

Aperçu historique du traitement des fractures. Apport de la chirurgie belge dans la naissance et le développement de l'ostéosynthèse

Historical review of the treatment of fractures. Contribution of the Belgian surgery to the origin and development of osteosynthesis

Y. Andrienne et M. Hinsenkamp

Service d'Orthopédie-Traumatologie, Hôpital Erasme, Cliniques Universitaires de Bruxelles, 808
Route de Lennik, B-1070 Bruxelles, Belgique

RESUME

Le terme ostéosynthèse a été proposé par A. Lambotte en 1904. Sa définition de 1908 reste toujours d'actualité : « On entend par ostéo-synthèse la contention artificielle des fragments osseux des fractures, par des appareils spéciaux agissant directement sur les os, mis à nu ou non, et destinés à les fixer définitivement dans leur position quo ante ». Les auteurs reviennent les méthodes de contention avant l'invention de l'ostéosynthèse, puis les développements de la fixation chirurgicale des fractures en insistant sur les innovations durables de divers pionniers dont A. Lambotte, R. Danis, R. Hoffmann et G. Küntscher. L'Ecole de Bruxelles s'est impliquée dans la poursuite des développements et de la conceptualisation de l'ostéosynthèse.

Rev Med Brux 2011 ; 32 : S 30-7

ABSTRACT

The word osteosynthesis was proposed by A. Lambotte in 1904. His definition, given in 1908, is still valid today : « Osteo-synthesis is the artificial contention of the bone fragments of fractures, by special devices acting directly on bones, exposed or not, with the aim to strongly fix them in their original position ». The authors review the methods of contention before the invention of osteosynthesis and later the developments of bone fixation techniques. They insist in particular on the durable innovations of various pioneers including A. Lambotte, R. Danis, R. Hoffmann and G. Küntscher. The School of Brussels has been implicated in the developments and conceptualisation of osteo-synthesis.

Rev Med Brux 2011 ; 32 : S 30-7

Key words : *Osteosynthesis, history of medicine, A. Lambotte, R. Danis, R. Hoffmann, G. Küntscher, F. Burny*

INTRODUCTION ETYMOLOGIQUE

Envisager l'ostéosynthèse sans s'arrêter un instant sur ses origines, c'est, comme l'écrit Hamburger¹ à propos de la méconnaissance de l'étymologie, « user d'un outil sans savoir ni l'occasion de sa naissance, ni les avatars de son évolution, donc en user sans intelligence... »

A propos d'étymologie l'enquête commence mal, le mot étant absent du Littré, dictionnaire étymologique de la langue française, dans une version contemporaine de 1958². Il naît semble-t-il en Belgique sous la plume du chirurgien belge Albin Lambotte³ (1866-1956) en 1904. Il l'utilise en 1907⁴ pour qualifier autrement la « suture osseuse », technique antérieure au 20^{ème} siècle, qui désignait la réunion de fragments osseux par de véritables points de suture réalisés au fil métallique. La suture et la ligature (ce dernier terme désignant le cerclage) de l'os avaient été bien décrites en 1870 dans « *Traité de l'immobilisation directe des fragments osseux dans les fractures* » de Bérenger-Féraud⁵, bien que des exemples isolés sont relevés aux 17^{ème} et 18^{ème} siècles⁶.

Lambotte⁷ définit clairement le concept en 1908, utilisant l'orthographe originale : « *On entend par ostéo-synthèse la contention artificielle des fragments osseux des fractures, par des appareils spéciaux agissant directement sur les os, mis à nu ou non, et destinés à les fixer définitivement dans leur position quo ante* ». Les définitions ultérieures sont plus restrictives et moins précises. Le Petit Larousse 1997, par exemple, se limite à préciser : « *Intervention ayant pour but de réunir mécaniquement les fragments osseux d'une fracture par une pièce métallique* ». Dans le dictionnaire des termes techniques de médecine de Garnier et Delamare⁸, il s'agit de « *réunion, à ciel ouvert, de fragments d'un os fracturé...* ». Dans cet ouvrage, une deuxième acception lui est attribuée qui est actuellement celle de l'arthrodèse : « *opération destinée à provoquer l'ankylose d'une articulation* ». Ni « *métallique* », ni « *ciel ouvert* » ne s'avèrent nécessaires pour caractériser l'ostéosynthèse, définie à la fois plus largement et plus précisément par Lambotte à l'origine. La « *synthèse* » dans son sens grammatical, ou « *syllepse* », est une figure qui consiste à réunir en un tout deux mots primitivement séparés. Le mot « *ostéosynthèse* », orthographié sans tiret, est né de la

synthèse d'« ostéo-synthèse ». On voit ici se rencontrer intimement, comme un clin d'œil, le mécanisme linguistique de synthèse d'un mot et le mécanisme physique, synthèse de fragments osseux. Le vocable fut rapidement utilisé dans d'autres langues. En 1914, Putti⁹ parle de « *nuovo metodo di osteosintesi* ». En anglais, on verra les mots « *internal* », « *permanent* », « *bone* » et « *fracture* » associés à « *fixation* », remplacés çà et là par « *osteosynthesis* ».

LA CONTENTION DES FRACTURES AVANT L'OSTEOSYNTHESE

L'intention technique de fixer les fragments d'une fracture, bien que présente dans quelques exemples anthropologiques n'a pas trouvé dans le milieu intérieur d'un groupe ethnique ou d'une civilisation les moyens de se réaliser de façon effective avant la deuxième moitié du 19^{ème} siècle en Europe¹⁰. Dans l'Antiquité, on trouve une trace d'ostéosynthèse telle que définie par Lambotte : il s'agit de la ligature des dents décrite par Hippocrate pour traiter les fractures de la mandibule¹¹. De l'Antiquité au Moyen-âge les méthodes de traitement des fractures ne semblent guère évoluer. Ce sont, semble-t-il, les apports de la médecine arabe qui vont permettre des progrès dans le traitement des fractures en Europe. Abulcasis (né à Zahra près de Cordoue en 936, mort vers 1013) est resté dans l'histoire de la médecine comme la plus haute expression de la chirurgie chez les Arabes¹². Il publie son œuvre en un ensemble de trente livres auxquels il donne le nom de « *Tesrif* » (ou « *Pratique* »). La partie chirurgicale est traduite en latin (Gérard de Crémone, Tolède, 12^{ème} siècle), en hébreu et en provençal (un exemplaire existe à la bibliothèque de Montpellier); elle est reprise dans le manuscrit turc de Charaf Ed-Din (1465)¹³ qui renferme des miniatures dont certaines représentent les méthodes de traitement des fractures et des luxations. Abulcasis pose la connaissance de l'anatomie comme la base de la chirurgie et signale les dangers des interventions. Son influence sur le développement de la chirurgie du Moyen-Age remonte au 13^{ème} siècle, à une époque où de nombreux docteurs italiens se réfugient en France et y introduisent ses doctrines et ses ouvrages. Ceux-ci prennent rang à côté de ceux d'Hippocrate et de Galien. Abulcasis a indiqué la ligature des artères avant Ambroise Paré et, dit Malgaigne, a appliqué des bandages fenêtrés aux ciseaux dans le traitement des fractures¹². Il décrit l'ablation de cal hypertrophique, les amputations sous le coude et le genou et l'ablation de fragments de côtes fracturées. Les attelles de contention des fractures et les méthodes de réduction des luxations sont inspirées des descriptions d'Hippocrate auxquelles il ajoute son expérience et son sens critique. Ainsi, il réserve le banc d'Hippocrate à la seule réduction des gibbosités dorsales récentes d'origine traumatique. Comme l'illustre une miniature du Charaf Ed-Din, dans la fracture du fémur, la jambe, repliée et fixée sous la cuisse, est utilisée comme une attelle. Abulcasis ne paraît pas utiliser la chaux, ni le plâtre, indiqué par Abu Mansour Muwafaq (975), mais se contente d'utiliser le blanc d'œuf pour durcir des linges entrant dans la composition d'appareils¹³. Guy de Chauliac, dans son traité « *La Grande Chirurgie* » (1363), reprend des méthodes de contention par bandages fréquemment renouvelés et par bandages rigidifiés, inspirées par la chirurgie arabe. Il y ajoute l'usage de différentes attelles de bois, associé à d'autres matériaux, tels le plomb, la corne et le fer et décrit le premier la traction exercée sur le membre par un poids relié à un fil coulissant dans une poulie. Pendant la Renaissance, les méthodes d'Hippocrate et celles de Galien sont traduites en latin et diffusées par l'imprimerie. Réduction et contention sont réalisées au moyen d'appareillages externes variés. Ambroise Paré (1509-1590) publie en langue vulgaire et

émancipe la chirurgie des dogmes dans lesquels elle restait enfermée. On lui doit la première description d'une fracture intra-capsulaire du col du fémur traitée par traction au lit, permettant d'éviter l'escarre de décubitus¹⁴. Un système de « fixation externe » est utilisé par Guilhelmus Fabricius Hildanus vers 1655, mais il s'agit de cadres de stabilisation fixés à des attelles appliquées en surface sur des segments de membres et non d'un ancrage osseux. Jean-Louis Petit (1674-1750) invente le garrot par torsion et l'attelle surélevée pour traitement au lit de la fracture du tibia. Dominique Larrey (1786-1842), chirurgien des armées de Napoléon, utilise des bandages rigidifiés par un mélange aqueux d'alcool camphré, d'acétate de plomb et de blanc d'œuf. Louis Seutin (1793-1865), chirurgien chef de l'Armée Belge, introduit en 1835 l'usage du « bandage amidonné »¹⁴. C'est par une modification de la technique du plâtrage des fractures, le bandage plâtré, dû à Pirogov (1810-1881) et à Mathijsen (1805-1878), que l'ancienne méthode arabe entre dans la pratique chirurgicale contemporaine¹³. Il est impossible de décrire ici toutes les attelles, appareils et tractions, qui, d'Hippocrate (vers 460 av. JC) à Hugh Owen Thomas (1834-1891) en passant par Ambroise Paré, Pierre-Joseph Desault (1738-1795) et bien d'autres, ont, pendant les siècles d'empirisme, d'où la radiographie était bien évidemment absente, constitué l'arsenal de la contention des fractures. Quant à la contention plâtrée, si elle reste un moyen thérapeutique relativement efficace et peu agressif par rapport au traitement chirurgical, elle contraint à des résultats fréquemment approximatifs, reste peu fiable pour maintenir dans le temps la réduction obtenue et s'avère peu physiologique dans son principe d'immobilisation des articulations voisines.

Devant l'incapacité de fixer efficacement les fractures, en particulier les fractures ouvertes, et de juguler l'infection, l'amputation apparaissait fréquemment comme le seul geste efficace susceptible de sauver la vie du blessé. Ambroise Paré utilise la « *ligature extreme* » (en réalité un garrotage par un lien plat fort serré) lors des amputations décrites dans son ouvrage « *La maniere de traicter les playes...* » (1551)¹⁵. Quelques faits anecdotiques et quelques statistiques font comprendre quel drame pouvait représenter jadis une fracture. La première relation d'un traumatisme de l'astragale est faite par Hildanus: en 1609, le Révérend belge, Dominus Wolfferandus tombe sur un terrain verglacé et présente une énucléation ouverte de l'astragale. Plutôt que d'amputer le membre, comme il était d'usage, le chirurgien pratique une astragalectomie dont les suites sont septiques et douloureuses. Contre toute attente, le patient guérit et retrouve l'usage du pied. Il faut attendre Sir Astley Cooper (1820) pour relater un autre succès de l'astragalectomie après énucléation ouverte, tandis que Sir James Syme (1848) ne note que 2 survivants sur 13 patients admis à la Royal Infirmary pour fracture comminutive de l'astragale. Syme préfère dès lors l'amputation qui parvient à abaisser la mortalité à 25 %¹⁶. En 1756, Percivall Pott « *était désarçonné dans Old Kent road et présentait une fracture ouverte de la jambe. A cette époque, la sanction des plaies infectées était l'amputation du membre ou la mort du patient. Pott le savait...* »^{17,18}. Il survit sans amputation grâce au transport sans traumatisme qu'il organise lui-même (il se fait transporter sur une porte par des hommes, plutôt qu'en calèche) et à l'immobilisation dans une sorte de valve mettant la plaie, probablement située à distance du foyer, à l'abri de l'air¹⁸.

En 1815, après la bataille de Waterloo, les sources anglaises indiquent 30% de mortalité après amputation immédiate, 45% après amputation différée. Selon d'autres sources, les fractures multiples du fémur ont une évolution

fatale deux fois sur trois. Une victime sur six survit avec un membre utilisable. La mortalité atteint 100%, par choc ou par septicémie, dans les fractures de la moitié supérieure du fémur. Larrey recommande l'amputation précoce, rapidement exécutée. L'anesthésie n'existe pas et le laudanum, la teinture d'opium et l'alcool n'y suppléent pas¹⁹. Malgaigne, après une mission en Pologne en 1830, dans laquelle l'ambulance qu'il organise voit mourir tous ses amputés, compulse les registres de tous les hôpitaux de Paris pour la période 1836-1841, inaugurant en France la statistique en clinique chirurgicale. Il relève que l'on perd 6 amputés de cuisse sur 10, plus de la moitié des amputés de jambe, presque la moitié des amputés de bras et près de 10% des amputés de doigts ou d'orteils²⁰. Plus de 41.000 amputations sont pratiquées en Grande-Bretagne au cours de la première guerre mondiale. Dans les hôpitaux de la R.A.F., pendant la seconde guerre mondiale, le pourcentage d'amputation pour infection, gangrène gazeuse, hémorragie et autres complications n'atteint que 0,1 % malgré une grande proportion de fractures ouvertes¹⁷.

L'AVENEMENT DU TRAITEMENT OPERATOIRE DES FRACTURES

La deuxième moitié du 19^{ème} siècle verra s'effondrer les grands obstacles qui s'opposaient à la chirurgie ouverte des fractures combinée à la pose de matériels de contention au contact de l'os. C'est dans cette période que se situe, nous semble-t-il, la véritable rupture épistémologique¹⁰, c'est-à-dire la possibilité de l'ostéosynthèse effective, annoncée par une série de découvertes permettant de vaincre la douleur liée à l'intervention (*Morton, 1846 ; Simpson, 1853*), de limiter l'infection (*Lister, 1865*), de préciser le diagnostic de fracture (*Röntgen, 1895*).

Alors qu'en 1870 Bérenger-Féraud⁵ décrit la suture osseuse et le cerclage au fil métallique dans ce qui est probablement le premier traité d'ostéosynthèse¹¹, sont apparues diverses tentatives de fixation externe (pointes et griffes de Malgaigne, 1840, 1847 ; Parkhill, 1897) et de fixation interne (chevilles de Diffenbach, 1848 ; vis utilisée par Rigaud, 1850, par Von Langenbeck 1858 et par Lane 1894 ; enchevillement central, Gluck, 1890, Bircher, 1893, Senn 1893 ; plaques de Hansmann, 1886, de Thiriard, 1890 et de Lambotte, 1893)^{6,10,14,21,22}. Il faudra cependant attendre le 20^{ème} siècle pour disposer de sang conservé (Hustin, 1914) pour faire face aux hémorragies importantes²³.

Il existe alors deux conceptions opposées du traitement des fractures. Just Lucas Championnière (1843-1913) défend le massage et la mobilisation précoce des membres fracturés tandis que Hugh Owen Thomas (1834-1891) en Angleterre, ne disposant pas de contrôle radiographique, avait insisté sur le repos ininterrompu et prolongé. C'est dans cette dualité que l'ostéosynthèse peut apparaître *a posteriori* comme élément de synthèse, à la fois conceptuel et matériel¹⁰.

LE 20^{ème} SIECLE

Le début du 20^{ème} siècle est marqué, en Angleterre, par William Arbuthnot Lane (1856-1943) avec son traité « *The operative treatment of fractures* » (1905) et, en Belgique, par Albin Lambotte (1866-1956) qui publie « *L'intervention opératoire dans les fractures récentes et anciennes* » (1907). Lane défend plus la réduction sanglante avec suture osseuse que l'ostéosynthèse, mieux développée par Lambotte qui peut être considéré comme le « pionnier de l'ostéosynthèse moderne »²⁴. Alors que les plaques de Lane, mentionnées dès 1907, rencontrèrent beaucoup d'opposition en raison des défaillances, Lambotte ne se contente pas de

lancer le vocable « ostéo-synthèse » mais développe avec succès les techniques opératoires (incision, réductions, etc), l'instrumentation ancillaire (crochets, rugines, davières, pinces gouges, etc) et les grands types d'implants que nous connaissons actuellement : vis adaptées à l'os cortical, auto-perçantes ou non (insertion en trois temps : perçage, taraudage, vissage), plaques (essais d'alliages divers), cerclages et boulonnages. En 1902, huit ans après Clayton Parkhill aux USA²⁵, Lambotte publie neuf cas de fractures traitées au moyen de ses premiers modèles de fixateurs. Par rapport aux fils et plaques métalliques internes qu'il utilise depuis 1893 et qui « déterminent parfois des fistulisations et des hyperostoses auxquelles il faut remédier par une intervention », il énonce l'origine et le principe de la fixation externe: « *cet inconvénient de la prothèse perdue m'a suggéré l'idée d'une nouvelle méthode de fixation des os... le principe de cette suture consiste à visser dans les fragments de fortes tiges d'acier, assez longues pour dépasser largement des parties molles et rendues solidaires au moyen d'un fixateur placé en dehors du membre* »²⁶. Dès ses débuts, la fixation externe n'apparaît pas comme une technique réservée à certaines fractures ouvertes mais bien comme une ostéosynthèse à part entière visant à remédier aux complications des « prothèses perdues ».

Aux USA, dès 1900, le principe du traitement opératoire et de la fixation interne des fractures fermées est connu (plaque d'argent et vis en acier galvanisé). En France en 1901, Jacoel introduit l'agrafe. En Belgique en 1906, Antoine Depage (1862-1925) présente la technique de boulonnage au Congrès français de Chirurgie. Codivilla en 1905 et Steinmann en 1907 décrivent et utilisent un clou pour réaliser des tractions osseuses. Le « cerclage » par lames métalliques larges est utilisé par Putti (1914) et Parham (1916). En 1912, William O'Neill Sherman aux USA popularise l'usage des plaques vissées avec une géométrie modifiée par rapport aux plaques de Lane, un alliage au Vanadium et une qualité mécanique accrue du vissage. En Angleterre, HeyGroves, écrit en 1916: « *Normal sound rapid repair is perfectly consistent with absolute rigidity* »^{6,10,14,22}.

Lambotte, dans le dessin de ses premières plaques, plus large au centre qu'aux extrémités, Sherman dans l'amélioration précoce de la mécanique des plaques et Hey-Groves dans son écrit trouveront un écho dans les hypothèses et controverses de la seconde moitié du 20^{ème} siècle qui verra naître la biomécanique des implants en relation avec les modes de consolidation des fractures. Mais avant cette naissance, l'ostéosynthèse progresse de manière empirique après un recul passager lié à la première guerre mondiale mais aussi au scepticisme lié aux défaillances des nouvelles techniques. Dans l'hebdomadaire belge « *Pourquoi-pas ?* » du 7 décembre 1928 (figure 1), on peut lire à propos de Lambotte : « *Quand, peu après 1900, il publia ses premiers travaux et montra ses premiers malades, il suscita dans le monde entier les plus ardentes polémiques et les critiques les plus acerbes. On le traita de charlatan, de bourreau. Cela seul suffit à montrer combien son nouveau procédé était important. En fait, il révolutionnait la chirurgie osseuse ; les critiques, d'ailleurs, étaient dues au fait que de nombreux chirurgiens, non rompus à ce genre de chirurgie, qui nécessite, plus que toute autre, une habileté et des qualités techniques spéciales, n'obtenaient pas les résultats qu'avaient obtenus l'inventeur. Il fallait que Lambotte opérât lui-même. Depuis il a fait des élèves et des émules. Aussi, après bien des essais tentés de toutes parts, au Congrès français de chirurgie (Paris, 1911), justice lui fut-elle rendue* ». Le rapport britannique du « *Committee on Treatment of Simple Fracture* » (1912) et le rapport de l'*American Surgical Association* (1921) appellent à la

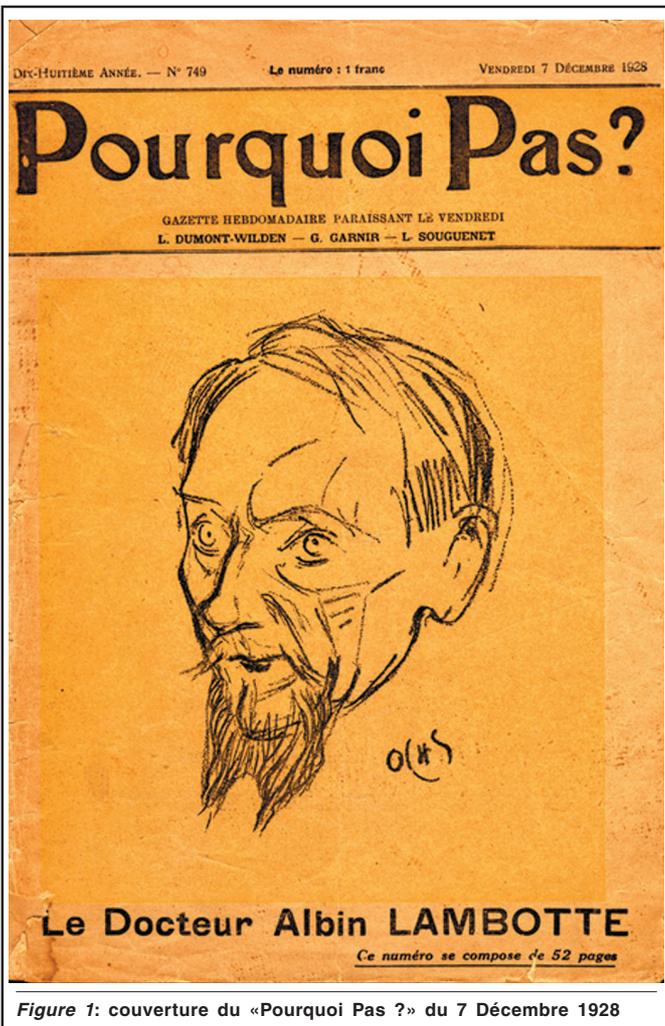


Figure 1: couverture du «Pourquoi Pas ?» du 7 Décembre 1928

prudence et insistent sur l'expérience de l'opérateur et sur les conditions optimales d'intervention. Robert Jones (1912) fera au rapport de 1912 le reproche de recommander une technique balbutiante alors que les principes des traitements conservateurs sont bien établis et devraient toujours être tentés. Plus tard, Gray (1928) revoit 34.753 dossiers d'indemnisation de fractures survenues au cours du travail industriel. Il conclut que la chirurgie opératoire des fractures doit être réalisée par des spécialistes entraînés dans des centres équipés sous peine de désastres^{10,14}.

Après la première guerre mondiale, de nouveaux développements abondent dans le domaine des ostéosynthèses qui désormais vont s'appliquer aussi bien aux corrections orthopédiques qu'au traitement des fractures. Les problèmes de corrosion des alliages métalliques et de défaillance mécaniques des implants devront être résolus. Le foisonnement des implants est bien illustré par la diversité des ostéosynthèses (clous, clous-plaques, vis-plaques, clous centromédullaires) élaborées entre 1931 et 1971 (figure 2) pour traiter les fractures trochantériennes (49 répertoriées par Panda et Burny²⁷) qui sont à l'origine des implants actuels. L'apport belge dans l'instrumentation ancillaire de la chirurgie des fractures est considérable. Dans ce domaine, Jean Verbrugge (1896-1964), disciple de Lambotte, perfectionne et diversifie l'instrumentation, maîtrise la voie d'abord anatomique et l'efficacité des gestes, adapte parfaitement le matériel à l'os par forage et taraudage « mathématique » des vis^{28,29}.

Quant aux grands types d'ostéosynthèses, à savoir plaque, fixateur externe et clou centromédullaire, trois personnalités incarnent la période de l'entre-deux guerres mondiales par les innovations durables qu'elles ont apporté au traitement des fractures: le belge Robert Danis, le suisse Raoul Hoffmann et l'allemand Gerhard Küntscher

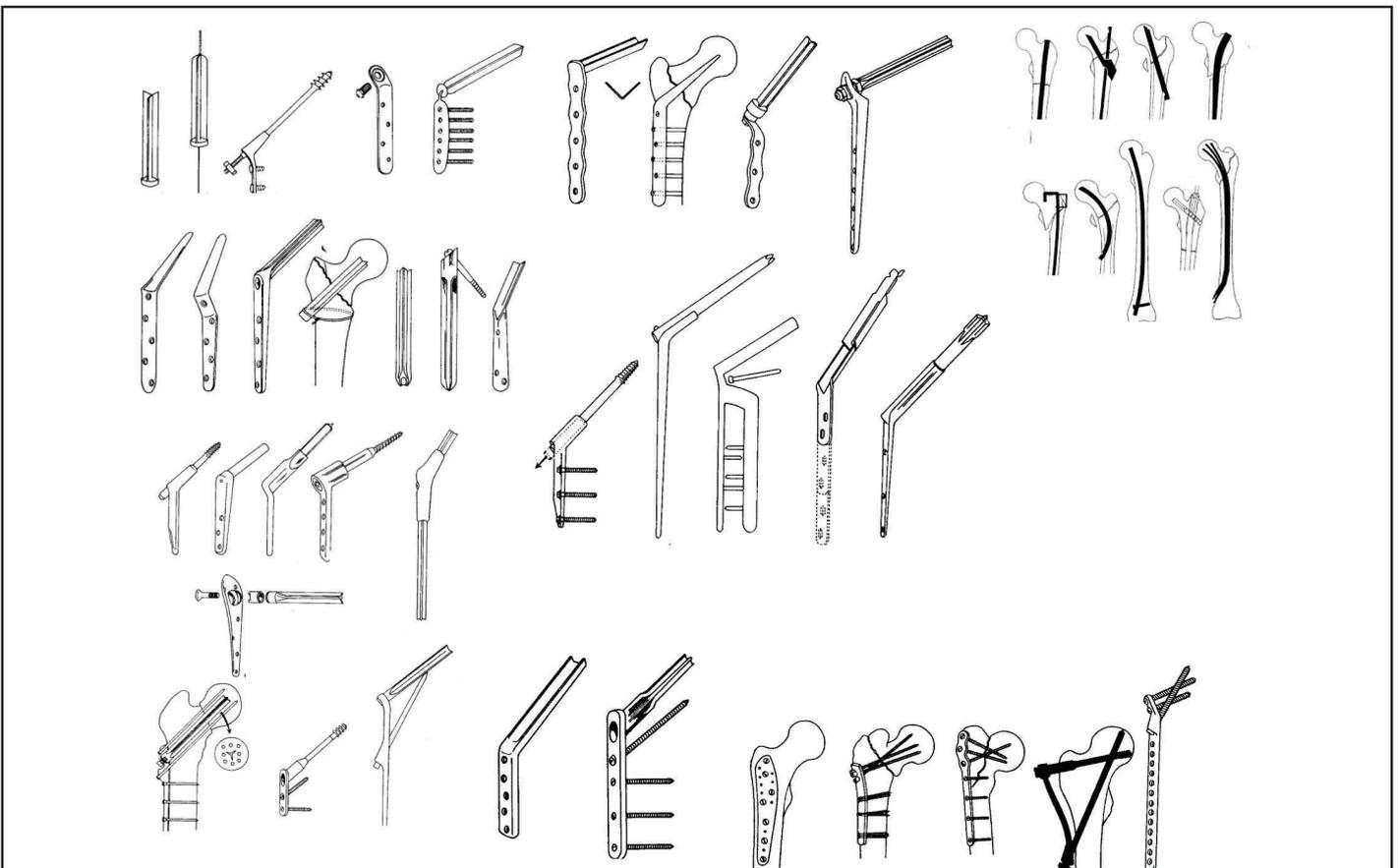


Figure 2 : implants pour ostéosynthèse des fractures trochantériennes (d'après Panda et Burny, 1976)

Robert Danis (1880-1962) a commencé sa carrière comme assistant chez Antoine Depage à l'Hôpital Brugmann. Après avoir travaillé avec talent dans divers domaines de la chirurgie (thèse consacrées aux anastomoses vasculaires en 1921) et de la gynécologie (technique de Depage-Danis d'amputation du sein avec curage ganglionnaire)^{30,31}, il se consacre à la chirurgie osseuse dès 1929. Il publie son premier traité « Technique de l'Ostéosynthèse » en 1932. En 1938 il réalise et utilise son premier modèle de « coaptateur » qui évolue vers sa forme définitive, décrite dans son second traité « Théorie et Pratique de l'Ostéosynthèse » de 1949³². Les implants (plaques, vis, boulons) et l'instrumentation ancillaire y atteignent un degré de perfection telle qu'ils serviront de modèle à l'AO (*Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen*, initiée en Suisse en 1958 autour de Maurice Müller, Martin Allgöwer et Hans Willenegger). De la même façon que Leriche rappelait avoir été marqué par Lambotte (de Marneffe, 1982), Maurice Müller (1918-2009) reconnaissait avoir élaboré sa méthode de travail après une visite à Robert Danis dans les années 1950. L'AO reconnaissait, lors du 50^{ème} anniversaire de sa fondation, que l'ouvrage de Danis « *was to have a profound influence to the AO* »³³. Les objectifs proposés par Danis sont la restauration de l'anatomie, la mobilisation immédiate, et la soudure « autogène » (ou *cal per primam*). Danis fait l'observation clinique que la consolidation peut survenir sans le développement d'un cal périosté, dans des conditions d'immobilisation et de « pression axiale » réalisées grâce au coaptateur. L'observation s'est transformée en concept lorsqu'elle a servi de base au principe de fixation « rigide », prôné initialement par l'AO, dont les travaux ont, pendant plusieurs décennies, tenté d'éviter le processus de guérison naturelle des fractures, c'est-à-dire la formation d'un cal périosté. La compression interfragmentaire (figure 3) était réalisée sur le coaptateur de Danis au moyen d'une « ... coulisse de la même largeur que les trous (de vis), mais longue de 10 à 11 mm. Entre cette coulisse et le bout voisin de la plaque se trouve logée la vis de pression... »³². Bagby en 1956, dans sa thèse à la Mayo Clinic³⁴, utilise l'orifice ovale modifié des plaques de Collisson pour assurer la compression interfragmentaire au moyen des vis, mises en position excentrique par rapport aux orifices de la plaque. Bagby et Janes³⁵ montrent cependant que la compression en elle-même ne stimule pas l'ostéogenèse de la consolidation mais contribue à l'immobilisation interfragmentaire. Bagby²¹ reproche à la plaque de Müller (1961) son encombrant système de compression, indépendant de la plaque et retiré après compression. Les plaques à compression assurée par les vis agissant sur des trous ovales (dont celles de l'AO : « DPC – *Dynamic Compression Plate* ») seront par la suite commercialisées par plusieurs firmes. La plaque à compression ne doit pas être confondue avec le « vissage interfragmentaire en compression », initié également par Danis (1949), et repris par l'AO qui considère que, protégée par une plaque de neutralisation, « la vis de traction est l'élément le plus important pour obtenir une compression interfragmentaire statique »³⁶.

Raoul Hoffmann (1881-1972), chirurgien à Genève, développe un nouveau type de fixateur externe. Plusieurs revues historiques ont été consacrées à la fixation externe³⁷⁻⁴⁶. Elles ont montré que l'inconvénient majeur des modèles de fixateur disponibles à cette époque restait la nécessité d'une réduction préalable de la fracture, le plus souvent à foyer ouvert pour poser le fixateur. La contribution décisive de Hoffmann (1938)⁴⁷ fut la « *poignée à rotule* » permettant la réduction de la fracture après la pose du fixateur (figure 4). Les groupes de « *fiches* » (nom donné par Hoffmann à ses implants auto-perçants d'ancrage dans l'os) clampées dans les différentes poignées à rotule peuvent être

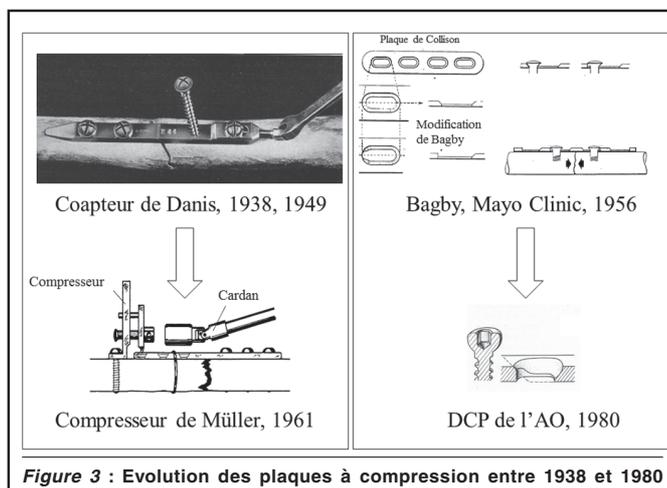


Figure 3 : Evolution des plaques à compression entre 1938 et 1980

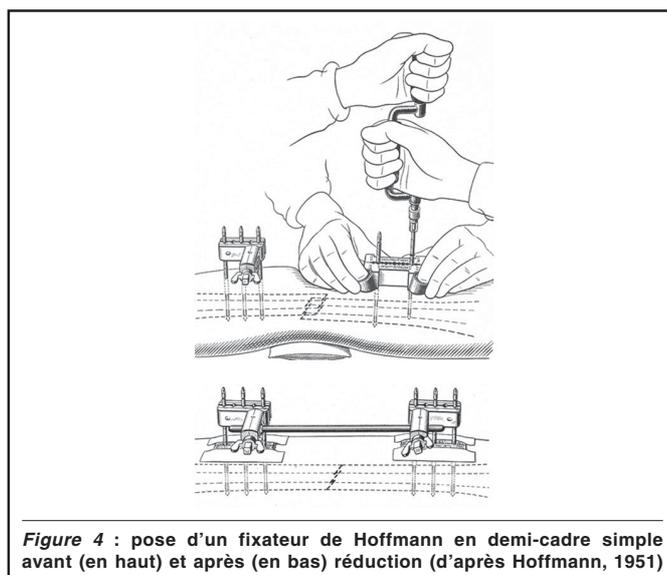


Figure 4 : pose d'un fixateur de Hoffmann en demi-cadre simple avant (en haut) et après (en bas) réduction (d'après Hoffmann, 1951)

placés indépendamment dans différents plans ou fragments d'os fracturé, permettant ainsi une versatilité capable de réaliser une multitude de montages⁴⁸. Dans son aphorisme « *L'Ostéotaxis (O.) par le Tuteur Transcutané (T.T.) nous rend, du dehors, Maîtres du Squelette* », Hoffmann utilise le néologisme « ostéotaxis » qu'il avait introduit en 1938, utilisé dans la littérature orthopédique mais qui reste absent des dictionnaires, contrairement au terme d'ostéosynthèse. En Belgique, le fixateur de Hoffmann semble avoir été utilisé dès 1956⁴⁹. Aux USA, l'usage de la fixation externe fut étendu lors de la seconde guerre mondiale par l'emploi de divers appareils (Anderson, 1934, 1943 ; Stader, 1937 ; Haynes, 1939)⁵⁰⁻⁵³. Les complications cliniques, liées à leurs insuffisances mécaniques et à leurs applications par des chirurgiens inexpérimentés, firent pratiquement abandonner en Amérique les techniques de fixation externe dans la période d'après guerre³⁹. En URSS, la fixation externe reste utilisée après la seconde guerre mondiale. Ilizarov et Volkov développent des fixateurs « circulaires » constitués d'anneaux entourant le segment de membre appareillé, qui servent à mettre sous tension de fines broches transfixiantes. Les anneaux sont solidarités ensuite par des barres d'union longitudinales⁵⁴⁻⁵⁶. A l'origine, ces appareils sont conçus pour des applications orthopédiques (allongement de membre, mobilisation articulaire sous fixation) et ne seront appliqués à la traumatologie qu'ultérieurement. En Europe, la fixation externe restait le traitement de choix des fractures ouvertes des membres inférieurs tandis que se développaient les principes de fixation interne « rigide » pour les fractures

fermées. Dès 1965 cependant, lors de ce qui est probablement le premier symposium consacré à « *La fixation externe en chirurgie* », l'accent est mis sur son utilisation dans une diversité d'indications dont les fractures fermées. Franz Burny^{37,57} s'y intéresse aux composantes mécaniques de la fixation externe en relation avec le « *déplacement relatif au niveau du foyer de fracture* ». Plus tard, il mesure la mobilité interfragmentaire chez des patients traités par fixateur externe de Hoffmann au moyen de jauges de contraintes fixées sur la barre de fixation⁵⁸⁻⁶⁰. L'ostéosynthèse sera associée à la notion mécanique d'« *élasticité* » par Burny et El Banna lors du 14^{ème} congrès de la SICOT en 1978 : « *Complete rigidity of fracture fixation will lead to healing without callus formation... Periosteal stimulation by some degree of motion at the fracture site... is obtained by elastic fixation* »^{61,62}. Dès lors, la stimulation mécanique de la formation du cal périosté via une « *ostéosynthèse élastique stable* » sera clairement défendue à l'échelle internationale contre les tenants de la « *fixation rigide* » pendant plus de 30 ans avant d'être reconnue et admise comme une avancée cliniquement avantageuse : « *Since then the dogma of rigid fixation and per primam healing has been called into question and his followers have moved towards a more biological osteosynthesis, even going so far as to imagine the insertion of plates and screws with a minimally invasive percutaneous approach* »⁶³.

Gerhard Küntscher (1900-1972) présente pour la première fois en 1939 son clou centromédullaire à la Société de Médecine de Kiel où il suscite appréhension, étonnement et rancune. Son article « *Technik der Marknagelung* », prêt pour publication en 1942 mais détruit pendant la guerre, ne paraît qu'en 1945²². Ses travaux vont démontrer qu'il est possible qu'une fracture consolide bien que la vascularisation médullaire soit interrompue par la présence du clou massif. Dans son livre « *L'ostéosynthèse au clou* » (figure 5), publié en 1946, Robert Sœur, Chirurgien – Adjoint des Hôpitaux de Bruxelles, écrit : « *C'est incontestablement Küntscher qui a montré tout le parti que l'ostéosynthèse pouvait tirer de la présence d'une cavité dans les os longs ... En Belgique, nous croyons avoir été le premier à pratiquer un enclouage médullaire, notre opération datant du 1^{er} juin 1943* »⁶⁴. Küntscher et Sœur ne sont pas les premiers à utiliser la voie intra-médullaire, mais avant eux, les implants utilisés ne présentaient pas de résistance mécanique suffisante pour stabiliser les fractures diaphysaires du fémur. Comme Küntscher, Sœur élabore son matériel propre, mais c'est Küntscher qui propose le premier, en 1947, l'alésage de la cavité médullaire pour assurer l'ancrage maximum du clou dont la section assurerait, par son élasticité, un ancrage du clou sur la longueur⁶⁵. Par la suite, la stabilité en rotation fut considérée comme l'élément critique de l'enclouage, ce qui a donné lieu à quelques travaux expérimentaux et à une évolution vers l'enclouage verrouillé dans les années 70^{63,66}.

L'ostéosynthèse a évolué du concept de « *réunion* » à celui de « *substitution* », dans lequel le matériel, solide et puissamment ancré, se substitue fonctionnellement à l'os fracturé, provisoirement défaillant²⁹. Historiquement, le chirurgien, ignorant des sollicitations subies par l'os et des propriétés mécaniques du matériel qu'il utilise, conçoit empiriquement les implants sur base des technologies de son époque, avec comme seuls guides l'expérience des anciens, son savoir faire propre et les souvenirs de ses échecs cliniques. F. Pauwels (1885-1980) applique aux structures osseuses les concepts utilisés en résistance des matériaux⁶⁷. Il utilise l'analyse vectorielle pour trouver l'orientation et la grandeur de la résultante des forces qui s'applique à l'articulation de la hanche; il tente de préciser les contraintes de compression et de traction à divers niveau

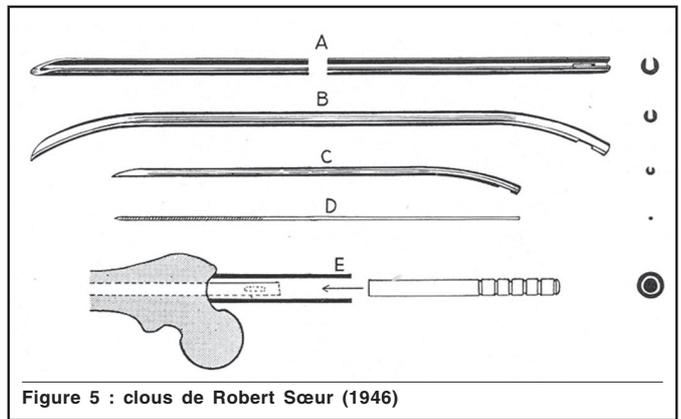


Figure 5 : clous de Robert Sœur (1946)

du squelette. Il en tirera, entre autres, le principe de l'ostéosynthèse en hauban. L'Ecole de Lacroix de l'Université de Louvain apporte une contribution considérable à l'étude morphologique du cal de fracture en étudiant très précisément, par la technique des marqueurs fluorescents, la chronologie des différentes ossifications qui aboutissent à la consolidation^{29,68}.

Les chirurgiens de l'Université Libre de Bruxelles continuent à faire honneur aux illustres prédécesseurs qui y avaient étudié et parfois professé, Elie Lambotte¹⁰, Albin Lambotte, Robert Danis, Jean Verbrugge, Robert Sœur, Robert de Marneffe et d'autres dont le nom est moins connu mais qui exercèrent dans leur sillage. Dès 1963, Pol Blaimont s'intéresse à la mécanique du coaptateur de Danis²⁹ et, en 1968, étudie les propriétés mécaniques et les déformations du fémur sollicité en compression axiale au moyen de jauges ohmiques. Il démontre une répartition des contraintes de compression et de traction quelque peu différente de celles prévues par Pauwels^{29,69,70}. Franz Burny applique des jauges ohmiques sur la barre d'union d'un fixateur externe de Hoffmann et identifie, par cette technique, différents types de consolidation (« normale », lente, retardée, fracture du cal)⁵⁹. Il étend cette technique de mesure aux clou-plaques⁷¹, ce qui permet de prévoir leurs défaillances, et préfigure ce qui sera appelé par la suite les implants intelligents. Wagner précise in vitro le rôle mécanique du cimentage des prothèses d'Austin Moore⁷² et étudie la biomécanique du cadre tibio-péronier⁷³. Les mesures combinées des déformations des os et des implants s'avèrent fructueuses pour déterminer les influences réciproques que les uns exercent sur les autres. Les types de défaillances du complexe os-implants seront précisés⁷⁴⁻⁷⁷. Ces notions aboutiront à une conceptualisation large des implants et prothèses en orthopédie sous le vocable de « *système implanté* »⁷⁸. En 1970, les différents chercheurs, ingénieurs et chirurgiens, impliqués dans ces travaux se regroupent au sein du C.I.B.O. (Centre Interdisciplinaire de Biomécanique Osseuse). En 25 ans, de 1968 à 1993, plusieurs thèses d'agrégation et des centaines de publications et communications sortiront de ce creuset.

Si l'on considère la chaîne ininterrompue de relations humaines et professionnelles qui va de Lambotte à nos jours, on peut réellement parler d'une tradition transmise qui fait une véritable « *Ecole de Bruxelles* », caractérisée par l'intérêt constant porté aux développements et à la conceptualisation de l'ostéosynthèse.

BIBLIOGRAPHIE

1. Hamburger J : Monsieur Littré. Ed. Flammarion, 1988
2. Littré E : Dictionnaire de la langue française. Abrégé par A. Beaujean, Editions Universitaires, Paris, 1958

3. Lambotte A : Note sur l'ostéo-synthèse dans les fractures du poignet. *Annales de la Société de Médecine d'Anvers*, 1904
4. Lambotte A : L'intervention opératoire dans les fractures. Bruxelles, Lamertin, 1907
5. Bérenger-Feraud L J B : Traité de l'immobilisation directe des fragments osseux dans les fractures. Paris, Adrien Delahaye, 1870
6. Burny F., Burny-Magerat M : Implants en chirurgie osseuse. Aperçu historique. *Acta Orthop. Belg.* 40 : 563-609, 1974
7. Lambotte A : Sur l'Ostéo-Synthèse. *La Belgique Médicale*, 1908 ; 20 : 231-3
8. Garnier M, Delamare V : Dictionnaire des termes techniques de médecine. Paris, 20^e édition, Maloine S.A. Ed., 1978
9. Putti V : Un nuovo metodo di osteosintesi. *Milano, Clinica. Chir.* 1914 ; 22 : 1021-4
10. Andrienne Y : Les débuts de l'ostéosynthèse. *Rev Méd Brux* 2002 ; 23 : 528-32
11. Lambotte A : Quelques mots sur l'Histoire de la Chirurgie des Fractures. *Nouvelles médicales illustrées*, Bruxelles, 2^{ème} année, numéros 22-23-24 : 1-6 (année probable : entre 1936 et 1940)
12. Leclerc L : Histoire de la Médecine Arabe. Ernest Leroux, Editeur, Paris, 1876 (Réédité par le Ministère des Habous et des Affaires Islamiques, Royaume du Maroc-Rabat, 1980)
13. Charaf Ed-Din : Le premier manuscrit chirurgical Turc, 1465. Présenté par P. Huard et M.D. Grmek. Paris, Editions Roger Dacosta, 1960
14. Peltier LF : Fractures. A history and iconography of their treatment. San Francisco, Norman Publishing, 1990
15. Paré A : La manière de traiter les plaies - Préface de Marie-Madeleine Fragonard Collection Sources, Presses Universitaires de France, Fondation Martin Bodmer, 2007
16. Schuind F, Andrienne Y, Burny F, Donkerwolcke M, Saric O : Fractures et luxations de l'astragale. *Revue de 359 cas. Acta Orthop Belg* 1983 ; 49 : 652-89
17. Watson-Jones R : Fractures et lésions articulaires traumatiques. Adaptation française de J. Roussel, Neuchatel, Paris, Delachaux & Niestlé S.A., 1957.
18. Rang M: Anthology of Orthopaedics. Edinburgh, London, New York, Churchill Livingstone, 1966
19. Evrard E : La traumatologie du champ de bataille en 1815. Les traitements chirurgicaux et médicaux dans les hôpitaux de Belgique. Collège des Médecins de l'Agglomération Bruxelloise, 1991 ; 927-1120
20. Gosset A : Chirurgie, chirurgiens. Paris, Gallimard, 1941
21. Bagby G W: Compression bone-plating : historical consideration. *J Bone Jt Surg* 1977 ; 59A : 625-631
22. Le Vay D: The History of Orthopaedics. Basel, Editiones <Roche>, 1990
23. Dor P : Les membres marquants de la Société Royale Belge de Chirurgie. 1. Les membres marquants à Bruxelles. Société Royale Belge de Chirurgie. *Acta Chir Belg*, Universa Press 1993 ; Chap. III : 57-89
24. de Marneffe R : Albin Lambotte, pionnier de l'ostéosynthèse moderne. *Rev Méd Brux* 1982 ; 3 : 493-5
25. Parkill C: A new apparatus for the fixation of bones after resection and in fractures with tendency to displacement. *Trans Am Surg Assoc* 1897 ; 15 : 251-6
26. Lambotte A : Note sur une nouvelle suture osseuse. Fixateur à vis pour les fractures des os longs. *Annales de la Société Belge de Chirurgie* 1902 ; 10 : 112-7
27. Panda M, Burny F: Ostéosynthèse des fractures trochantériennes. Aperçu historique. *Acta Orthop Belg* 1976 ; 42 : 401-16
28. Verbrugge J : Essai sur l'instrumentation en chirurgie des fractures. *Nouvelles médicales illustrées*, Bruxelles, 2^{ème} Année, numéros 22-23-24 : 28-57 (année probable : entre 1936 et 1940)
29. de Marneffe R : Thérapeutiques des Traumatismes - Traitement chirurgical des fractures par ostéosynthèse. *Bruxelles médical* 1970 ; 11 : 859-86
30. de Marneffe R. La vie et l'œuvre de Robert Danis. *Rev Méd Brux* 1987 ; 8 : 501-3
31. Kinnaert P : Robert Danis - A true general surgeon. *World J Surg* 2002 ; 26 : 1202-5
32. Danis R : Théorie et pratique de l'ostéosynthèse. Université de Bruxelles – Fondation E. Dugniolle, Liège, Editions Desoer, Paris, Masson et C^e, 1949
33. Bird R. : Transforming Surgery, Changing lives - The First 50 Years of the AO. Editors Kellam J, Jann U, de Boer P, Haas N, Matter P, Perren S, Rüedi T, 2008
34. Bagby G : The effect of compression on the rate of fracture healing using a special plate. *Mayo Clinic, Rochester, Minnesota, Master's Thesis* 1956
35. Bagby G, Janes J : The effect of compression on the rate of fracture healing using a special plate. *Am J Surg* 1958 ; 95 : 761-71
36. Müller M, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H : Manuel d'ostéosynthèse – Technique AO - Deuxième édition, Berlin Heidelberg New York Springer-Verlag, 1980
37. Burny F, De Blois G : La fixation externe des fractures. *Revue de la littérature*. In: «La fixation externe en chirurgie» - Publication des exposés du Symposium du 19 novembre 1965, sous les auspices de l'Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, Imprimerie Médicale et Scientifique, 1965 ; 31-56
38. El Banna S : Fractures diaphysaires du tibia: résultat du traitement par fixateur externe d'Hoffmann. Mémoire, Faculté de Médecine, Université Libre de Bruxelles, 1980
39. Green S A: Complications of external skeletal fixation. Springfield, Illinois, Charles C. Thomas Publisher, 1981
40. Khalil S A : Evaluation of the results of open leg fractures treated by the Hoffmann external fixator. *Faculty of Medecine, Benha University*, 1985 ; 1177
41. Seligson D., Dудey D : History and Scientific Basis. In: « Concepts in External Fixation », David Seligson and Malcolm Pope. New York, Grune & Stratton, Inc., 1982 ; chap. 5: 312
42. Vidal J : Historique et perspectives d'avenir de la fixation externe. *Compte rendu des 7èmes Journées Internationales du Fixateur Externe d'Hoffmann*, Montpellier, Diffinco SA Pub., Genève, 1980 ; 5-14
43. Taillard W, Deutsch G A, Burny F : Half a century of external fixation. 10th International conference on Hoffmann External Fixation. *Book of Abstract Brussels*, 1983 ; 108-10
44. Green S: History of external fixation. In : « External Fixation and Functional Bracing » Coombs R., Green S., Sarmiento A., Edts, London, Orthotext, 1989 ; 59-63
45. Y. Andrienne : Les implants filetés de fixation externe. Etude des caractéristiques d'insertion et d'ancrage. Etude de la biocompatibilité. Thèse d'Agrégation, Université Libre de Bruxelles, 1993
46. Panda Mbutu F : La fixation externe des fractures et des ostéotomies en République Démocratique du Congo. Thèse d'Agrégation de l'Université de Kinshasa, 2005.
47. Hoffmann R : Rotules à os pour la réduction dirigée, non sanglante, des fractures (ostéotaxis). *Helv Med Acta* 1938 ; 844-50
48. Hoffmann R : L'ostéotaxis. Ostéosynthèse transcutanée par fiches et rotules. Paris, Editions GEAD, 1951
49. Van Der Ghinst M., De Geeter L : Le fixateur externe d'Hoffmann (ostéotaxis). *Acta Chir Belg* 1957 ; 575-84
50. Anderson R: An automatic method of treatment for fractures of the tibia and the fibula. *Surg Gynec Obstet* 1934 ; 58: 639, 1934
51. Anderson R, Finlayson B L : Sequelae of transfixation of bone. *Surgery* 1943 ; 13 : 46-54
52. Shaar C M, Kreuz F P, Jones D T : End results of treatment of fresh fractures by the use of the Stader apparatus. *J. Bone Joint Surg.* 1944 ; 26 : 471-4
53. Haynes H H : Treating fractures by skeletal fixation of the individual bone. *South Med J* 1939 ; 32 : 720
54. Ilizarov GA, Deviatov A A : Operative elongation of the leg with the simultaneous correction of deformities. *American Digest of Foreign Orthopaedic Literature*. Penton Publishing Cy, 1970 ; 1517

55. Ilizarov GA : Principes de base de l'ostéosynthèse transosseuse en compression et en distraction. Orthop. Travmatol. Protez 1971 ; 11: 715
56. Volkov MV, Organesyan OV : Restoration of function in the knee and elbow with a hingedistractor apparatus. J Bone Jt Surg 1975 ; 57A : 591-600
57. Burny F, Bourgois R : Etude théorique de l'Ostéotaxis. In : « La fixation externe en chirurgie ». Publication des exposés du Symposium du 19 novembre 1965, sous les auspices de l'Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, Imprimerie Médicale et Scientifique, 1965 ; 109-19
58. Burny F : Etude par jauges de déformation de la consolidation des fractures en clinique. Acta Orthop Belg 1968 ; 34 : 917-27
59. Burny F : Biomécanique de la consolidation des fractures. Mesure de la rigidité du cal in vivo. Etude théorique, expérimentale et clinique. Application à la théorie de l'ostéosynthèse. Thèse d'agrégation, Université Libre de Bruxelles, 1976
60. Burny F : Strain gauges measurements of fracture healing. A study of 350 cases. In: «External Fixation. The Current State of the Art», Brooker A.F. Jr and Edwards C.C. Edts, Baltimore, Williams and Wilkins Co. Pub., 1979 ; 371-82
61. Burny F, El Banna : External Fixation of the fractures of the tibia. Proceeding of the 14th World Cong. SICOT, Kyoto, 1978 ; 33
62. Burny F : La fixation externe élastique. Rev Chir Orthop, 57^{ème} réunion de la SOFCOT, 1983 ; 69 : 376-8
63. Kempf I, Seidel H: Introduction in : « Practice of Intramedullary Locked Nails, Scientific Basis and Standard Techniques ». I. Kempf et K.S. Leung, Chief Editors. Berlin Heidelberg New York Springer-Verlag, 2002 ; 1-4
64. Sœur R : L'ostéosynthèse au clou. Paris Masson et C^o, Editeurs, Bruxelles Les Editions Acta Medica Belgica, 1946
65. Leung K S, Cheung E N M : Biology and physiology of intramedullary reaming in the fixation of fractures in: « Practice of Intramedullary Locked Nails - Scientific Basis and Standard Techniques », I. Kempf et K. S. Leung, Chief Editors. Berlin Heidelberg New York Springer-Verlag, 2002 ; 31-41
66. Burny F, Donckerwolcke M, Bourgois R, Saric O: Torque stability of medullary nailing of the femur. Acta Orthop Belg 1980 ; 46 : 797-805
67. Pauwels F : Biomécanique de l'appareil locomoteur. Contributions à l'étude de l'anatomie fonctionnelle. Berlin, Heidelberg SpringerVerlag, 1979 ; 386-419
68. Coutelier L : Recherche sur la guérison des fractures. Thèse d'agrégation, Université Catholique de Louvain, 1969
69. Blaimont P, Burny F : Résistance à la traction et dureté de la diaphyse fémorale. Acta Orthop Belg 1968 ; 34 : 883-92
70. Blaimont P : Contribution à l'étude biomécanique du fémur humain. Acta Orthop Belg 1968 ; 34 : 655-844
71. Burny F, Moulart F, Bourgois R : Mesure de la déformation des implants in vivo. Résultats d'une étude portant sur dix patients traités par clouplaque. Acta Orthop Belg 1976 ; 42 : Suppl. 1, 52-61
72. Wagner J, de Marneffe R: Etude mécanique de la fixation au méthacrylate de méthyle des prothèses d'Austin Moore. Acta Orthop Belg 1968 ; 2 : 280-95
73. Wagner J : Contribution à l'étude biomécanique du cadre tibiopéronier. Thèse, Faculté de Médecine, Université Libre de Bruxelles, 1983
74. Burny F, Bourgois R : Etudes théorique et clinique des causes de défaillance du matériel d'ostéosynthèse Acta Orthop Belg 1971 ; 37 : 602-14
75. Burny F, Bourgois R, Aubriot J H : Etude théorique et expérimentale des défaillances du matériel d'ostéosynthèse. Corrélation avec la réalité clinique et conclusions pratiques. Proceedings of the 12th Congress of the SICOT, Tel Aviv. International Congress Series n°291 (ISBN 90219 0213 3), 1972 ; 167-86
76. Burny F, Bourgois R, Aubriot J H : Causes des défaillances du matériel d'ostéosynthèse. Proceedings of the 12th congress of the SICOT, Tel Aviv. International Congress Series n° 291 (ISBN 90219 0213 3), 1972 ; 992-4
77. Burny F, Bourgois R, Lemaire R. Défaillances du matériel d'ostéosynthèse. Responsabilité de l'implant. Acta Orthop Belg 1974 ; 40 : 846-60
78. Andrienne Y, Burny F, Quintin J, Donkerwolcke M : Aspect of the failure of the implanted systems in Orthopaedics and Traumatology. In « Biocompatibility of Co-Cr-Ni alloys ». Hildebrand H.P., Champy M. Eds. NATO-ASI Series, New York, London Plenum Pub. 1988 ; vol. 158 : 249-65

Correspondance et tirés à part :

Y. ANDRIANNE
Service d'Orthopédie-Traumatologie,
Cliniques Universitaires de Bruxelles,
Hôpital Erasme,
Route de Lennik 808
1070 Bruxelles
E-mail : yves.andrienne@skynet.be

Travail reçu le 1^{er} août 2011 ; accepté dans sa version définitive le 1^{er} septembre 2011.