée se situe au sommet du grand trochanter pour Lefevre [7] ou légèrement en dedans dans la fossette piriforme pour Brumback[12] mais doit toujours être parfaitement centré en antéro-postérieur.

Les abords du foyer de fracture ont été trop fréquents (6.5%) dans notre série ; les difficultés de réduction se produisent en cas de fracture proximale avec , sur le contrôle radioscopique, une bascule du fragment proximal en varus sous l'action de l'éventail fessier sur l'incidence de face et en flexion sous l'action du muscle psoas iliaque sur le profil[7]. Dans ce type de fracture, il faut avoir recours à des moyens de réduction, tel un appui sous la cuisse ou en peropératoire l'utilisation d'une broche percutanée réductrice et/ou d'un clou réducteur après alésage de la partie proximale. En revanche, certaines fractures très proximales dites « trochantéro-diaphysaires » ne peuvent être réduites parfaitement de façon percutanée et nécessitent un abord chirurgical pour réduire et bien souvent l'utilisation de cerclages en complément d'ostéosynthèse.

Des difficultés de réduction peuvent aussi exister dans le cas de fractures complexes avec plusieurs fragments. Il faut bien entendu essayer d'inclure tous les fragments dans l'enclouage en utilisant le guide clou comme tuteur . Les fragments intermédiaires assez importants peuvent être alésés sans risquer de rotation néfaste au fémur en raison des insertions musculaires puissantes le long de la ligne âpre[7]. Néanmoins, il est parfois impossible d'inclure un « 3^{ème} fragment » resté à distance ou basculé. L'évolution favorable des 3 cas similaires de la série suggère qu'il est préférable de ne pas aborder la fracture dans ce type de lésions.

Les fractures de mèche survenues sur le verrouillage proximal des clous rétrogrades sont liées à la difficulté technique d'un verrouillage à « main levée » à ce niveau : l'épaisseur importante des parties molles et de la corticale fémorale

favorise le défaut d'alignement entre la mèche et l'orifice du clou . Il faut forer progressivement sans appuyer fort sur le moteur pour éviter de briser la mèche en cas de défaut d'axe. En cas de méchage à coté du clou, il existe un risque de fracture induite au dessus de l'implant[13].



Figure 51. Fracture sur verrouillage proximal de clou rétrograde

Le verrouillage distal à coté du clou est une erreur technique qui n'arrive pas si l'on contrôle les différentes étapes, radiologiquement, de façon rigoureuse.

c) Les clous sciés

L'utilisation de clous sciés est parfois effectuée dans le traitement des fractures distales de jambes[7, 14]. L'intérêt est d'enfoncer le clou au ras de l'os sous-chondral pour utiliser les deux orifices de verrouillage distal[15].

Dans notre série, sur les 10 clous sciés, seuls 4 ont été verrouillés par 2 vis en distal et 3 clous se sont compliqués de déplacement secondaire. Le fait de scier le clou peut aussi rendre difficile l'enclouage par un défaut de pénétration dans la médullaire , allonge le temps opératoire et fragilise le clou [16]; cette technique est toujours contre-indiquée par le constructeur.

Les nouveaux clous de jambes Zimmer® utilisés depuis juillet 2003 ont un design différent rendant totalement inutile et dangereux la découpe distale per-opératoire ; l'orifice de verrouillage distal se situe en effet à 8 mm de l'extrémité du clou contre 15 mm pour les clous Grosse et Kempf et 10 mm pour les Russel-Taylor.

d) Les erreurs d'indication

2 complications survenues sur des enclouages fémoraux sont liées à des défauts d'indication et auraient donc pu être évitées :

- Le démontage précoce survenu à J5 concernait une fracture proximale du fémur synthésée par clou standard. Un clou à verrouillage cervico-céphalique aurait du être utilisé.
- La fracture du col fémoral 4 mois après un enclouage diaphysaire est survenue chez une patiente de 92 ans. A l'instar des fractures pathologiques sur métastases, les enclouages fémoraux diaphysaires des personnes (très) âgées (pour lesquelles on sait que l'on enlèvera pas le matériel) doivent comporter un verrouillage cervico-céphalique préventif de la fracture du col.

3. LES COMPLICATIONS POST-OPERATOIRES

Les 2 complications rares mais redoutées pour les fractures de jambe et de fémur sont respectivement le syndrome de loges et l'embolie graisseuse.

a) Le syndrome de loges

Après une fracture fermée de la jambe, l'incidence du syndrome de loges varie entre 3 % et 17 % [17-20] et dépend entre autres facteurs, de l'énergie dissipée au moment du traumatisme. Les fractures ouvertes, sont par définition associées à des lésions à haute énergie, et leur association avec un syndrome de loge est encore plus fréquente. De Lee et Sthiel[18] rapportent une incidence de 9 % de syndromes de loge après fractures ouvertes de jambe. McQueen *et coll.*[19], démontre que l'élévation de pression dans une loge n'est pas abolie par la présence d'une plaie de l'extrémité lésée.

La responsabilité de l'enclouage avec alésage dans la survenue du syndrome de loges est souvent discutée. Plusieurs auteurs ont considéré l'alésage ainsi que l'enclouage centro-médullaire comme facteur favorisant la survenue d'un syndrome de loges[21, 22]. McQueen[23] en 1990, montre que malgré des pressions intra-musculaires s'élevant bien au-delà de 35 mmHg lors de l'alésage ou de la descente d'un clou, l'incidence de syndrome de loges après ECM n'est que de 1 %. Dans un travail plus récent, le même auteur, grâce au monitoring

systematique pré- et post-opératoire de la pression intramusculaire, ne constate pas d'élévation de pression causée par l'alésage ou l'enclouage centro-médullaire [24] , et rapporte une incidence de 2,7 %. En 2003, Kutty retrouve 7% de syndromes de loges sur une série de clous de jambe sans alésage[25]. Pour McQueen, ce ne sont ni l'alésage, ni l'enclouage qui sont responsables de l'élévation des pressions postopératoires, mais plutôt le traumatisme chirurgical infligé aux parties molles lors de l'abord ou de la réduction.

Ceci correspond au faible taux de notre étude (0.9%) alors que nous aléons systématiquement toutes les fractures . L'alésage ne nous semble donc pas un facteur favorisant le syndrome de loges.

Même si le diagnostic est avant tout clinique -douleur disproportionnée , douleur à la mobilisation passive des orteils et du pied, tension des loges à la palpation, parésies, paresthésies puis pâleur voire abolition des pouls distaux[26]-nous disposons actuellement d'un moniteur portatif de pression intramusculaire avec lecture directe. La pression intramusculaire normale varie de 0 à 8 mm Hg, et selon Ménétrey[26], la mesure de pression doit se faire dans chacune des 4 loges de la jambe à moins de 5 cm du foyer de fracture :

- Si $P > 40$ mmHg, aponévrotomie en urgence
- Si P entre 30 et 40 mmHg, aponévrotomie en fonction des signes cliniques
- Si $P < 30$ mmHG, surveillance rapprochée

En 1999, Letenneur [27]rappelle qu'il faut plutôt s'intéresser à la pression de perfusion des muscles de la loge ; celle-ci est égale à la différentielle (Δ) entre la pression artérielle diastolique du patient et la pression de la loge.

Si $\Delta < 30$, il faut réaliser des aponévrotomies en urgence.

Evidemment en cas de syndrome clinique évident, la mesure de pressions est inutile et la prise en charge ne doit pas être retardée. Les 2 cas de notre série ont eu une évolution favorable après l'aponévrotomie.

Les 2 patients avec un déficit d'extension de l'hallux ont peut-être eu un syndrome de loge antérieure de jambe « a minima », un contrôle manométrique peut éventuellement aider au diagnostic et donc au traitement dans ces cas limites.

b) L'embolie graisseuse

Le syndrome d'embolie graisseuse est une complication observée le plus souvent dans les suites d'un polytraumatisme incluant plusieurs fractures d'os longs.

Sa fréquence est difficile à évaluer précisément en l'absence de moyen diagnostique de certitude ; dans la littérature, elle varie de 0,5 % à 30 % en fonction du bilan traumatique et des critères diagnostiques choisis[28].

Il existe une prédominance nette des formes anatomiques (définies par la présence asymptomatique de graisses dans les capillaires pulmonaires) sur les formes cliniques. Ce syndrome est secondaire à une obstruction des vaisseaux pulmonaires et systémiques par des emboles graisseux provenant initialement de la moelle osseuse, puis des graisses circulantes et du tissu adipeux de réserve ; l'obstruction vasculaire est secondairement aggravée par l'adhésion plaquettaire et la production de fibrine ; enfin, la libération d'acides gras libres à partir des graisses embolisées sous l'action de la lipase pulmonaire entraîne une toxicité tissulaire directe et par le biais de la cascade inflammatoire. Son diagnostic est souvent difficile du fait de sa présentation clinique polymorphe et de l'absence d'examen paraclinique spécifique. Dans sa forme complète (Triade de Gurd), il associe des manifestations respiratoires, neurologiques et cutanées. Certaines formes fulminantes ou incomplètes peuvent être confondues avec d'autres pathologies post-traumatiques. Le traitement reste avant tout préventif, avec, dès la prise en charge initiale, une attention toute particulière pour une immobilisation précoce[7, 29], une analgésie optimale et un maintien de la volémie. Le pronostic, le plus souvent favorable, est lié à l'atteinte respiratoire et/ou neurologique.

La synthèse par enclouage centro-médullaire avec alésage est souvent citée comme facteur de risque d'embolie graisseuse mais Estebe montre que la migration d'emboles de graisse provoquée par l'alésage est le plus souvent asymptomatique[30] et Bonneville propose l'enclouage avec un alésage minimum dans le cadre des fractures bifémorales sous réserve d'une gazométrie préopératoire favorable[31]. Mimosz recommande néanmoins de réaliser une fenêtre osseuse de décompression et un lavage du canal médullaire pour éliminer les graisses avant l'enclouage centro-médullaire des patients à risque[28]...

Aucun diagnostic d'embolie graisseuse n'a été posé dans notre série de clous de fémur malgré 18.6% de patients polytraumatisés et un alésage systématique, mais aucune mesure systématique de la gazométrie pré-opératoire ni post-opératoire n'a été réalisée. Une hyperthermie, signe aspécifique de l'embolie graisseuse, est survenue chez 6 de nos patients polytraumatisés sans conséquence ultérieure.

Dans sa thèse, Nieto rapporte 5 cas d'embolie graisseuse sur 64 enclouages centro-médullaire de fémurs réalisés entre 1981 et 1991 à Nantes dans le cadre de traumatismes étagés des membres inférieurs[32]. Dans 3 cas, l'enclouage avait été différé (à J3, J12 et J15).

Les progrès réalisés dans la rapidité du ramassage des blessés, les avancées de l'anesthésie-réanimation et l'ostéosynthèse stable et définitive par un clou centro-médullaire en urgence ont fait passé le risque d'embolie graisseuse au second plan dans la prise en charge des polytraumatisés à Nantes.

c) Les complications septiques

Dans nos séries de clous de jambe et de fémur , le taux de sepsis est légèrement inférieur à ce qui est habituellement décrit dans la littérature[33, 34] [35].

Court-Brown rapporte un taux global d'infection de 4 % pour les fractures de jambe enclouées avec un risque d'autant plus élevé que le stade d'ouverture est grand[36] ; pour Jenny, il existe également un risque plus élevé d'infection après enclouage dans les fractures ouvertes de jambe mais risque non retrouvé pour les fractures ouvertes du fémur[37], avec dans les 2 cas un risque toujours moins important que les méthodes à foyer ouvert.

Pour certains auteurs, l'alésage majore le risque infectieux dans les fractures ouvertes[38] ce qui explique une certaine préférence donnée à l'enclouage sans alésage mais des publications d'enclouage sans alésage des fractures ouvertes rapportent un taux d'infection similaire à l'enclouage avec alésage raisonnable[39, 40].

En réalité, le risque infectieux des fractures ouvertes semble plutôt lié à la sévérité des lésions des parties molles qu'au type d'enclouage centro-médullaire ; il dépend également de la qualité du parage de la plaie et de la couverture antibiotique[7].

Le risque infectieux des fractures fermées rejoint celui des infections nosocomiales.

Lorsqu'on ne peut refermer la plaie en cas de fracture ouverte, stade 3b de Gustilo [11], on atteint les limites de l'enclouage centro-médullaire. Pour Court-Brown, ce stade est une indication de fixateur externe[36], Jenny recommande l'enclouage si et seulement si un geste de couverture précoce est réalisable[34]. Dans une série 30 fractures stade 3b avec perte de substance osseuse, en appliquant un protocole strict, parage et enclouage en urgence, geste de

couverture par lambeau dans les 48 heures et greffe osseuse après 6 à 8 semaines, Robinson rapporte un taux de sepsis de 20 % [41].

L'attitude à Nantes devant une fracture ouverte 3b reste le traitement par fixateur externe avec geste de couverture secondaire.

Devant un sepsis franc avec écoulement, il faut enlever le matériel, réaliser un lavage et une nouvelle ostéosynthèse (Court-Brown recommande de garder un montage stable par enclouage centro-médullaire[36]) sous couvert d'une antibiothérapie. Ce traitement a été effectué pour tous nos sepsis aigus avec une évolution favorable à chaque fois.

Devant un sepsis chronique sur clou, les avis sont plus discutés et certains auteurs recommandent d'attendre la consolidation si l'ostéosynthèse est stable et de procéder ensuite au traitement de l'infection[37, 42]. Il a plutôt été réalisé un changement de clou pour nos patients.

Le faible nombre de cas de notre série ne nous permet pas de juger objectivement de la qualité du traitement de nos infections sur clous.

d) Les pseudarthroses et retards de consolidation

Les taux de pseudarthrose de notre série rejoignent également ceux de la littérature[6, 35, 43, 44]. Les pseudarthroses et retards de consolidation sont plus fréquents après une fracture ouverte de jambe et après une fracture sur un os « pathologique » au fémur, c'est à dire avec des antécédents infectieux, traumatiques ou médicaux, dans notre expérience.

Comme nous l'avons vu précédemment, il faut absolument éviter d'aborder le foyer de fracture sur une jambe car le risque pseudarthrogène est grand.

En cas de fracture ouverte initialement, il faut penser à une origine septique de la pseudarthrose même s'il s'agit de pseudarthrose aseptique dans la majorité des cas.

Le verrouillage statique des enclouages ne nous semble pas être un facteur favorisant la survenue de pseudarthrose. En 1990, Nieto retrouve des taux élevés de pseudarthroses (11% pour les enclouages de fémur et 15.5% pour les enclouages de jambe) pour les enclouages des traumatismes étagés des membres inférieurs à Nantes. A l'époque, seuls 8% des fractures de fémur et 13% des fractures de jambe avaient bénéficié d'un enclouage statique. Brumback montre dans une étude prospective de 100 clous de fémur verrouillés en statique un faible taux de pseudarthrose (2%) et propose la dynamisation uniquement en cas de retard de consolidation[43].

Le rôle bienfaiteur ou néfaste de l'alésage sur la consolidation osseuse est largement discuté dans la littérature [6, 45, 46]. Néanmoins, des données récentes montrent un taux anormalement élevé de pseudarthrose et une consolidation plus lente avec les clous sans alésage[25, 47].

e) Les complications thrombo-emboliques

Le nombre de complications thrombo-emboliques de notre série est conforme aux données habituelles de la littérature.

On remarque simplement que 7 phlébites (4 fractures de jambes et 3 fractures de fémurs) sont survenues après l'arrêt des anticoagulants.

Il faut bien constater la reprise de l'appui complet sur le membre inférieur avant d'arrêter la thromboprophylaxie par anticoagulants.

f) Les déplacements secondaires

Les déplacements secondaires sont survenus de façon trop fréquente dans notre étude. Pour les fractures de jambes, les déplacements secondaires (3,9%) sont survenus sur des fractures distales dont deux fois par bascule épiphysaire sur une seule vis de verrouillage distale.

Il faut impérativement verrouiller les fractures basses par 2 vis de verrouillage distal[7].

L'utilisation d'un clou scié apparaît ici comme facteur de risque car cette méthode a été utilisée pour les indications limites de l'enclouage centro-médullaire dans des fractures très basses et en utilisant une seule vis de verrouillage le plus souvent.

Nous avons vu précédemment qu'il est désormais inutile de scier les clous et nous recommandons d'utiliser le clou Zimmer® dans les fractures du quart distal de jambe que si l'on peut verrouiller l'épiphyse distale par 2 vis pour éviter tout risque de déplacement secondaire.

Un verrouillage statique systématique empêche les déplacements secondaires par impaction dans le foyer.

Les déplacements secondaires survenus après fracture de vis ne devraient plus se voir car les fractures de vis étaient essentiellement secondaires à un défaut d'utilisation du matériel (page 68).

Pour les fractures du fémur, les déplacements secondaires (2,3%), moins fréquents, sont la conséquence de fautes techniques ou de mauvaise indication initiale.

g) Les cals vicieux

Les cals vicieux sont la complication la plus fréquente retrouvée après nos enclouages de jambe et de fémur. Les résultats montrent que 2 paramètres influencent la survenue de cette complication : l'âge du patient et la localisation de la fracture.

L'âge plus élevé des patients présentant un cal vicieux par rapport aux autres patients peut s'expliquer par plusieurs raisons: tout d'abord, on peut penser que l'opérateur ne s'appliquera pas pour obtenir une réduction parfaite de la même façon pour un jeune de 20 ans que pour une personne de 80 ans ne marchant presque plus (pour utiliser des cas extrêmes) ; mais aussi, avec l'âge, les corticales s'amincissent et le canal médullaire s'élargit, la synthèse endoméduillaire perd donc de son efficacité réductrice...

Pour les fractures de jambe, les cals vicieux sont plus fréquents lors de l'enclouage des fractures du 1/3 proximal. Cette notion est décrite par Lang[48] qui se demande s'il faut encore enclouer les fractures du 1/3 proximal avec 84% de cals vicieux supérieurs à 5° d'angulation dans sa série.

Pour Lang et Freedman[9], ce défaut d'axe est essentiellement du au point d'entrée du clou qui est trop médial avec une direction trop postérieure et/ou trop latérale. Freedman préconise un point d'entrée parfaitement centré voire légèrement externe dans l'enclouage des fractures du 1/3 proximal de jambe[9]. Les autres cals vicieux de la série sont survenus pour les fractures distales de jambe avec fréquemment une angulation en valgus et/ou récurvatum.

Pour les fractures du fémur, les cals vicieux sont plus fréquents lors de l'enclouage des fractures du 1/3 distal. Là encore, il faut veiller à toujours être centré de face et de profil avec le guide clou puis le clou dans l'épiphyse distale jusqu'au verrouillage final[7] pour les enclouages antérogrades.

Pour les enclouages rétrogrades, il existe une fréquence plus élevée de cals vicieux en récurvatum expliquée vraisemblablement par la position sur un simple coussin sans utilisation de traction.

Pour les enclouages de jambe comme de fémur, les cals vicieux en rotation sont probablement largement sous-estimés dans notre série ; en effet , ceux-ci n'ont été répertoriés que lorsqu'ils étaient flagrants à l'examen clinique. Bonneville dans une étude tomodensitométrique de 189 enclouages rapporte 30% de troubles rotationnels >10° au fémur et 22% au tibia[8] ; il note toutefois que ces cals vicieux sont modestes et sans retentissement clinique notable. Williams[44] retrouve également 30 % de troubles torsionnels dans une série de clous de tibia. Strecker parle de cal vicieux en rotation à partir de 15° de

différence (mesuré par tomodensitométrie) par rapport au coté controlatéral avec 28% de cals vicieux retrouvés au fémur –essentiellement (96%) en rotation externe- et 11% au tibia-56% en rotation interne-[49].

Malgré un taux élevé de cal vicieux dans notre série, cette complication reste le plus souvent cliniquement bien tolérée avec seulement 3 reprises chirurgicales dont 2 pour troubles torsionnels sur les 397 clous. En revanche, notre série ne présente pas un recul suffisant pour évaluer le retentissement au long terme de ces cals vicieux sur les articulations sus et sous jacentes et leur éventuelle dégradation arthrosique.

h) Les complications mécaniques

les fractures de clou

Cette complication a été rare dans notre série, aucun cas pour les fractures de jambe et 1,8 % de nos enclouages de fémur. Dans aucun cas, il n'y a eu un défaut du matériel : les ruptures sont survenues tardivement en l'absence de consolidation osseuse sur un os pathologique (2 enclouages pour pseudarthrose septique et un fémur pagétique). Les micromouvements persistants dans le foyer de fracture ont inéluctablement abouti à la fracture de fatigue de l'implant au niveau du foyer [4, 16].

Nous n'avons eu aucune rupture d'implant au niveau de trous de vis qui est une des zones de faiblesse des clous[50-52], il faut néanmoins veiller à ne pas laisser un trou de vis vacant en regard du foyer de fracture et à éviter un méchage intempestif qui va fragiliser encore plus le clou dans sa zone de faiblesse[16, 40, 50, 53].



Figure 52. Méchages intempestifs sur verrouillage distal

Lorsque cette complication se produit, la prise en charge est plus difficile en raison des problèmes rencontrés pour l'ablation du matériel cassé [51, 54, 55] ; il faut donc prévenir les fractures de fatigue en intervenant plus tôt en cas d'absence complète de consolidation osseuse sur les radiographies de contrôle. Les fractures de clou de notre série se sont produites après le 6^{ème} mois et auraient pu être évitées par une reprise chirurgicale plus précoce.

De même, 2 patients de notre série ont une pseudarthrose radiologique mais asymptomatique à 2 et 3 ans de recul après une fracture de fémur et ont été perdus de vue. Il existe un risque très grand de fracture de l'implant et, chez ces patients jeunes et actifs, une reprise chirurgicale aurait dû être proposée.

les fractures de vis

Elles ont été fréquentes dans notre série de clous de jambe (11,4%) avec 2 facteurs de risques principaux : les fractures ouvertes et les vissages des clous Russel-Taylor.

Les fractures ouvertes mettent plus de temps à consolider donc sollicitent les vis pendant une plus longue période.

En 2000 à Nantes, les clous de jambe Russel-Taylor étaient verrouillés par des vis AO Maconor (diamètre 5mm) non préconisées par le constructeur (Smith et Nephew®). Ces vis n'avaient pas les caractéristiques propres aux vis de verrouillage des enclouages : diamètre interne élevé pour une meilleure résistance à la fatigue[56-59] et diamètre externe adapté au diamètre du trou du clou.

Les fractures de vis secondaires à une mauvaise utilisation du matériel représentent 77 % des fractures de vis survenues dans la série des clous de jambe. Celles-ci n'ont pas été sans conséquence car il y a eu 4 déplacements secondaires après rupture de vis et des complications nombreuses lors de l'ablation du matériel.

On ne peut donc que recommander d'utiliser les vis préconisées par le fabricant du clou.

Pour les fractures du fémur, le taux de rupture de vis rejoint celui retrouvé habituellement dans la littérature sans facteur significatif retrouvé.

L'appui précoce n'est pas apparu comme facteur de risque de fracture de vis dans notre expérience, ce qui est également démontré par Arazi et Boenisch[60, 61].

On remarque, certes avec un recul insuffisant, un taux de rupture très faible pour les derniers clous utilisés à Nantes : il n'y a eu qu'une seule rupture de

vis d'implant Zimmer® sur une fracture de jambe et aucune sur les fractures de fémur .

les migrations de vis

Elles ont été rares dans notre expérience avec comme conséquence notable un déplacement secondaire après une migration de 2 vis mises dans une épiphyse fémorale extrêmement porotique ; peut-être faut-il s'abstenir de mécher dans ce cas précis ?

Globalement, et exception faite des ruptures de vis Maconor, nos ruptures de matériel sont peu fréquentes alors que l'on remarque actuellement une recrudescence des complications mécaniques rapportées dans la littérature. Celles-ci sont apparues avec l'utilisation de clous de petit calibre pour le « sans alésage »[39, 60, 62-64]. Le taux élevé de complications mécaniques rencontrées fait actuellement revenir certaines équipes qui avaient initialement défendu le choix du « sans alésage »[65].

4. LE VERROUILLAGE

Dès 1978 , Kempf et Grosse montraient l'apport du verrouillage de l'enclouage centro-médullaire[3] puis en 1986 Klem publiait des bons résultats avec des clous verrouillés de tibia et de fémurs[33] et en 1988 Brumback montre que le verrouillage statique n'entrave pas la consolidation osseuse[43].

En 2003, la tendance est au verrouillage presque systématique de chaque enclouage. Dans notre série, 83 % des enclouages de tibia et 97 % des enclouages de fémur ont été verrouillés de façon statique ; les enclouages dynamiques concernent essentiellement les fractures du tibia isolées et les enclouages sur pseudarthrose et nous n'avons pas effectué de dynamisation systématique.

Une dynamisation a été réalisé lorsqu'il apparaissait un retard de consolidation (5,7% pour les clous de jambes et 7,7% pour ceux de fémurs) ; pour les enclouages de jambe, Alho recommande de ne faire une dynamisation que lorsque nécessaire et après le 4^{ème} mois[35] .

Alors que Nieto en 1993 ne préconisait le verrouillage statique que pour les fractures des 1/3 supérieur et inférieur de jambe[32], nous recommandons en 2004 de verrouiller toutes les fractures de jambe et de fémur de façon

statique exceptées, peut-être, les fractures transversales simples isolées de tibia.

Le problème du verrouillage reste la visée à « main levée » des orifices distaux des clous (ou proximaux pour les clous rétrogrades) qui augmente la durée d'irradiation de l'opérateur lors d'un enclouage de façon très importante[66, 67]. Pour les enclouages de jambe, des systèmes de visées avec un ancillaire existent mais pour d'autres types de clous avec quelques échecs de verrouillage[68, 69]. Pour les enclouages de fémur, des nouvelles techniques de « verrouillage automatique » du clou sans utilisation de la radioscopie sont régulièrement rapportées sans jamais atteindre la fiabilité d'un verrouillage standard par vis[70-73].

Une solution pour diminuer la durée d'exposition consiste à ne mettre qu'une seule vis de verrouillage distal (ou proximal pour les clous rétrogrades). Nous avons vu précédemment qu'il était fortement recommandé d'utiliser 2 vis de verrouillage dans les fractures distales pour éviter tout déplacement secondaire par contre on peut discuter l'utilisation d'une seule vis à distance du foyer de fracture. En effet, dans notre série, nous avons le plus souvent verrouillé en proximal nos clous de tibia par une seule vis sans qu'il y ait eu de conséquence mécanique. De même, en étudiant les résultats de nos complications mécaniques nous n'avons pas retrouvé de différence significative entre l'utilisation de une ou deux vis (dans la zone de la rupture) sur l'incidence des fractures de vis. Par contre, pour les clous de jambe sans alésage de petit diamètre, les ruptures de vis sont plus fréquentes si une seule vis distale est utilisée[74].

Dans un modèle informatique de biomécanique, Lin montre que l'utilisation d'une deuxième vis de verrouillage diminue seulement de 20 à 30 % le stress exercé sur la première vis qui reste 5 à 6 fois plus sollicitée que la deuxième[75] pour un enclouage de fémur. Pour le même auteur, les fractures de vis sont plus fréquentes dans les fractures distales, comminutives et avec les clous de faible diamètre[58].

Au total, pour éviter la survenue de complications, il est conseillé d'utiliser 2 vis de verrouillage distal dans les fractures distales de jambe et de fémur (pour les clous antérogrades) ainsi que lors de l'utilisation de clous de petit diamètre (<10 mm). Pour les autres cas, une seule vis distale ou proximale pour les clous rétrogrades paraît suffisante[76].

Dans le cas particulier de l'utilisation d'un clou rétrograde de fémur avec un implant dans sa partie supérieure (clou-plaque, vis-plaque THS® ou DHS®), il est recommandé de pratiquer le chevauchement des implants avec si possible un verrouillage commun par vis pour augmenter la stabilité du montage[77].



Figures 53 et 54. Exemple d'enclouage rétrograde avec chevauchement des implants

5. LES DOULEURS SUR MATERIEL. ABLATION DU MATERIEL

Les douleurs rapportées au matériel sont certes une complication mineure mais sont parfois invalidantes pour le patient.

Les douleurs liées à la saillie du clou peuvent parfois obliger à un changement du clou (2 cas dans notre série). Il faut être très vigilant sur la longueur du clou en per-opératoire et ne pas laisser un clou dépassant de plus de 5 mm de la corticale au tibia qui va irriter le tendon rotulien[7]. Au fémur, les douleurs rapportées à la saillie du clou sont assez rare dans notre série alors que les clous dépassaient du grand trochanter fréquemment (45%); en effet, pour les clous à verrouillage cervico-céphalique, l'enfoncement du clou est déterminé par la ou les vis de verrouillage supérieur et on laisse parfois dépasser un clou en fonction de l'anatomie du fémur du patient. Bien sûr, lorsque l'on peut contrôler la longueur du clou, il faut veiller à ne pas le faire dépasser pour éviter le conflit avec l'éventail fessier qui peut créer une bursite[7].

Les vis de verrouillage deviennent parfois douloureuses[5]; il peut s'agir soit de l'extrémité d'une vis trop longue (essentiellement pour les vis distales de fémur qui sont rapidement gênantes en interne[12]), soit d'une tête de vis insuffisamment enfoncée, soit de la mobilisation secondaire d'une vis. Pour éviter ces désagréments qui obligent parfois à une intervention chirurgicale (6 cas dans la série)[43], il faut toujours contrôler la situation et la longueur des vis par la radioscopie per-opératoire.

Le plus souvent, la gêne provoquée par le matériel est tolérable mais demeure un motif de demande d'ablation du matériel par le patient.

Dans notre expérience, l'ablation du matériel à titre systématique a également été proposée à nos patients jeunes car nous ne connaissons pas leur avenir osseux et un clou encore en place pourrait compliquer sérieusement une nouvelle intervention (nouveau traumatisme, besoin d'arthroplastie sus ou sous jacente..).

Même si certains auteurs [78]ont montré la très faible iatrogénicité de l'ablation du matériel à titre systématique, d'autres en s'appuyant sur un taux élevé de complications mineures ne pratiquent l'ablation du matériel que si celui-ci est gênant[79, 80].

Dans notre série, les complications liées à l'ablation du matériel ont été liées aux problèmes de ruptures d'implants.

L'extraction de la partie distale d'un clou cassé est souvent difficile et de nombreuses techniques personnelles sont décrites : passage de 2 guides clous dont un avec une olive distale en force à travers le clou cassé [81], utilisation d'un fil d'acier passé dans le clou et récupéré par un orifice de vis distal pour être transformé en crochet[82], utilisation d'un clou de diamètre inférieur d'au moins 3 mm au clou cassé qui est impacté dans la partie distale[83], utilisation d'un alésoir rigide ou encore alésage important de la partie proximale pour le passage d'un ancillaire d'extraction seule méthode pour une ablation sans abord des clous pleins fracturés[84].



Figure 55. Utilisation d'un alésoir rigide pour l'ablation de la partie distale d'un clou cassé

L'ablation des vis cassées a souvent été périlleuse dans notre expérience avec un allongement de la durée opératoire et la réalisation d'incisions supplémentaires ; il y a même eu un échec d'extraction du clou . Nous décrivons la méthode la plus utilisée : après avoir retiré la partie proximale de la vis cassée, on passe une broche de Steiman ou de kirschner coupée de gros diamètre (4 ou 5mm) à travers l'orifice de verrouillage du clou pour repousser la partie distale de la vis qui est alors retirée par une courte incision cutanée [85]. Nous déconseillons fortement les tentatives d'extraction du clou « en force » avec des vis cassées encore en place car il existe un risque de fracture iatrogène[86] et un risque de blocage du clou.

En cas de nouveau traumatisme avec fracture itérative et torsion du clou, il parfois nécessaire de couper le clou « in situ » avec un mini abord[87, 88] ou abord complet du foyer[89] pour pouvoir l'extraire.

Notre attitude actuelle reste de conseiller aux patients de faire réaliser l'ablation du clou de jambe ou de fémur à distance de la consolidation. Le patient sera bien entendu prévenu des risques potentiels de toute intervention chirurgicale (infection ,phlébite, hématome, algodystrophie..) et plus particulièrement des risques liés à la présence d'une ou plusieurs vis cassées s'il cela est décelable radiographiquement.

En cas de gêne avérée par le matériel, l'ablation de tout ou partie de l'ostéosynthèse pourra être effectuée plus précocement en fonction de la consolidation radiologique. Pour les personnes très âgées, l'ablation à titre systématique ne sera pas proposée.

6. LES INDICATIONS PARTICULIERES

a) Les enclouages sur métastases

Le traitement préventif ou curatif d'une fracture sur une métastase diaphysaire du fémur ou du tibia doit faire appel à une ostéosynthèse stable et durable ; l'enclouage centro-médullaire verrouillé apparaît comme le traitement de choix [90, 91] des métastases diaphysaires des os longs.

Les résultats de notre série montrent une bonne efficacité de l'enclouage centro-médullaire comme traitement palliatif des métastases avec une absence de iatrogénicité et une reprise rapide de l'autonomie préexistante ce qui est conforme aux données actuelles de la littérature[92, 93].

Le traitement préventif et curatif d'une fracture métastatique doit être un clou centromédullaire verrouillé statique avec verrouillage cervico-céphalique pour le fémur[94]et un clou centro-médullaire verrouillé statique pour les lésions plus rares des diaphyses tibiales[95].

En cas de lésion métastatique connue, il faut privilégier le traitement préventif en intervenant avant la fracture ; même si l'augmentation des douleurs doit être prise en compte, une étude récente montre que le facteur prédictif de fracture le plus important est l'atteinte osseuse radiologique avec une perte de substance osseuse axiale de plus de 3 cm et circonférentielle de plus de 50%[96]. Dans tous les cas, le traitement de ces lésions requière une prise en charge par une équipe multidisciplinaire.

b) Les enclouages pour pseudarthrose

L'enclouage centro-médullaire est une des armes thérapeutiques des pseudarthroses aseptiques[97-99] et septiques[100] du fémur et du tibia.

Les résultats des quelques cas de pseudarthroses aseptiques et retards de consolidation de notre série sont encourageants avec seulement un échec de réenclouage et une absence de complications majeures. L'alésage a été à chaque fois plus important que lors de l'enclouage initial pour aviver le foyer de pseudarthrose et pour utiliser des clous de plus gros diamètre comme il est recommandé dans la littérature[6, 12, 101].

Pour nos enclouages sur pseudarthrose septique, il y a eu 2 échecs (1 mécanique et 1 septique) sur 7 clous et peu de complications. Le faible effectif de ce type d'enclouage ne nous permet pas de juger ici de ses résultats.

Le traitement des pseudarthroses fémorales et tibiales par enclouage centromédullaire permet de réaliser un montage stable sans immobilisation complémentaire avec une mise en charge immédiate. Les résultats rapportés dans la littérature sont généralement bons avec peu d'échecs [6]. Cependant, certaines publications rapportent un taux d'échec important des changements de clou simple avec réalésage pour les pseudarthroses du fémur où dans un cas sur deux, il faudra au moins une autre intervention[102, 103]. Il faut donc surveiller de façon rapprochée ce type d'enclouage pour détecter l'apparition ou non d'une consolidation et pouvoir proposer une nouvelle intervention avant une faillite mécanique du matériel.

CONCLUSION

Ce travail a permis de faire le point sur l'ensemble des complications des enclouages centro-médullaires des os longs porteurs actuellement réalisés au CHU de Nantes.

Il nous rappelle que, comme toute ostéosynthèse à foyer fermé, une rigueur dans la procédure de la technique chirurgicale permet d'éviter certaines complications.

Les complications redoutées que sont le syndrome de loges et l'embolie graisseuse sont rares mais ne doivent pas être oubliées.

Le traitement par enclouage centro-médullaire verrouillé statique avec alésage des fractures diaphysaires de jambe et de fémur au CHU de Nantes a de bons résultats avec des complications habituelles inférieures ou similaires aux données de la littérature.

Ce travail a également permis d'évaluer sur un nombre plus faible de cas les résultats des indications particulières des enclouages de fémur et de tibia avec des résultats encourageants .

REFERENCES

1. Küntscher, G. and H. Schleswig, *The Küntscher method of intramedullary fixation*. J Bone and Joint Surg., 1958. **40-A(1)**: p. 17-26.
2. Küntscher, G., *Praxis der Marknagelung*. 1962, Stuttgart: Friedrich Karl Schattauer Verlag.
3. Kempf, I., A. Grosse, and D. Lafforgue, *L'apport du verrouillage dans l'enclouage centro-médullaire des os longs*. Revue de chirurgie orthopédique, 1978. **64**: p. 629-634.
4. Reinders, J. and J. Mockwitz, *Technical faults and complications in Interlocking Nailing of femoral and tibial fractures*. Acta Orthopaedica Belgica, 1984. **50(5)**: p. 577-590.
5. Browner, B.D., *Pitfalls, errors, and complications in the use of locking Küntscher nails*. clinical orthopaedics and related research, 1986. **212**: p. 193-208.
6. Kempf, I., *Enclouage centro-médullaire*. Monographie des cahiers d'enseignement de la SOFCOT, 1990. **39**: p. 91-96.
7. Lefevre, C., *Complications locales et générales des enclouages percutanés*, in *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT*. 1997. p. 105-119.
8. Bonneville, P., S. Andrieu, Y. Bellumore, J.J. Challé, et al., *Troubles torsionnels et inégalités de longueur après enclouage à foyer fermé pour fracture diaphysaire fémorale et tibiale. Evaluation par scanner de 189 fractures*. Revue de chirurgie orthopédique, 1998. **84**: p. 397-410.
9. Freedman, E.L. and E.E. Johnson, *Radigraphic analysis of tibial fracture malalignment following intramedullary nailing*. clinical orthopaedics and related research, 1995. **315**: p. 25-33.
10. Schwartz, D., *Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes*. 4 ed, ed. Médecine-science. 2002: Flammarion. 314.
11. Gustilo, R.B., R.M. Mendoza, and D.N. Williams, *Problems in the management of type III open fracture: a new classification of type III open fractures*. J Trauma, 1984. **24**: p. 742-746.
12. Brumback, R.J., *The Rationales of Interlocking Nailing of the Femur, Tibia and Humerus*. clinical orthopaedics and related research, 1996. **324**: p. 292-320.
13. Piétu, G., F. Gouin, D. Huguet, P. Hauet, et al., *Le clou supracondylien*. Ann Orthop Ouest, 1997. **29**: p. 91-95.
14. Hulet, L., Y. Aquiter, and P. Schiltz, *Les fractures du quart inférieur de jambe de l'adulte. Traitement par enclouage centro-médullaire*. Annales d'Orthopédie de l'Ouest, 1998. **30**(table ronde).
15. Bonneville, P., L. Savorit, J.M. Combes, M. Rongièrès, et al., *Intérêts de l'enclouage centromédullaire verrouillé dans les fractures distales de jambe*. Revue de chirurgie orthopédique, 1996. **82**: p. 428-436.

16. Meyrueis, J.P., J. Meyrueis, and A. Sohler-Meyrueis, *Matériaux utilisés pour l'ostéosynthèse*, in *Encycl.Méd.Chir,Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie*, Elsevier, Editor. 1995.
17. Blick, S., R.J. Brumback, A.R. Burgess, and N. Ebraheim, *Compartment syndrome in open tibial fractures*. J Bone and Joint Surg., 1986. **68-A**: p. 1348-1353.
18. DeLee, J. and J. Sthiel, *Open tibia fracture with compartment syndrome*. clinical orthopaedics and related research, 1981. **160**: p. 175-84.
19. McQuenn, M.M., J. Christie, and C.M. Court-Brown, *Acute compartment syndrome in tibial diaphyseal fractures*. J Bone and Joint Surg., 1996. **78-B**: p. 95-98.
20. Tischenko, G.J. and S.B. Goodman, *Compartment syndrome after intramedullary nailing of the tibia*. J Bone and Joint Surg., 1990. **72-A**: p. 41-44.
21. Koval, K.J., M.F. Clapper, and R.J. Brumback, *Complications of reamed intramedullary nailing of the tibia*. J Trauma, 1991. **5**: p. 184-189.
22. Shakespeare, D.T. and N.J. Henderson, *Compartmental pressure changes during calcaneal traction in tibial fractures*. J Bone and Joint Surg., 1982. **64-B**: p. 498-499.
23. McQuenn, M.M., J. Christie, and C.M. Court-Brown, *Compartment pressures after intramedullary nailing of the tibia*. J Bone and Joint Surg., 1990. **72-B**: p. 395-397.
24. McQuenn, M.M. and C.M. Court-Brown, *Compartment monitoring in tibial fractures : the pressure threshold for decompression*. J Bone and Joint Surg., 1996. **78-B**: p. 99-104.
25. Kutty, S., M. Farooq, D. Murphy, C. Kelliher, et al., *Tibial shaft fractures treated with the AO unreamed tibial nail*. Ir J Med Sci, 2003. **172(3)**: p. 141-142.
26. Ménétrey, J. and R. Peter, *Syndrome de loge aigu de jambe post-traumatique*. Revue de chirurgie orthopédique, 1998. **84**: p. 272-280.
27. Letenneur, J., G. Venet, G. Piétu, D. Huguet, et al., *Syndromes aigus des loges de la jambe*. Conférences d'enseignement de la SOFCOT, 1999. **70**: p. 185-198.
28. Mimos, O., P. Incagnoli, A. Edouard, and K. Samii, *Le syndrome d'embolie graisseuse*. Conférences d'actualisation.Elsevier,Paris,et SFAR, 1997: p. 587-598.
29. Riska, E.B. and P. Millynen, *Fat embolism with multiple injury*. J Trauma, 1982. **22**: p. 891-894.
30. Estebe, J.P., *Des emboles de graisse au syndrome d'embolie graisseuse*. Ann Fr Anesth Réanim, 1997. **16**: p. 138-151.
31. Bonneville, P., C. Cauhepe, F. Alqoh, Y. Bellumore, et al., *Risques et résultats de l'enclouage simultané des fractures bifémorales*. Revue de chirurgie orthopédique, 2000. **86**: p. 598-607.

32. Nieto, H., *Traumatismes étagés des membres inférieurs. A propos de 154 cas.* 1993: Thèse Faculté de Médecine de Nantes.
33. Klemm, K.W. and M. Börner, *Interlocking nailing of complex fractures of the femur and tibia.* clinical orthopaedics and related research, 1986. **212**: p. 89-100.
34. Jenny, J.Y., G. Jenny, J. Gaudias, and I. Kempf, *Le risque infectieux de l'enclouage centro-médullaire verrouillé des fractures ouvertes du fémur et du tibia.* Acta Orthopaedica Belgica, 1995. **61**(Suppl.I): p. 212-215.
35. Alho, A., A. Ekeland, K. Stromsoe, G. Folleras, et al., *Locked intramedullary nailing for displaced tibial shaft fractures.* J Bone and Joint Surg., 1990. **72-B**(5): p. 805-809.
36. Court-Brown, C.M., J.F. Keating, and M.M. McQuenn, *Infection after intramedullary nailing of the tibia.* J Bone and Joint Surg., 1992. **74-B**(5): p. 770-774.
37. Jenny, G., J.Y. Jenny, and K. Amarti, *Complications septiques de l'enclouage centro-médullaire verrouillé en traumatologie. In:Enclouage centro-médullaire.* Monographie des cahiers d'enseignement de la SOFCOT, 1990. **39**: p. 81-88.
38. Zych, G.A. and J.J. Hutson, *Diagnosis and management of infection after tibial intramedullary nailing.* clinical orthopaedics and related research, 1995. **315**: p. 153-162.
39. Gregory, P. and R. Sanders, *The treatment of closed, unstable tibial shaft fractures with unreamed interlocking nails.* clinical orthopaedics and related research, 1995. **315**: p. 48-55.
40. Whittle, A.P., T.A. Russel, J.C. Taylor, and D.G. Lavelle, *Treatment of open fractures of the tibial shaft with the use of interlocking nailing without reaming.* J Bone and Joint Surg., 1992. **74-A**(8): p. 1162-1171.
41. Robinson, C.M., G. McLauchlan, J. Christie, M.M. McQuenn, et al., *Tibial fractures with bone loss treated by primary reamed intramedullary nailing.* J Bone and Joint Surg., 1995. **77-B**(6): p. 906-913.
42. Chen, C.E., J.Y. Ko, J.W. Wang, and C.J. Wang, *Infection after intramedullary nailing of the femur.* J Trauma, 2003. **55**(2): p. 338-344.
43. Brumback, R.J., S. Uwagie-Ero, R.P. Lakatos, A. Poka, et al., *Intramedullary nailing of femoral shaft fractures.Part II: Fracture-healing with static interlocking fixation.* J Bone and Joint Surg., 1988. **70-A**(10): p. 1453-1462.
44. Williams, J., M. Gibbons, H. Trundle, D. Murray, et al., *Complications of nailing in closed tibial fractures.* J Trauma, 1995. **9**(6): p. 476-481.
45. Tarr, R.R. and D.A. Wiss, *The mechanics and biology of intramedullary fracture fixation.* clinical orthopaedics and related research, 1986. **212**: p. 10-17.

46. Wiss, D.A. and W. Stetson, *Unstable fractures of the tibia treated with a reamed intramedullary interlocking nail*. clinical orthopaedics and related research, 1995. **315**: p. 56-63.
47. Larsen, L.B., J.E. Madsen, P.R. Hoiness, and S. Ovre, *Should insertion of intramedullary nails for tibial fractures be with or without reaming? A prospective, randomized study with 3.8 years' follow-up*. J Orthop Trauma, 2004. **18**(3): p. 144-149.
48. Lang, G.J., B.E. Cohen, M.J. Bosse, and J.F. Kellam, *Proximal third tibial shaft fractures. Should they be nailed?* clinical orthopaedics and related research, 1995. **315**: p. 64-74.
49. Strecker, W., P. Keppler, and L. Kinzl, *Correction des défauts de torsion après enclouage centro-medullaire du membre inférieur*. Ann Orthop Ouest, 1999. **31**: p. 119-122.
50. Bucholz, R.W., S.E. Ross, and K.L. Lawrence, *Fatigue fracture of the interlocking nail in the treatment of fractures of the distal part of the femoral shaft*. J Bone and Joint Surg., 1987. **69-A**(9): p. 1391-1399.
51. Franklin, J.L., R.A. Winkquist, S.K. Benirschke, and S.T. Hansen, *Broken Intramedullary Nails*. J Bone and Joint Surg., 1988. **70**(10): p. 1463-1471.
52. Hahn, D., N. Bradbury, R. Hartley, and P.J. Radford, *Intramedullary nail breakage in distal fractures of the tibia*. Injury, 1996. **27**(5): p. 323-327.
53. Wu, C.C. and C.H. Shih, *Biomechanical analysis of the mechanism of interlocking nail failure*. Arch Orthop Trauma Surg, 1992. **111**(5): p. 268-272.
54. Zimmerman, K.W. and H.J. Klasen, *Mechanical failure of intramedullary nails after fracture union*. J Bone and Joint Surg., 1983. **65-B**(3): p. 274-275.
55. Tigani, D., E. Moscato, E. Sabetta, G. Padovani, et al., *Breakage of the Grosse-Kempf nail: causes and remedies*. Ital J Orthop Traumatol, 1989. **15**(2): p. 185-190.
56. Gaebler, C., E.K. Tschegg, M. Greitbauer, S. Stanzl-Tschegg, et al., *Fatigue stability of locking screws for unreamed tibial intramedullary nailing*. Unfallchirurg, 1999. **102**(1): p. 29-34.
57. Hou, S.-M., J.-L. Wang, and J. Lin, *Mechanical Strength, Fatigue Life, and failure analysis of two prototypes and five Conventional Tibial locking screws*. Journal of orthopaedic Trauma, 2002. **16**(10): p. 701-708.
58. Lin, J., S.-J. Lin, H. Chiang, and S.-M. Hou, *Bending Strength and Holding Power of Tibial Locking Screws*. clinical orthopaedics and related research, 2001. **385**: p. 199-206.
59. Holper, B., E.K. Tschegg, S. Stanzl-Tschegg, and C. Gaebler, *Possibilities for improving fatigue properties of interlocking screws of solid tibial nails. A mathematical model with practical conclusions*. Unfallchirurg, 2002. **105**(2): p. 140-146.

60. Boenish, U.W., P.G. de Boer, and S.F. Journeaux, *Unreamed intramedullary tibial nailing-fatigue of locking bolts*. Injury, 1996. **27**(4): p. 265-270.
61. Arazi, M., T.C. Ogun, M.N. Oktar, R. Memik, et al., *Early weight-bearing after statically locked reamed intramedullary nailing of comminuted femoral fractures: is it a safe procedure?* J Trauma, 2001. **50**(4): p. 711-716.
62. Whittle, A.P., W. Wester, and T.A. Russel, *Fatigue failure in small diameter tibial nails*. clinical orthopaedics and related research, 1995. **315**: p. 119-128.
63. Hutson, J.J., G.A. Zych, J.D. Cole, K.D. Johnson, et al., *Mechanical failure of intramedullary tibial nails applied without reaming*. clinical orthopaedics and related research, 1995. **315**: p. 129-137.
64. Duwelius, P.J., A.H. Schmidt, R.A. Rubinstein, and J.M. Green, *Nonreamed interlocked intramedullary tibia nailing*. clinical orthopaedics and related research, 1995. **315**: p. 104-113.
65. Haddad, F.S., K. Desai, J.S. Sarkar, and J.H. Dorell, *The AO unreamed nail: friend or foe*. Injury, 1996. **27**(4): p. 261-263.
66. Levin, P.E., R.W. Schoen, and B.D. Browner, *Radiation exposure to the surgeon during closed interlocking intramedullary nailing*. J Bone and Joint Surg., 1987. **69-A**(5): p. 761-766.
67. Gugala, Z., A. Nana, and R.W. Lindsey, *Tibial intramedullary nail distal interlocking screw placement: comparison of the free-hand versus distally-based targeting device techniques*. Injury, 2001. **32**(Suppl 4): p. 21-25.
68. Krettek, C., B. Konneman, T. Miclau, P. Schandelmaier, et al., *A new technique for the distal locking of solid AO unreamed tibial nails*. J Bone and Joint Surg., 1987. **69-A**(9): p. 1391-1399.
69. Karachalios, T., G. Babis, J. Tsarouchas, G. Sapkas, et al., *The clinical performance of a small diameter tibia nailing system with a mechanical distal aiming device*. Injury, 2000. **31**(6): p. 451-459.
70. Thomazeau, H., F. Langlais, M. Goldschild, F. Dujardin, et al., *Enclouage fémoral verrouillé par endoblocage*. Ann Orthop Ouest, 1997. **29**: p. 87-90.
71. Kose, N., I. Gunal, X. Wang, K.A. Athanasiou, et al., *Set screw distal locking for intramedullary nails: a biomechanical study*. J Orthop Trauma, 2000. **14**(6): p. 414-419.
72. Knothe, U., M.L. Knothe Tate, K. Klaue, and S.M. Perren, *Development and testing of a new self-locking intramedullary nail system: testing of handling aspects and mechanical properties*. Injury, 2000. **31**(8): p. 617-626.

73. Widjaja, W. and C. Hartung, *Biomechanical comparison of different fixations of femur-interlocking-nails*. Clin Biomech, 2001. **16**(8): p. 702-705.
74. Kneifel, T. and R. Buckley, *A comparison of one versus two distal locking screws in tibial fractures treated with unreamed tibia nails: a prospective randomized clinical trial*. Injury, 1996. **27**(4): p. 271-273.
75. Lin, J., S.-J. Lin, P.-Q. Chen, and S.-H. Yang, *Stress analysis of the distal locking screws for femoral interlocking nailing*. Journal of orthopaedic Research, 2001. **19**(1): p. 57-63.
76. Hajek, P.D., H.R. Bicknell, W.E. Bronson, J.A. Albright, et al., *The use of one compared with two distal screws in the treatment of femoral shaft fractures with Interlocking Intramedullary nailing*. J Bone and Joint Surg., 1993. **75-A**(4): p. 519-525.
77. Harris, T., J.T. Ruth, J. Szivek, and B. Haywood, *The effect of implant overlap on the mechanical properties of the femur*. J Trauma, 2003. **54**(5): p. 930-935.
78. Boerger, T.O., G. Patel, and J.P. Murphy, *Is routine removal of intramedullary nails justified?* Injury, 1999. **30**(2): p. 79-81.
79. Miller, R., S.E. Renwick, T.A. DeCoster, P. Shonnard, et al., *Removal of intramedullary rods after femoral shaft fracture*. J Orthop Trauma, 1992. **6**(4): p. 460-463.
80. Toms, A.D., R.L. Morgan-Jones, and R. Spencer-Jones, *Intramedullary femoral nailing: removing the nail improves subjective outcome*. Injury, 2000. **33**(3): p. 247-249.
81. Maini, L., A. Upadhyay, A. Aggarwal, and B.K. Dahon, *A new method of removing a fractured interlocked nail*. Injury, 2002. **33**(3): p. 261-262.
82. Marwan, M. and M. Ibrahim, *Simple method for retrieval of distal segment of the broken interlocking intramedullary nail*. Injury, 1999. **30**(5): p. 333-335.
83. Sivananthan, K.S., K. Raveendran, T. Kumar, and S. Sivananthan, *A simple method for removal of a broken intramedullary nail*. Injury, 2000. **31**(6): p. 433-434.
84. Giannoudis, P.V., S.J. Matthews, and R.M. Smith, *Removal of the retained fragment of broken solid nails by the intra-medullary route*. Injury, 2001. **32**(5): p. 407-410.
85. Sancineto, C.F., I.F. Rubel, D. Seligson, and G.V. Ferro, *Technique for removal of broken interlocking screws*. J Orthop Trauma, 2001. **15**(2): p. 132-134.
86. Sohlberg, R. and E. Abraham, *Tibia fracture caused by a broken screw during intramedullary nail extraction*. Orthopaedics, 1995. **18**: p. 575-576.

87. Ohtsuka, H., K. Yokoyama, M. Tonegawa, K. Higashi, et al., *Technique for removing a bent intramedullary femoral nail: case report*. J Orthop Trauma, 2001. **15**(4): p. 299-301.
88. Apivatthakakul, T. and S. Chiewchantanakit, *Percutaneous removal of a bent intramedullary nail*. Injury, 2001. **32**(9): p. 725-726.
89. Nicholson, P., J. Rice, and J. Curtin, *Management of a refracture of the femoral shaft with a bent intramedullary nail in situ*. Injury, 1998. **29**(5): p. 393-394.
90. Campanacci, M., S. Boriani, E. Moscato, and D. Tigani, *Enclouage centro-médullaire avec verrouillage et chirurgie tumorale in "Enclouage centro-médullaire"*. Monographie des cahiers d'enseignement de la SOFCOT, 1990. **39**: p. 105-109.
91. Korkala, O.L. and E.O. Karaharju, *Metastatic fractures of long bones*. Int Orthop, 1991. **15**(2): p. 105-109.
92. Piatek, S., T. Westphal, J. Bischoff, S. Schubert, et al., *Intramedullary stabilisation of metastatic fractures of long bones*. Zentralbl Chir, 2003. **128**(2): p. 131-138.
93. Ramakrishnan, M., S.S. Prasad, R.W. Parkinson, and J.C. Kaye, *Management of subtrochanteric femoral fractures and metastases using long proximal femoral nail*. Injury, 2004. **35**(2): p. 184-190.
94. Gibbons, C.E., S.J. Pope, J.P. Murphy, and A.J. Hall, *Femoral metastatic fractures treated with intramedullary nailing*. Int Orthop, 2000. **24**(2): p. 101-103.
95. De Geeter, K., P. Reynders, I. Samson, and P.L. Broos, *Metastatic fractures of the tibia*. Acta Orthopaedica Belgica, 2001. **67**(1): p. 54-59.
96. Van der Linden, Y.M., P.D. Dijkstra, H.M. Kroon, J.J. Lok, et al., *Comparative analysis of risk factors for pathological fracture with femoral metastases*. J Bone and Joint Surg., 2004. **86-A**(4): p. 566-573.
97. Kempf, I., A. Grosse, and P. Rigaut, *The treatment of noninfected pseudarthrosis of the femur and tibia with locked intramedullary nailing*. clinical orthopaedics and related research, 1986. **212**: p. 142-154.
98. Webb, L.X., R.A. Winkquist, and S.T. Hansen, *Intramedullary nailing and reaming for delayed union or nonunion of the femoral shaft*. clinical orthopaedics and related research, 1986. **212**: p. 133-141.
99. Mayo, K.A. and S.K. Benirschke, *Treatment of tibial malunions and nonunions with reamed intramedullary nails*. Orthop Clin North Am, 1990. **21**(4): p. 715-724.
100. Klemm, K.W., *Treatment of infected pseudarthrosis of the femur and tibia with an interlocking nail*. clinical orthopaedics and related research, 1986. **212**: p. 174-181.
101. Templeman, D., M. Thomas, T. Varecka, and R. Kyle, *Exchange reamed intramedullary nailing for delayed union and nonunion of the tibia*. clinical orthopaedics and related research, 1995. **315**: p. 169-175.

102. Weresh, M.J., R. Hakanson, M.D. Stover, S.H. Sims, et al., *Failure of exchange reamed intramedullary nails for ununited femoral shaft fractures*. J Orthop Trauma, 2000. **14**(5): p. 335-338.
103. Banaszkiewicz, P.A., A. Sabboubah, I. McLeod, and N. Maffulli, *Femoral exchange nailing for aseptic non-union: not the end to all problems*. Injury, 2003. **34**(5): p. 349-356.

ANNEXE 1. FICHE DE REVISION

Etude Prospective sur les Complications après Enclouage Centro-médullaire des Os longs Porteurs (Etude CECOP)

Centre d'Inclusion : /_____/

NOM : /__//__//__//

Prénom : /__//__//__//

N° d'inclusion :

Age : /____/

Sexe : F M

Poids :

Taille :

BMI :

ASA: /____/

FICHE D'INCLUSION

Date du traumatisme : __/__/__

Date intervention : __/__/__

Côté droit

Côté gauche :

Fémur

Tibia seul

Tibia + péroné

Fermée

Ouverte I II III a III b III c

1/3 proximal

1/3 moyen

1/3 distal

Métaphyse proximale

Métaphyse distale

Extension articulaire

Fracture articulaire

Autres fractures associées (tibia et/ou fémur) (en clair) :

Fémur droit Enclouage : oui non

Fémur gauche Enclouage : oui non

Tibia droit Enclouage : oui non

Tibia gauche Enclouage : oui non

Autres fractures (en clair) :

Lésion associée non osseuse (en clair) :

Polytraumatisme

Type fracture : Traumatique Pathologique

Transversale, oblique courte Oblique longue

3^{ème} fragment (si élément d'instabilité) Comminutive

Bifocale Trifocale

Spiroïde

Antécédents os encloué : oui non

(en clair) :

Particularité anatomique de l'os encloué :

(en clair)

Traitement ou pathologie influençant la qualité de l'os :

(en clair)

86

Intervention :

H < 6 h	<input type="checkbox"/>	6-12 h	<input type="checkbox"/>	13-24 h	<input type="checkbox"/>
48 h <	<input type="checkbox"/>	7 j <	<input type="checkbox"/>	> 7 j	<input type="checkbox"/>
> 3 mois	<input type="checkbox"/>				
Garrot : oui	<input type="checkbox"/>	non	<input type="checkbox"/>	temps de garrot (mn) :	/___/
Durée intervention (mn)					
Table orthopédique	/___/	Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
Traction - trans-tibiale		Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
- trans-condylienne		Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
- trans-calcaneenne		Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>

Type clou (marque précise) : /_____/

Biomatériaux Clou acier titane autre

Biomatériaux Vis acier titane autre

Alésage	<input type="checkbox"/>	Sans alésage	<input type="checkbox"/>
Montage statique	<input type="checkbox"/>	Montage dynamique	<input type="checkbox"/>
Vis proximale	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Vis distale	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>

Diamètre alésage : /_____/ mm Diamètre clou : /_____/ mm
Longueur du clou : /_____/ cm

Autre ostéosynthèse associée à l'enclouage (en clair) :

Gestes associés (si ouverture)

Pas de fermeture	<input type="checkbox"/>		
Fermeture simple	<input type="checkbox"/>		
Lambeau cutané / musculo-cutané / musculaire local	oui <input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
Lambeau micro-chirurgical	oui <input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
Grefe osseuse	oui <input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
Substitut osseux	oui <input type="checkbox"/>	non	<input type="checkbox"/>

Qualité de la réduction et de l'ostéosynthèse

▪ Subjective

Bonne Moyenne Mauvaise

▪ Objective

Varus d° /___/ Valgus d° /___/
 Recurvatum d° /___/ Antecurvatum d° /___/
 Rotation interne d° /___/ Rotation externe d° /___/
 Distraction /___/ mm

Clou excentré Face Profil
 Dépassement du clou (mm) /___/ Tibia Grand trochanter

Contact cortical : > 3/4 3/4 - 1/2 < 1/2

Complication per opératoire : Oui Non

- concernant le matériel d'ostéosynthèse (en clair) :
- concernant l'ancillaire (en clair) :
- concernant la fracture (en clair) :
- autre (en clair) :

Suites

▪ Locales

R.A.S.
 Infection superficielle Profonde
 Autres complications (en clair) :

▪ Générales Oui Non

Transfusion Oui Non Nombre de poches /___/
 Complications (en clair) :
 Immobilisation post opératoire Oui Non
 Type (en clair) : Durée en S /___/

Reprise d'appui effective : Aucune J+
 Partielle

totale

J +

Sortie : J+ / ____ /

Reprise (au cours de l'hospitalisation initiale) pour : Oui Non

Mauvaise réduction Geste effectué (en clair)

Complications locales Geste effectué (en clair)

Complications liées au matériel
(en clair) : Geste effectué (en clair)

Autre Geste effectué (en clair)

REMARQUES

**Etude Prospective sur les Complications après Enclouage Centro-médullaire des Os longs
Porteurs (Etude CECOP)**

Centre d'inclusion : / _____ /

NOM : / __/ __/ __/

Prénom : / __/ __/ __/

N° d'inclusion :

FICHE DE CONTROLE RADIO-CLINIQUE

6 semaines 12 semaines 26 semaines Perdu de vue
39 semaines 52 semaines Autre S +

Appui effectif : Aucun
 Partiel S +
 Complet S +

Complication clinique

En rapport avec le matériel Oui Non (en clair)
Autre (en clair) :

Contrôle radio :

Déplacement Oui Non
Consolidation absente partielle complète pseudarthrose (si > 6 mois)
Cal vicieux Oui Non
Varus d° Valgus d°
Recurvatum d° Antecurvatum d°
Rotation interne d° Rotation externe d°
Longueur moins / __/ mm 0 Plus / __/ mm

Dynamisation : Oui Non S + / ____/

Durée intervention (mm)		
Durée hospitalisation (J)		
Complication liée à la dynamisation	NON	
	OUI	Per opératoire (en clair)
		Post opératoire (en clair)

Complication matériel : Oui Non

Fracture vis

▪ Proximale 1 2 3
▪ Distale 1 2 3

Migration vis

- Proximale 1 2 3
- Distale 1 2 3

Fracture clou

- Orifices vis proximales 1 2 3
- Orifices vis distales 1 2 3
- Hors orifice 1/3 prox 1/3 moy 1/3 dist

Ablation de matériel		de principe : S+ / /	de nécessité : S+ / /
Durée intervention (mm)			
Durée hospitalisation (J)			
Complication liée à l'ablation	NON		
	OUI	Per opératoire (en clair)	
		Post opératoire (en clair)	

Reprise

Oui Non

- Motif de la reprise (en clair) :
- Geste effectué (en clair) :
- Complication liée à la reprise (en clair) :

Reprise du travail : S+ /___/ Non actif : Actif :

Séquelles fonctionnelles Oui Non En clair :

Conséquence médico-légale : Oui Non

Le clou a-t-il rempli son rôle ? :

Non Oui : Partiellement
Complètement

Le clou a-t-il favorisé une complication ?

Non Oui : Partiellement
Complètement

A posteriori, discuterez-vous d'un autre traitement ?

Non Oui : Plaque
Vis

Broche	<input type="checkbox"/>
Fixation externe	<input type="checkbox"/>
Autre	<input type="checkbox"/>

Nom : **TESSON**

Prénom : **ANTOINE**

Titre de thèse : **Les complications des enclouages centro-médullaires des os longs porteurs. A propos de 397 cas.**

RESUME

L'enclouage centro-médullaire verrouillé est le traitement de référence des fractures diaphysaires de jambe et de fémur au CHU de Nantes.

Ce travail regroupe 2 séries, 1 rétrospective sur l'année 2000 et 1 prospective sur l'année 2003, concernant l'ensemble des enclouages de fémur et de tibia.

L'analyse de 397 clous, 228 clous de jambe et 169 clous de fémur, a permis d'évaluer toutes les complications de ces enclouages.

Ces complications ont ensuite été détaillées avec explication de leurs causes et conséquences.

Après comparaison aux données habituelles de la littérature, des attitudes pratiques préventives sont proposées pour éviter certaines complications.

MOTS-CLES

**ENCLOUAGE-CENTROMEDULLAIRE-COMPLICATIONS-
FRACTURES-JAMBE-FEMUR**