

# LE FIXATEUR EXTERNE DANS LES FRACTURES INSTABLES DE L'EXTRÉMITÉ DISTALE DU RADIUS REVUE DE LA LITTÉRATURE RÉCENTE

par O. DELAERE et Ph. HOANG

Une revue de la littérature récente a été réalisée concernant l'instabilité des fractures de Pouteau-Colles ainsi qu'une de ses méthodes de traitement : le fixateur externe. Le redéplacement des fractures de l'extrémité distale du radius est le plus souvent un phénomène chronique, dont l'ampleur est généralement fonction du déplacement initial, du raccourcissement axial et de la comminution dorsale du radius. L'intérêt d'une réduction anatomique de ces fractures est précisé par différentes études cliniques et biomécaniques. D'après plusieurs séries récentes, le fixateur externe semble assurer un résultat anatomique et fonctionnel bon à excellent dans plus de 75% des cas. Ses complications sont le plus souvent bénignes et n'affectent pas les résultats à long terme. Dans ce travail sont également précisées les différentes techniques d'utilisation et les meilleures indications de ce traitement.

**Mots-clés :** fractures ; radius ; instabilité ; fixateur externe.

**Keywords :** distal radius fractures ; instability ; external fixation.

## SUMMARY

*O. DELAERE and Ph. HOANG. External fixation in the treatment of unstable distal radius fractures : review of the recent literature.*

A recent review of the literature concerns instability of distal radius fractures and their treatment by external fixation. Redisplacement of distal radius fractures most often occurs chronically, and the severity can be predicted by initial deformity, axial shortening and dorsal comminution of the radius. The need for an anatomical reduction of these

fractures is emphasized by different clinical and biomechanical studies. For many authors, external fixation provides good to excellent results in more than 75% of cases, both clinically and anatomically. Most of the complications are benign and do not affect long-term results. This study also discusses the different techniques and the best indications for external fixation.

## SAMENVATTING

*O. DELAERE and Ph. HOANG. Externe fixatie bij onstabiele fracturen van het distale uiteinde van de radius. Literatuuroverzicht.*

De auteurs hebben de recente literatuur over onstabiele Pouteaufracturen en de behandeling met externe fixatie doorgenomen. De secundaire verplaatsing van deze fracturen komt vrij frekwent voor : de verplaatsing is meestal evenredig met de initiële dislocatie, de axiale verkorting en de dorsale comminutie van de radius.

Meerdere klinische en biomechanische studies onderstrepen de noodzaak van een anatomische repositie. Uit recente studies blijkt dat de externe fixatie als goed tot uitstekend wordt beschouwd in 75% der gevallen. Eventuele complicaties zijn mineur, zonder invloed op het resultaat op lange termijn. In deze studie worden de verschillende toepassingstechnieken en de beste indicaties toegelicht.

---

Service d'Orthopédie, Cliniques universitaires Saint Luc, 1200 Bruxelles (Belgique).

## INTRODUCTION

La fracture de l'extrémité distale du radius est une pathologie très fréquente en traumatologie. Une statistique nationale récente (22) fait état d'environ 24000 fractures du poignet par an, dont 45% nécessitent une réduction et 6% une intervention chirurgicale. Cependant, le traitement de ces fractures est, encore aujourd'hui, sujet à controverse (1, 2, 7, 29). L'immobilisation plâtrée après réduction fermée s'accompagne d'un taux de complications non négligeable (6), dont l'une des plus courantes est le redéplacement. Or, si un mauvais résultat anatomique peut encore être cliniquement bien toléré chez la personne âgée (28), il doit être évité chez le patient plus actif, ce qui nécessite une attitude thérapeutique plus invasive.

Ces dernières années ont vu la publication de nombreuses études, en majorité prospectives, concernant l'instabilité de la fracture de l'extrémité distale du radius ainsi qu'une de ses méthodes de traitement : le fixateur externe. Il nous a donc paru judicieux d'en faire la revue.

### L'INSTABILITÉ DES FRACTURES DE L'EXTRÉMITÉ DISTALE DU RADIUS

L'instabilité potentielle des fractures de l'extrémité distale du radius a fait récemment l'objet d'une étude prospective de Jenkins (13). Dans cette série, 121 fractures ont été réduites, immobilisées par une attelle dorsale circularisée après une semaine et suivies radiologiquement jusqu'à la consolidation. Sur ces 121 fractures, seulement 6 ont subi un redéplacement «aigu» lors du contrôle à une semaine, nécessitant une nouvelle manipulation. Cependant, pour les 115 autres, une «instabilité chronique» a pu être objectivée. Au moment de la consolidation, il existait une perte moyenne de 5,61° d'angulation radiale, une augmentation moyenne de 8,22° d'angulation dorsale ainsi que de 3,26 mm de raccourcissement axial. Jenkins précise que l'ampleur de l'angulation radiale et du raccourcissement au moment de la consolidation pouvait être prédite d'une manière significative par les valeurs des déplacements initiaux respectifs.

D'autre part, l'absence de comminution corticale dorsale du radius protégeait d'un cal vicieux en angulation dorsale.

Il semble donc que le redéplacement aigu des fractures de Pouteau-Colles soit un phénomène relativement rare (5% dans la série de Jenkins). Par contre, dans la plupart des cas, il existe une instabilité chronique, évoluant sur plusieurs semaines et dont le degré peut être évalué par le déplacement initial ainsi que la comminution corticale dorsale du radius.

L'importance du raccourcissement axial du radius comme facteur d'instabilité des fractures de Pouteau-Colles est corroborée par deux autres études importantes.

La première est celle d'Abbaszadegan *et al.* (1), dont la série comporte 267 fractures, également traitées par réduction orthopédique et immobilisation plâtrée. Ces auteurs indiquent que le raccourcissement radial initial est le meilleur facteur pronostique d'un déplacement secondaire, et que la probabilité d'un résultat anatomique acceptable lors de la consolidation est inférieure à 0,2% si le raccourcissement radial axial initial dépassait 5 mm.

La seconde est celle de Schmalholz (23), dans laquelle 146 fractures déplacées après une première réduction orthopédique (angulation dorsale de plus de 25° ou raccourcissement axial de plus de 3 mm), ont été traitées par une nouvelle réduction à foyer fermé avec immobilisation plâtrée. Dans cette série, sur les 105 fractures avec à la fois angulation dorsale et compression axiale, seulement 7 ont récupéré une position acceptable lors de la consolidation. La compression axiale était la plus difficile à corriger.

### LA NÉCESSITÉ D'UNE RÉDUCTION ANATOMIQUE

La nécessité d'une réduction anatomique des fractures de l'extrémité distale du radius n'est pas reconnue par tous. En effet, la corrélation entre les résultats radiologique et fonctionnel est toujours l'objet de discussions (12).

À ce sujet, une étude prospective récente de Jenkins *et al.* (12) a été menée sur 58 fractures

de Pouteau-Colles, traitées par immobilisation plâtrée et examinées après un délai moyen de 23 mois. Ces auteurs ont pu objectiver une relation significative entre la récupération finale de la force de préhension et l'inclinaison de la surface articulaire du radius après consolidation, à la fois dans les plans sagittal et coronal.

Une autre étude prospective de Villar *et al.* (30) a été effectuée sur 90 fractures, traitées orthopédiquement et revues à 3 ans. Dans cette étude, le facteur le plus significatif influençant la force de préhension à long terme était le raccourcissement radial mesuré une semaine après la fracture. D'autre part, il existait également une relation entre l'angulation dorsale de la fracture et le déficit de flexion et de supination du poignet.

Bickerstaff *et al.* (4) ont comparé les résultats anatomique et fonctionnel à un an, d'une série de 32 fractures de Pouteau-Colles traitées orthopédiquement. Dans leur série, le paramètre le plus significatif d'un mauvais résultat fonctionnel était le mauvais alignement des os du carpe sur les clichés de contrôle tardifs, alignement évalué par l'angulation dorsale du radius ainsi que les angles radio-lunaire, capitato (grand os)-lunaire et scapho-lunaire. Selon ces auteurs, en effet, lorsque l'angulation dorsale du radius croît, le carpe adopte progressivement une configuration en instabilité dorsale, dans le but de réaligner la main par rapport à l'avant-bras dans une position de fonction ; le semi-lunaire est dévié en extension alors que le grand os et le scaphoïde basculent en flexion. Cette position anormale des os du carpe expliquerait la diminution de mobilité et de force de préhension. Cette instabilité du carpe est dite «extrinsèque» car elle est secondaire à un traumatisme survenu en dehors du carpe. Elle se différencie de l'instabilité «intrinsèque» secondaire à des lésions ligamentaires.

Enfin, une étude biomécanique récente de Short *et al.* (26) a démontré que les fractures de l'extrémité distale du radius avec angulation dorsale s'accompagnaient d'une concentration des contraintes mécaniques au niveau des articulations cubito-carpienne et radio-scaphoïdienne, en particulier au niveau de leur versant dorsal, et que ces modifications de contraintes étaient de nature

à engendrer des douleurs et une arthrose précoce au niveau de l'articulation radio-cubito-carpienne. Ces auteurs suggèrent donc également l'intérêt biomécanique d'une réduction anatomique dans toutes les fractures de l'extrémité distale du radius.

### LE FIXATEUR EXTERNE DANS LES FRACTURES DE L'EXTRÉMITÉ DISTALE DU RADIUS

Le traitement des fractures instables, comminutives ou intra-articulaires de l'extrémité distale du radius par fixateur externe ou «ligamentotaxis» a acquis une popularité récente (16). En effet, pour plusieurs auteurs, cette méthode semble assurer à la fois un maintien excellent de la réduction et un résultat fonctionnel tout-à-fait satisfaisant.

Plusieurs études récentes permettent d'objectiver ces impressions et sont rapportées au tableau I. Le tableau II représente la classification de Frykman (8) des fractures de l'extrémité distale du radius, classification la plus souvent employée par ces auteurs. Quelles que soient les différences d'indication, de technique ou de méthode d'évaluation, toutes ces séries concluent à des résultats anatomiques et fonctionnels bons à excellents dans la majorité des cas.

Parmi celles-ci, quatre (10, 16, 27, 28) sont particulièrement intéressantes puisqu'elles comparent, d'une manière prospective et à partir d'indications identiques, les résultats de l'immobilisation par fixateur externe à ceux de l'immobilisation plâtrée. Avec un recul allant de 6 mois à trois ans, toutes concluent à un résultat anatomique significativement meilleur dans le premier groupe. Du point de vue fonctionnel, seule la série de Solgaard *et al.* (27) ne trouve pas de différence significative dans les deux groupes. Les auteurs notent cependant qu'un suivi plus long est nécessaire pour déterminer si les résultats supérieurs du point de vue radiologique se traduiront par de meilleurs résultats fonctionnels à long terme et par une incidence moindre d'arthrose.

Du point de vue technique, plusieurs différences sont à noter entre les séries rapportées et méritent d'être discutées.

Tableau I

Auteurs	Type de fixateur externe	cas	Indications
Clyburn (5)	Clyburn E.F.	16	Fractures instables (Fr. VII et VIII)
Horesh <i>et al.</i> (9)	AO/ASIF E.F.	40	Fractures comminutives et instables (82% Fr. VII et VIII)
Howard <i>et al.</i>	Medium-C-Hoffmann E.F.	25	Fractures comminutives ou sévèrement déplacées
Jenkins <i>et al.</i> (11)	AO/ASIF mini-fixator	32	Fractures nécessitant réduction
Kaukonen <i>et al.</i> (14)	Medium Hoffmann E.F.	32	Peu spécifié, 84% Fr. II, IV, VII et VIII
Kongsholm <i>et al.</i> (16)	Non spécifié	69	Fr. VIII
Leung <i>et al.</i> (17)	Hoffman external fixator	100	Fractures comminutives, intra-articulaires (60% Fr. VII et VIII)
Melendez E. M. <i>et al.</i> (19)	Orthofix Mini-fixator (modifié)	13	Fr. I et II, instables
Prince <i>et al.</i> (20)	Small AO E.F.	16	Fractures comminutives ou fort déplacées (Fr. VII et VIII)
Riis <i>et al.</i> (21)	Hoffmann E.F.	20	Fractures comminutives ou instables (80% Fr. VII et VIII)
Schuind <i>et al.</i> (24)	Hoffman E.F. (Model C)	225	Fr. I, II, III et IV, instables
Seitz <i>et al.</i> (25)	peu spécifié	66	Fractures instables, 85% Fr. VII et VIII
Solgaard <i>et al.</i> (27)	Mini-Hoffman E.F.	41	Fractures nécessitant réduction
Stein <i>et al.</i> (28)	Small AO E.F.	40	Fractures intra-articulaires
Vaughan <i>et al.</i> (29)	Roger Anderson E.F.	52	Fractures instables, 80% Fr. VII et VIII
Yen <i>et al.</i> (31)	Richards dynamic E.F.	90	Fractures articulaires, 82% Fr. VII et VIII

Tableau II. — Classification de Frykman

I	fracture extra-articulaire
II	type I + fracture de la styloïde ulnaire
III	fracture entreprenant l'articulation radio-carpienne
IV	type III + fracture de la styloïde ulnaire
V	fracture entreprenant l'articulation radio-ulnaire
VI	type V + fracture de la styloïde ulnaire
VII	fracture entreprenant les articulations radio-carpienne et radio-ulnaire
VIII	type VII + fracture de la styloïde ulnaire

La première concerne le mode de fixation des fiches au niveau du métacarpe. Si quelques auteurs pratiquent l'embrochage des deuxième et troisième

métacarpiens (5, 10, 21), la majorité préfère un embrochage du deuxième métacarpien seul. En effet (29), la transfixion des muscles intrinsèques du deuxième espace interosseux peut être une source non négligeable de déficit de mobilité de l'index et du médius. Pour les mêmes raisons, il est conseillé (20, 29), afin d'éviter la transfixion des muscles du premier espace, de n'insérer les broches au niveau du deuxième métacarpien qu'après avoir mis le pouce en abduction et fléchi de 90° la seconde articulation métacarpo-phalangienne. Enfin, afin de minimiser le risque d'embrochage tendineux ou de branches sensitives du nerf radial, Seitz *et al.* (25) préconisent un petit abord chirurgical avant la mise en place des fiches.

Tableau I

Mode de traitement	Recul	Résultat anatomique	Résultat fonctionnel
2 <sup>e</sup> intention	2 ans	100% bon ou excellent (Marsh and Teal 1972)	100% bon ou excellent (Marsh and Teal 1972)
1 <sup>re</sup> intention	moy. 36 mois	90% bon ou excellent (Sarmiento 1975)	82% bon ou excellent (Van Der Linden <i>et al.</i> , 1981)
1 <sup>re</sup> intention	6 mois	92% bon ou excellent (Stewart <i>et al.</i> 1984)	76% bon ou excellent (Stewart <i>et al.</i> , 1984)
1 <sup>re</sup> intention	16 semaines	93% bon ou excellent (Stewart <i>et al.</i> , 1985)	non précisé
1 <sup>re</sup> intention	6 mois	Signific. meilleur que plâtre	75% bon ou excellent (Gartland and Werley 1951)
1 <sup>re</sup> intention	env. 1 an	Signific. meilleur que plâtre	88% bon ou excellent (Lidström 1959)
1 <sup>re</sup> intention (F.E. 3 semaines puis bracing fonctionnel)	moy. 20 mois	excellent (échelle propre)	excellent (échelle propre)
1 <sup>re</sup> et 2 <sup>e</sup> intent. sans précision	7 à 10 sem.	excellent (échelle propre)	bon (échelle propre)
87% première intent.	moy. 2,2 ans	56% bon ou excellent (Sarmiento 1980)	62,5% bon ou excellent (Sarmiento 1975)
5% première intent.	moy. 29 mois	85% bon ou excellent (Lidström 1959)	60% bon ou excellent (Gartland <i>et al.</i> 1951 modifié)
40% première intent.	moy. 6 mois	87,1% bon ou excellent (Lindstrom-Frykman 1967)	Généralement bon (sans précision)
1 <sup>re</sup> intention	peu précisé	97% bon ou excellent (échelle propre)	97% bon ou excellent (échelle propre)
1 <sup>re</sup> intention	6 mois	Signific. meilleur que plâtre ou bracing fonctionnel (Gartland <i>et al.</i> 1951 modifié)	Pas signific. meilleur que plâtre ou bracing fonctionnel (Gartland <i>et al.</i> 1951 modifié)
1 <sup>re</sup> intention	moy. 3 ans	82,5% excellent (Sarmiento <i>et al.</i> 1975)	90% bon ou excellent (Gartland <i>et al.</i> 1951)
1 <sup>re</sup> et 2 <sup>e</sup> intent.	moy. 58 mois	89% bon ou excellent (Lucas and Sachtjen 1981)	89% bon ou excellent (Lucas and Sachtjen 1981)
1 <sup>re</sup> intention	de 6 à 24 mois	90% bon ou excellent (échelle propre)	90% bon ou excellent (échelle propre)

Le second point concerne la durée d'immobilisation par fixateur externe, qui peut varier de 4 (11) à 8 (20, 29) et même 10 (5) semaines. Une immobilisation de 4 à 5 semaines, prônée par Kongsholm *et al.* (16) ainsi que par Jenkins *et al.* (11) ne met pas à l'abri d'un déplacement secondaire (20). À l'inverse, une immobilisation de 8 semaines et plus expose à une limitation séquellaire de la mobilité du poignet (16). Il semblerait donc que six à sept semaines soit la durée optimale d'immobilisation.

Certains auteurs (11, 19, 23) prônent, lorsqu'il est possible, l'insertion des fiches distales au niveau du fragment distal de la fracture (ostéotaxis). Cette technique permet une mobilisation précoce du

poignet, et ainsi une perspective de meilleur résultat fonctionnel. Cependant, les indications de cette méthode sont limitées aux fractures de type Frykman I et II (19).

Toujours pour promouvoir une mobilisation précoce du poignet, Clyburn (5) ainsi que Yen *et al.* (31) utilisent un fixateur «dynamique», dont les fiches distales sont métacarpiennes mais qui possède une articulation à hauteur du centre de rotation du poignet, afin de permettre sa mobilisation précoce dans le plan sagittal. Dans la série de Clyburn (5), l'extension du poignet est retardée à 4 semaines, car une extension plus précoce expose à une perte de réduction. Dans la série de Yen *et al.* (31), la mobilisation du poignet est

permise à la sixième semaine, en flexion comme en extension.

Cette technique, applicable à des fractures de type Frykman VII ou VIII, semble donner des résultats particulièrement encourageants du point de vue anatomique et fonctionnel. (Il est à noter que les résultats rapportés au tableau I ne prennent en compte que la série de Clyburn avec extension du poignet différée à 4 semaines).

Enfin, en cas de fracture particulièrement comminutive ou intra-articulaire, plusieurs auteurs (5, 15, 18, 25) associent au fixateur externe un embrochage, simple ou multiple, afin d'assurer une réduction la plus anatomique possible. En effet, le ligamentotaxis seul ne permet pas toujours de réduire anatomiquement tous les déplacements (3, 18).

Le tableau III résume les complications rapportées dans les différentes séries, du traitement par fixateur externe des fractures de Pouteau-Colles.

Le nombre de complications du traitement par

fixateur externe est généralement considéré comme plus élevé que dans les méthodes classiques d'immobilisation (16, 21, 27) mais la majorité sont bénignes (21) et affectent peu les résultats à long terme (16, 27). Les complications les plus fréquemment mentionnées sont les infections au niveau des fiches, les paresthésies dans le territoire du nerf radial et les descellements septiques ou aseptiques. Les infections superficielles au niveau des fiches sont le plus souvent jugulées par une simple antibiothérapie per os et des soins locaux. L'atteinte des branches sensitives du nerf radial peut être évitée par un abord chirurgical limité (25). Enfin, le taux de descellements aseptiques peut être réduit en évitant la pose de fixateurs externes chez les personnes âgées ou ostéoporotiques (11). L'algodystrophie sympathique réflexe ne semble pas être une complication spécifique de ce traitement, étant donné que 7 auteurs sur 15 n'en signalent pas dans leur série, et que les 8 autres ne rapportent que des taux relativement faibles (tabl. III).

Tableau III

Complications	Fréquence
Infection superficielle au niveau des fiches (R/ Abiot. per os)	5% (9), 8% (10), 28% (11), 9,4% (14), 5,7% (16), 4% (17), 30,8% (19), 40% (21), 9,7% (27), 5% (28), 1,9% (29), 2,2% (31)
Troubles sensitifs nerf radial :	
— temporaires	7,5% (9), 15,6% (11), 7,2% (16), 5% (17), 7,7% (19), 15% (21), 17% (27), 7,5% (28), 1,9% (29)
— permanents	4% (10), 3,1% (11), 1,4% (16), 7,7% (19), 2% (24), 12,2% (27), 1,9% (29)
Descellement de fiches (septique ou aseptique)	6,4% (5), 15,6% (14), 2,9% (16), 6,2% (20), 4,5% (25), 1,9% (29)
Syndr. canal carpien	6,4% (5), 2,5% (9), 3% (17), 18,7% (20), 5% (21), 2,6% (24), 4,9% (27)
Algodystrophie	3% (5), 2,5% (9), 5,7% (16), 3% (17), 10% (21), 2,5% (28), 3,3% (31)
Déplacement secondaire signific.	3,2% (5), 3,1% (14), 6,2% (20), 1,3% (24), 2,2% (31)
Fracture du radius ou d'un métac. au niveau d'une fiche	1% (17), 1,3% (24), 1,9% (29)
Ostéite (R/ Curetage)	7,7% (19), 2,4% (27)
Paralysie du nerf cubital	1,4% (16)
Rupture du long extenseur du pouce	1,4% (16)
Synovite sur fiche trop profonde (14)	
Extraction traumatique du fixateur	0,4% (24)
Déficit de flexion de l'index	25% (20)
Fiche entravant la course tendineuse	2,2% (31)
Fracture de fiche	1,1% (31)

## CONCLUSIONS

Le fixateur externe constitue une alternative aisée (21) et efficace d'immobilisation des fractures de Pouteau-Colles, et est susceptible de donner les meilleurs résultats anatomiques et fonctionnels dans les indications suivantes :

— Fractures comminutives et intra-articulaires (Frykman VII et VIII) (5, 9, 10, 14, 15, 20, 21, 28, 29) en particulier chez les patients jeunes (9, 10, 15), et au besoin en association avec un embrochage (5, 15, 18, 25).

— Fractures ouvertes (9, 20, 23).

— Fractures sévèrement déplacées avec angulation dorsale de plus de 30 à 40° (1, 13) ou raccourcissement axial de plus de 4 mm (1).

— Patients âgés de moins de 60 ans ou exempts d'ostéoporose (11).

La place du fixateur externe dans les fractures de gravité moindre reste à préciser (10), notamment par rapport aux différentes techniques d'embrochage.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ABBASZADEGAN H., JONSSON U., VON SILVERS K. Prediction of instability of Colles' fractures. *Acta Orthop. Scand.*, 1989, 60, 646-650.
2. ALTISSIMI M., ANTENUCCI R., FIACCA C., MANCINI G. B. Long-term results of conservative treatment of fractures of the distal radius. *Clin. Orthop.*, 1986, 206, 202-210.
3. BARTOSH R. A., SALDANA M. J. Intraarticular fractures of the distal radius: a cadaveric study to determine if ligamentotaxis restores radiopalmar tilt. *J. Hand Surg.*, 1990, 15-A, 18-21.
4. BICKERSTAFF D. R., BELL M. J. Carpal malalignment in Colles' fractures. *J. Hand Surg.*, 1989, 14-B, 155-160.
5. CLYBURN T. A. Dynamic external fixation for comminuted intra-articular fractures of the distal end of the radius. *J. Bone Joint Surg.*, 1987, 69-A, 248-254.
6. COONEY W. P., DOBYNS J. H., LINSCHIED R. L. Complications of Colles' fracture. *J. Bone Joint Surg.*, 1980, 62-A, 613-619.
7. COONEY W. P. Management of Colles' fractures — editorial. *J. Hand Surg.*, 1989, 14-B, 137-139.
8. FRYKMAN G. Fracture of the distal end of the radius including sequelae shoulder-hand-finger syndrome, disturbance in the distal radioulnar joint and impairment of nerve function: a clinical and experimental study. *Acta Orthop. Scand.*, 1967, 108 (suppl.), 1-155.
9. HORESH Z., VOLPIN G., HOERER D., STEIN H. The surgical treatment of severe comminuted intra-articular fractures of the distal radius with the small AO external fixation device. *Clin. Orthop.*, 1991, 263, 147-153.
10. HOWARD P. W., STEWART H. D., HIND R. E., BURKE F. D. External fixation or plaster for severely displaced comminuted Colles' fractures? A prospective study of anatomical and functional results. *J. Bone Joint Surg.*, 1989, 71-B, 68-73.
11. JENKINS N. H., JONES D. G., JOHNSON S. R., MINTOWT-CZYZ W. J. External fixation of Colles' fractures. An anatomical study. *J. Bone Joint Surg.*, 1987, 69-B, 207-211.
12. JENKINS N. H., MINTOWT-CZYZ W. J. Mal-union and dysfunction in Colles' Fracture. *J. Hand Surg.*, 1988, 13-B, 291-293.
13. JENKINS N. H. The unstable Colles' Fracture. *J. Hand Surg.*, 1989, 14-B, 149-154.
14. KAUKONEN J.-P., KARAHARJU E., LUTHJE P., PORRAS M. External fixation of Colles' fracture. *Acta Orthop. Scand.*, 1989, 60, 54-56.
15. KNIRK J. L., JUPITER J. B. Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. *J. Bone Joint Surg.*, 1986, 68-A, 647-659.
16. KONGSHOLM J., OLERUD C. Plaster cast versus external fixation for unstable intra-articular Colles' fractures. *Clin. Orthop.*, 1989, 241, 57-65.
17. LEUNG K. S., SHEN W. UY., TSANG H. K., CHIU K. H., LEUNG P. C., HUNG L. K. An effective treatment of comminuted fractures of the distal radius. *J. Hand Surg.*, 1990, 15-A, 11-17.
18. MATHOULIN C. *Les fractures articulaires récentes du quart inférieur du radius chez l'adulte. Description, classification, traitement.* Cahier n° 2 d'enseignement de la Société Française de Chirurgie de la Main, Expansion Scientifique Française, Paris, 1990, pp. 67-81.
19. MELENDEZ E. M., MEHNE D. K., POSNER M. A. Treatment of unstable Colles' fractures with a new radius mini-fixator. *J. Hand Surg.*, 1989, 14-A, 807-811.
20. PRINCE H., WORLOCK P. The small AO external fixator in the treatment of unstable distal forearm fractures. *J. Hand Surg.*, 1988, 13-B, 294-297.
21. RIIS J., FRUENSGAARD S. Treatment of unstable Colles' fractures by external fixation. *J. Hand Surg.*, 1989, 14-B, 145-148.
22. ROMBOUTS J. J., MONSIA A. La place de l'intervention chirurgicale dans le traitement des fractures du poignet. *Acta Orthop. Belg.*, 1987, 53, 104-105.
23. SCHMALHOLZ A. Closed rereduction of axial compression in Colles' fracture is hardly possible. *Acta Orthop. Scand.*, 1989, 60, 57-59.
24. SCHUIND F., DONKERWOLCKE M., RASQUIN C., BURNY F. External fixation of fractures of the distal

- radius : a study of 225 cases. *J. Hand Surg.*, 1989, 14-A, 404-407.
25. SEITZ W. H., PUTNAM M. D. Limited open surgical approach for external fixation of distal radius fractures. *J. Hand Surg.*, 1990, 15-A, 288-293.
26. SHORT W. H., PALMER A. K., WERNER F. W., MURPHY D. J. A biomechanical study of distal radial fractures. *J. Hand Surg.*, 1987, 12-A, 529-534.
27. SOLGAARD S., BORG L., BÜNGER C. Displaced distal radius fractures. A comparative study of treatment by external fixation, dorsal plaster immobilisation and functional bracing in supination. *Rev. Chir. Orthop.*, 1988, 74 suppl., 339-340.
28. STEIN H., VOLPIN G., HORESH Z., HOERER D. Cast or external fixation for fracture of the distal radius. A prospective study of 126 cases. *Acta Orthop. Scand.*, 1990, 61, 453-456.
29. VAUGHAN P. A., LUI S. M., HARRINGTON I. J., MAISTRELLI G. L. Treatment of unstable fractures of the distal radius by external fixation. *J. Bone Joint Surg.*, 1985, 67-B, 385-389.
30. VILLAR R. N., MARSH D., RUSHTON N., GREATOREX R. A. Three years after Colles' fracture. A prospective review. *J. Bone Joint Surg.*, 1987, 69-B, 635-638.
31. YEN S. T., HWANG C. Y., HWANG M. H. A semi-invasive method for articular Colles' fracture. *Clin. Orthop.*, 1991, 263, 154-164.

O. DELAERE

Av. du Bois 23

7090 Braine-le-Comte (Belgique)