

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
STATISTIQUE ET ANALYSES DES DONNÉES	3
ÉPIDÉMIOLOGIE DES FRACTURES DE L'EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DU RADIUS ET LEUR DEVENIR A UN AN	7
PROPOSITION D'UNE CLASSIFICATION ANALYTIQUE.....	11
DES FRACTURES DE L'EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DU RADIUS - LA CLASSIFICATION "M.E.C."	11
ANALYSE RADIOLOGIQUE ETUDE RETROSPECTIVE DE 285 CAS.....	14
CORRÉLATIONS RADIOCLINIQUES	21
LA RADIO ULNAIRE DISTALE FACE A L'EMBROCHAGE.....	24
LES CALS VICIEUX ET LES LÉSIONS INTRACARPIENNES	29
L'EMBROCHAGE ET LE TERRAIN	33
LES COMPLICATIONS EXTRAOSSEUSES.....	35
INDICATIONS THERAPEUTIQUES	37
CONCLUSION	39
DISCUSSION	41
BIBLIOGRAPHIE	44

INTRODUCTION

G. RAIMBEAU

Notre Société se réunissant à Tours, elle se devait de faire un clin d'œil à celui qui fit avancer la réflexion sur les fractures de l'extrémité inférieure du radius (FEIR), car l'excellent rapport de Jean Castaing reste une référence incontournable, même pour les nordaméricains. Choisir ce sujet peut paraître inutile, car pourquoi s'arrêter sur une fracture banale et fréquente qui ne pose, a priori, aucun problème aux chirurgiens orthopédistes.

Lambotte en 1906 vise, le premier, une fracture articulaire de l'extrémité inférieure du radius, l'idée est en fait proche de celle de l'embrochage. L'embrochage percutané est le seul progrès technique depuis l'emploi des appareils plâtrés, indiquait Castaing dans son rapport qui entraîna le développement de cette technique, mais quelle est la vraie valeur de l'embrochage aujourd'hui ? De Palma, en 1952, démontre la supériorité de la stabilisation de l'épiphyse radiale réalisée sous traction par embrochage ulnoradiostyloïdien, associée à un plâtre brachiopalmaire. Cette technique est peu suivie et, en France, elle laisse place au brochage unistyloïdien dans les années 60, parfois avec deux broches pour plus de sécurité. Comme souvent, des modifications déviantes ont été préconisées et, en particulier, la technique de Py. OutreAtlantique, le brochage en croix date de 1975 et Rayhac en 1989 propose un brochage multiple bien particulier bloquant la radioulnaire. On en rapprochera l'éphémère technique de LortatJacob en 1982, reprise en 1986 par Mortier.

Le vrai tournant de l'embrochage est 1973, lorsque Kapandji propose un embrochage intrafocal qui déclenche l'enthousiasme latinoeuropéen. Son principe est de rechercher la stabilisation du montage, en primaire, par rappel élastique en plaçant deux broches dans le foyer; puis dans une publication ultérieure: trois broches. Cette technique, décrite pour les fractures en compressionextension, cherche à concilier l'inconciliable, car elle comporte la mobilisation précoce.

Le débat à propos de l'embrochage est loin d'être clos car, pour certains, le "Kapandji" a tout résolu, sans complications tendinonerveuses ni déplacement secondaire. Pour d'autres, la déception les a conduits à rester de fervents adeptes du traitement orthopédique. De nombreuses publications et travaux ont été réalisés sur ce sujet tant en France qu'à l'étranger, deux publications déjà anciennes sont retrouvées dans les Annales d'Orthopédie de l'Ouest.

Le travail de collection des dossiers s'est appuyé sur les trois CHU d'Angers (Pr L. Pidhorz), Rennes (Pr F. Langlais), et Tours (Pr P. Burdin). Ainsi, 285 dossiers radiographiques ont été étudiés et mis sur fiches; cette étude est, avant tout, rétrospective mais inclut 57 dossiers d'embrochage qui font partie d'une série prospective de 102 patients opérés à Tours pour une fracture du poignet, sous la direction de J. Laulan. Cette série prospective permettra d'avancer des données solides sur l'algodystrophie et de situer la place de l'embrochage dans le traitement des FEIR, notre évaluation de l'embrochage étant réservé à celui appliqué dans les fractures compressionextension. Enfin, des dossiers spécifiques de complications que certains collègues ont eu la gentillesse de nous adresser, ont permis de compléter l'éclairage de certains problèmes tels que les hyperréductions et les complications tendineuses.

Nous avons demandé l'assistance de Pascal Garaud, biologiste statisticien au CHU de Tours, car nous étions conscients que le nombre très important d'items (270 par dossier) pouvait nous entraîner vers des interprétations entachées d'erreurs. Les résultats qui vous seront donnés sont parfois surprenants, mais tous ont été validés; rassurez-vous, il reste des tâches d'ombre...

STATISTIQUE ET ANALYSES DES DONNÉES

P. GARAUD

La diversité des problèmes abordés, des questions posées et des paramètres étudiés à l'occasion de la table ronde sur "l'évaluation de l'embrochage des fractures de l'extrémité inférieure du radius", a nécessité la mise en œuvre d'approches statistiques variées. Nous proposons d'énoncer les tests et démarches usuelles utilisés, et de présenter les "Analyses Factorielles", outils puissants d'analyse et de communication des résultats statistiques.

LES TESTS USUELS MIS EN ŒUVRE

Les tests paramétriques (ou tests d'hypothèse).

Ces tests s'appliquent aux analyses qui mettent en jeu des variables dont l'évolution est susceptible de suivre une Loi Statistique dont les paramètres sont "connus" ou du moins "estimables". Ces tests sont très restrictifs et contraignants quant à la nature des variables à étudier. Un test paramétrique ne s'applique qu'à des données LÉGALES, au sens où elles évoluent en conformité avec les contraintes imposées par la Loi Statistique qui régit le test. Ainsi, un TestT ne peut être utilisé pour comparer les moyennes de deux échantillons qu'à la condition que les distributions des valeurs dans les échantillons soient gaussiennes et de variances égales ou très peu différentes. Ne pas vérifier cette conformité est une faute grave, source d'interprétations erronées.

Nous avons utilisé lors de nos travaux et selon les besoins:

les *Testt*, pour la comparaison des valeurs moyennes d'une variable quantitative (métrique) entre deux échantillons appariés ou indépendants,

les *Analyses de la Variance* (ANOVA), pour la comparaison des moyennes des valeurs d'une variable quantitative (facteur "mesures") entre deux ou plusieurs groupes d'individus définis par un ou plusieurs critères de classification (facteur(s) "groupes"). Elles permettent entre autres de souligner les niveaux d'interaction des facteurs de classification et l'influence de ceux-ci sur la variabilité du paramètre étudié. Ce type d'analyse permet de plus d'étudier les situations de mesures répétées sur un même sujet (études de reproductibilité).

Bibliographie :Dagnélie P. (1970), *Théorie et Méthodes Statistiques. Volume 11*. Presses Agronomiques de Gembloux Duculot Éd.

Les tests dits non paramétrique.

On qualifie de non paramétriques les méthodes statistiques qui sont applicables dans des conditions générales quant aux distributions des variables étudiées. L'expression anglaise "distributionfree" est d'ailleurs, de ce point de vue, bien plus explicite. Ce sont, pour la plupart, des méthodes qui se construisent autour de classements ou de classifications catégorielles des données d'origine. On applique donc ces tests, soit uniquement soit de façon complémentaire, dans les situations où les variables ne répondent pas ou mal aux contraintes imposées par les tests paramétriques.

Nous avons utilisé lors de nos travaux et selon les besoins:

le *Test U de MannWhitney*, version non paramétrique du testt à deux groupes sur séries non appariées,

le *Test T de Wilcoxon*, version non paramétrique du testt à deux groupes sur séries appariées ou dépendantes,

le *Coefficient de corrélation des rangs de Spearman*, cas particuliers de la notion de coefficient de corrélation. Ici, on calcule la corrélation existant non pas entre les valeurs observées elles-mêmes,

mais entre leurs rangs, c'est-à-dire, pour chacune des variables, les numéros d'ordre des observations rangées par ordre croissant. Cette approche corrélative répond mieux que le classique coefficient de corrélation linéaire à la mise en relation des mesures d'un même paramètre réalisées sur les mêmes individus à des temps différents et apporte des renseignements précieux lors des études dites "inter observateurs" de données non métriques mais hiérarchiques.

les *Tests de KruskalWallis et de Friedman*, versions non paramétrique de l'ANOVA à plus de deux groupes respectivement pour des séries non appariées et des séries appariées.

les *Tests du χ^2* , pour les études de co-évolution, d'indépendance de variables quelconques à partir de tableaux de contingence.

Bibliographie: Dagnélie P. (1970), *Théorie et Méthodes Statistiques. Volume 11*. Presses Agronomiques de Gembloux Duculot Éd. Siegel S. (1956), *Nonparametric Statistics: For the behavioral sciences*. McGrawHill Kogakusha Ed.

Les Courbes ROC et Analyses compartimentées.

Les courbes ROC sont des outils graphiques construits à partir de l'observation de l'évolution de la Spécificité (Sp) et de la Sensibilité (Se) d'un paramètre ou d'un score vis-à-vis par exemple d'une pathologie. Elles peuvent être le support d'analyses probabilistes compartimentées, aides à la décision diagnostique et par extension éventuellement thérapeutique. Nous nous sommes servis en particulier de ces techniques lors de nos études sur l'algodystrophie et l'établissement du score prédictif de cette pathologie.

Bibliographie: Grenier B. (1990), *Décision médicale*. Masson Ed.

LES ANALYSES FACTORIELLES

Depuis une trentaine d'année, les méthodes d'analyse des données ont largement démontré leur efficacité dans l'étude des grandes masses complexes d'information. Ce sont des méthodes dites multidimensionnelles en opposition avec les méthodes statistiques classiques descriptives qui ne traitent guère qu'une ou deux variables à la fois. Elles permettent donc la confrontation de nombreuses informations, ce qui est beaucoup plus riche de renseignements que leur examen séparé. Ces techniques d'analyse ont fondamentalement un objectif commun: à partir de données interactives trop nombreuses pour être appréhendées directement, elles extraient les tendances les plus marquantes, les hiérarchisent et éliminent les effets marginaux ou ponctuels qui perturbent la perception globale des faits.

Parmi les méthodes d'analyse des données, l'analyse factorielle tient une place primordiale. Cette place de choix tient en partie aux représentations géométriques qui transforment en distances euclidiennes des proximités statistiques entre éléments. Sur les graphiques issus de l'analyse factorielle, on voit, au sens propre du terme, des regroupements, des oppositions, des tendances directionnelles, impossible à discerner sur un grand tableau de nombres même après un examen prolongé. Ces représentations graphiques sont aussi un moyen de communication remarquable, car point n'est besoin d'être statisticien pour percevoir que la proximité de deux points traduit la " ressemblance " ou du moins la communauté évolutive des objets qu'ils représentent, sans qu'il soit nécessaire de comprendre le formalisme mathématique de cette ressemblance.

Trois méthodes maintenant classiques constituent les outils de bases des analyses factorielles: L'analyse en composantes principales (ACP), L'analyse factorielle des correspondances (AFC) et l'analyse des correspondances multiples (ACM). En allant au plus simple, on peut considérer que ces analyses factorielles ont été conçues

pour étudier et traduire graphiquement des données complexes issues de tableaux rectangulaires (lignes colonnes). L'ACP traite de tableaux croisant les individus (lignes) et les variables numériques qui caractérisent ces individus (colonnes). L'AFC traite des tableaux de fréquence, et de ce point de vue on peut considérer en première approche que c'est un mode de représentation graphique des

tableaux de contingence, ou si l'on préfère, des tris croisés multiples. L'ACM s'applique à des tableaux codant pour les valeurs de variables qualitatives.

Si le type d'analyse dépend essentiellement de la nature des paramètres étudiés, et si les procédures intimes de calculs diffèrent parfois, le but (la philosophie) des différentes méthodes restent le même et à quelques nuances près les interprétations utilisent des mécanismes très voisins. Pour essayer en quelques mots de faire sentir au lecteur l'environnement, les motivations et les enjeux des analyses factorielles nous prendrons un exemple évolutif.

Supposons que nous disposions d'un échantillon de patients dont nous mesurons la taille. Représenter la typologie des patients n'est pas difficile. Il suffit de tracer une droite graduée en centimètres et de représenter chaque patient par un point sur cette droite. Supposons maintenant qu'en plus nous pesons les patients. Nous pouvons représenter la typologie des patients dans un plan défini par deux axes (par exemple orthogonaux) l'axe des tailles (cm) et l'axe des poids (kg). Cette méthode est largement connue de tous. Elle est à la base des analyses de corrélation (linéaire ou non) et la représentation graphique (bien plus encore que le fameux "r") sera l'assise de l'étude des relations qui peuvent exister entre la taille et le poids dans notre échantillon. Introduisons maintenant un troisième paramètre, par exemple l'âge (ans). La typologie des patients peut encore être visualisée dans un espace tridimensionnel (par exemple cubique) défini par les trois axes (taille, poids, âge) sous forme d'un nuage volumique de points. Selon les résultats il sera éventuellement possible de visualiser des constellations d'individus, des amas denses, des nébuleuses plus ou moins diffuses, dont les formes, les orientations et les directions traduisent pour l'oeil un peu exercé les interactions entre les variables, aussi bien en nature qu'en intensité. La statistique devient ici astronomie, on parle de directions vectorielles et de gravité, d'attraction et de répulsion.

Et si nous ajoutons alors un quatrième paramètre (taux de cholestérol par exemple) et un cinquième (consommation d'alcool) et un sixième etc. ? Impasse graphique ! Tous ces paramètres nous semblent importants, ils agissent certainement sur la différenciation des individus, ils interagissent dans cet espace multidimensionnel, multi-paramétrique. Les individus ont bien une position dans cet hyperspace formel, les variables étudiées y interagissent. Comment qualifier, quantifier, et surtout visualiser ces phénomènes ? Comment différencier les interactions essentielles des rencontres fortuites ?

La réponse est en fait toute simple (dans son principe général en tout cas). Puisque les hypernuages de points ne sont pas perceptibles à nos sens, travaillons sur les projections de ces hypernuages sur des plans. Formellement, la seule difficulté est de choisir le bon angle de prise de vue, afin que l'image plane (l'ombre nuage) soit la moins déformante possible de la réalité. On dit que l'inertie représentée sur la projection doit conserver le plus possible l'inertie initiale de l'hyper-nuage. Il suffit alors de réaliser plusieurs "photographies" sous des angles différents (que l'on a coutume d'appeler axes factoriels), pour disposer d'un ensemble de graphiques plans, images partielles et complémentaires de la réalité. Les analyses fournissent ainsi une succession de graphiques à deux dimensions qui recèlent chacun une partie de l'inertie originelle des données multidimensionnelles.

Deux familles de graphiques (nuages de points) constituent les résultats de base des analyses factorielles. Associées aux lignes et aux colonnes des tableaux d'origine, elles illustrent respectivement la typologie des individus et celle des variables ou de leurs modalités.

Techniquement, l'angle de vue choisi pour réaliser la première projection est celui qui reflète le mieux la dispersion des données d'origine, il prend en considération les deux premiers axes factoriels et s'octroie ainsi la plus grande part possible de l'inertie originelle. Ce seul graphique suffit assez souvent à révéler les principales tendances des données d'origine, mais il faut parfois faire appel à d'autres angles d'observations complémentaires pour se faire une idée précise de la réalité étudiée. De plus, à l'issue des calculs, on dispose d'une palette de paramètres arithmétiques qui permettent de conforter ou modérer les impressions graphiques, d'évaluer la quantité d'information encore disponible et de traquer les erreurs de perspective et autres pièges qu'il convient de parfaitement connaître pour envisager une juste interprétation.

A l'occasion de la table ronde, les analyses factorielles mises en oeuvre (ACP et AFC) ont essentiellement eu pour objet d'évaluer les "corrélations" entre paramètres ou pour être plus juste leur

coinfluence ou leur co-évolution. Nous nous sommes ainsi essentiellement intéressés aux graphiques traduisant l'inertie des variables. Le premier plan factoriel s'est révélé suffisant pour traduire l'essentiel de cette inertie, ce qui simplifie la lecture des résultats. Chaque variable est représentée par un point dans le repère formé par les deux premiers axes factoriels et l'intensité de la relation entre deux variables s'apprécie en terme de proximité.

Il convient cependant de souligner qu'un graphique d'ACP ne se lit pas comme un graphique AFC.

Pour une AFC c'est la simple distance entre les points qui traduit le niveau de ressemblance des profils et souligne ainsi la communauté d'évolution des variables, et leurs éventuelles influences réciproques.

Pour une ACP, chaque point correspondant à une variable représente l'extrémité d'un vecteur dont l'origine est à l'intersection des axes factoriels définissant le plan. Ce sont les directions des vecteurs qui sont ici à prendre en considération. La liaison, au sens statistique, entre deux variables sera d'autant plus forte que leurs directions vectorielles seront proches, que l'angle formé par les deux vecteurs sera petit. Un angle de 0° traduit une "corrélation positive absolue" des variables, de 90° une "indépendance", de 180° une "corrélation négative absolue".

L'utilisation de ces outils, est certes un petit peu plus complexe que ne pourrait le laisser entrevoir notre exposé, d'autant que d'autres méthodes d'analyses factorielles existent. Notre but n'était pas de présenter l'intégralité des notions et subtilités interprétatives de ces techniques, mais d'éclairer pour mieux percevoir la philosophie, les enjeux de ces approches descriptives, et de permettre une lecture plus aisée de ces analyses.

Bibliographies: Benzecri J.P. et coll. (1973). *L'analyse des données (tomes 1 et 2)*. Dunod Ed. Benzecri J.P. et F. (1980). *Pratique de l'analyse des données (tome 1)*. Dunod Ed. Benzecri J.P. et coll. (1980). *Pratique de l'analyse des données (tome 2)*. Dunod Ed. Benzecri J.P. et coll. (1984). *Pratique de l'analyse des données (tome 3)*. Dunod Ed. de Lagarde J. (1983), *Initiation à l'analyse des données*. Dunod Ed. Escofier B. et Pagès J. (1990), *Analyses factorielles simples et multiples*. Dunod Ed.

ÉPIDÉMIOLOGIE DES FRACTURES DE L'EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DU RADIUS ET LEUR DEVENIR A UN AN

SÉRIE PROSPECTIVE DE 102 CAS REVUS A TOURS

J. LAULAN, J.Ph. BISMUTH

Les fractures de l'extrémité inférieure du radius (FEIR) sont des lésions fréquentes puisqu'elles représentent 10 à 15 % de toutes les lésions osseuses et la majorité des fractures de l'avantbras (Jupiter³³). Dans une étude épidémiologique menée en 1985, Robertson en 1990⁶⁰ avait relevé pendant une année 249 FEIR parmi une population de 100000 personnes de plus de 15 ans. Les trois quarts des fractures étaient survenues chez des femmes.

Le devenir fonctionnel de ces lésions est très diversement apprécié dans la littérature ainsi que l'incidence réelle des complications, en particulier, l'algodystrophie (Atkins, 1990³; Bacorn, 1953⁴; Bickerstaff, 1991⁶; Castaing, 1964¹⁰; Field, 1994²³; Frykman, 1967²⁷; Lisdtrom, 1959⁴⁴).

Le but de notre travail était double: d'une part, essayer d'avoir une vision épidémiologique des FEIR sur la région de Tours et, d'autre part, essayer d'évaluer par une série prospective, leur devenir à 1 an en précisant l'incidence de l'algodystrophie.

Matériel et méthode.

Sur une période d'un an, de début mars 1993 à fin février 1994, tous les patients admis aux urgences du CHU de Tours ont été recensés. 658 personnes ont consulté pour un traumatisme du poignet et, parmi eux, le diagnostic de FEIR a été posé 369 fois (cf. [tabl. I](#)).

Ces 369 patients ont été traités de deux façons: 148 ont été traités par simple plâtre et suivis en consultation, le plus souvent jusqu'à quarantecinq jours, les 221 autres ont été hospitalisés pour leur fracture et traités chirurgicalement.

Pendant les sept premiers mois de cette période, de début mars à fin septembre 1993, tous les malades opérés ont été inclus dans une étude prospective. Cette série continue était constituée de 125 cas qui ont été suivis à J8, J45 et à 3 mois. A un an, vingt-trois malades n'ont pu être revus et 102 FEIR ont été évaluées.

Tous les patients opérés ont eu un bilan radiologique comprenant des clichés de face et de profil des deux poignets, et des clichés de trois quarts du côté de la fracture. L'évaluation clinique était basée sur des paramètres objectifs (mobilité et force mesurée au Jamar) et sur des paramètres subjectifs (douleur et satisfaction du patient). Les résultats objectifs, cliniques et radiologiques, ont été évalués avec des critères relativement sévères que nous préciserons ultérieurement.

L'algodystrophie (AD) a été évaluée, à toutes les étapes du suivi, avec des critères radiographiques et cliniques basés sur la littérature (Atkins², Bickerstaff⁷). Ceci a permis de déterminer un score clinique et de classer les patients en quatre groupes en fonction du profil évolutif de l'AD.

Résultats.

1 Epidémiologie des FEIR.

Les FEIR représentaient 56 % de l'ensemble des traumatismes du poignet (369/658). L'incidence mensuelle était de 30,75 cas, avec une fréquence un peu plus élevée les mois d'été. Cette population de FEIR était constituée de 54 % de femmes et de 46 % d'hommes.

Une évaluation, prenant en compte le nombre de sites d'accueil et leur activité moyenne, a permis d'estimer, dans la région, entre 200 et 300 le nombre de fractures pour 100 000 habitants.

Pour les fractures prises en charge au CHU, 40 % ont été traitées par simple immobilisation plâtrée et 60 % ont été traitées chirurgicalement.

2 Résultats des FEIR opérées (série prospective).

Les résultats à un an portaient sur 102 FEIR. Le taux de révision était de 82 %.

Les 102 fractures traitées chirurgicalement étaient constituées de 23 % de fractures extraarticulaires, métaphysaires pures, de 5 % de fractures épiphysaires, articulaires pures, et de 72 % de fractures mixtes, métaphysoépiphysaires. Il y avait 85 % de fractures "graves" soit au niveau métaphysaire, soit au niveau épiphysaire.

Les principaux traitements réalisés, et évalués à un an, ont été un embrochage dans 55 % des cas, en sachant que 83 % de ces embrochages étaient intrafocaux selon la technique de Kapandji, un fixateur externe (FE) dans 33 % des cas, dont plus de 50 % avaient une synthèse associée et une plaque dans 9 % des cas.

Les résultats fonctionnels objectifs à un an sont rapportés dans le tableau II.

Résultats (%)	Mobilité	Force	Radio
Bon	39	64	33
Moyen	38	23	37
Mauvais	23	13	30

Pour les résultats fonctionnels subjectifs, il n'y avait aucune douleur dans 86 % des cas, il existait une douleur épisodique ou survenant pour des activités inhabituelles dans 12 % des cas, enfin, la douleur était considérée comme invalidante par 2 % des patients.

Le résultat était considéré par le patient comme satisfaisant dans 73 % des cas, tolérable dans 25 % des cas et mauvais dans 2 % des cas.

Pour ce qui concerne l'AD, les malades ont été classés en quatre groupes dont les profils évolutifs étaient différents. Il n'y avait eu aucun signe pouvant faire évoquer le diagnostic L'algodystrophie dans 44 % des cas. Une algodystrophie en cours d'évolution avait été considérée comme certaine dans 26 % des cas; à un an, 11 % étaient guéris (AD certaine transitoire) et 15 % conservaient des troubles en rapport avec l'AD (AD active). Il s'était produit des troubles mal définis et rapidement résolutifs, étiquetés "algodystrophie douteuse" dans 30 % des cas ([fig. 1](#)).

Discussion.

Cette étude confirme que les FEIR sont des lésions fréquentes. En moyenne, plus de trente cas par mois ont consulté aux urgences du CHU pour une FEIR. Notre estimation sur la région retrouve des chiffres proches de ceux de Robertson⁶⁰ avec une incidence d'environ 200 à 300 cas pour 100000 habitants et par an. Il est intéressant de remarquer que cette population globale de FEIR " tout venant " est constituée de pratiquement autant d'hommes que de femmes (54 % de femmes et de 46 % d'hommes).

Les résultats objectifs de notre série prospective sont globalement décevants. Pour les résultats fonctionnels objectifs, les bons résultats sur la mobilité n'atteignent pas 40 % des cas et la mobilité à un an est mauvaise dans près d'un quart des cas. Les résultats sur la force sont plus satisfaisants puisqu'elle est bonne dans presque deux tiers des cas. Les résultats radiologiques sont eux aussi décevants puisqu'ils ne sont bons que dans un tiers des cas et sont, presque aussi souvent, mauvais. Si on étudie l'influence des principaux paramètres radiologiques sur les résultats cliniques ([fig. 2 a et](#)

b), on voit que la mobilité est liée à la fois à la bascule sagittale et à l'index radioulnaire distal alors que la force est surtout liée à l'inclinaison frontale. Ainsi, la mobilité et la force dépendent de paramètres radiologiques indépendants expliquant qu'elles ne soient pas liées entre elles et qu'il n'y ait pas de liaison apparente avec le résultat radiologique global.

En ce qui concerne les résultats fonctionnels subjectifs, il n'y avait pas de douleur dans l'immense majorité des cas et les patients étaient satisfaits du résultat trois fois sur quatre, ne considérant le résultat comme mauvais que dans 2 % des cas. On voit donc se dessiner, comme c'est classique, une discordance importante entre les résultats objectifs qui sont peu satisfaisants, et les résultats subjectifs qui sont globalement bons.

A partir de ces résultats, nous avons essayé de dégager les paramètres qui influent sur l'appréciation du patient.

Six paramètres ont été étudiés: la lésion initiale (type et gravité), le type de traitement (broches ou fixateur externe), le résultat morphologique obtenu (radiographie), le résultat fonctionnel objectif (mobilité et force), la douleur et l'algodystrophie.

Pour ce qui concerne la fracture, l'appréciation du patient n'est pas liée au type de fracture, alors qu'elle tend à être liée à la gravité de la fracture. L'appréciation est liée au type de traitement ($p = 0,01$): elle est moins bonne si la fracture a été traitée par fixateur externe que par embrochage. Mais les fractures traitées par fixateur externe étaient plus graves ($p < 0,01$) et leur résultat morphologique n'a été bon que dans 14 % des cas. Pour ce qui concerne le résultat radiologique, il n'y a aucun lien avec l'appréciation du patient. Par contre, l'appréciation est liée au résultat fonctionnel objectif, dans la mesure où elle est très liée à la force et plus faiblement à la mobilité (fig. 3). La liaison avec la douleur dépend de sa localisation. En effet, l'appréciation du patient est liée à la présence d'une douleur sur le versant interne du poignet, qu'il s'agisse d'une douleur RUD isolée ou associée à une composante radiocarpienne (fig. 4). Par contre, les douleurs diffuses ou radiocarpennes isolées ne sont pas liées à l'appréciation du malade.

En fait, l'appréciation est surtout très liée à l'algodystrophie (AD) ($p < 0,0001$) et, les patients considérant leur résultat comme mauvais ont un score clinique d'AD significativement plus élevé. Si on compare l'influence relative de la douleur et de l'AD sur l'appréciation du patient, c'est l'AD qui est le principal facteur (fig. 5).

Une AD certaine est survenue dans 26 % des cas. L'AD a été évaluée dans le cadre d'une étude prospective expliquant sa fréquence élevée par rapport aux résultats des études rétrospectives^{4, 27, 44}. Il s'agit d'un chiffre comparable aux données récentes de la littérature (Atkins^{2, 3}, Bickerstaff⁷). 58 % de nos patients qui ont fait une AD ont des séquelles à un an et représentent 15 % de l'ensemble de la série.

Il est donc important, du fait de sa fréquence et de son influence de s'interroger sur les paramètres liés à l'AD. Si la survenue d'une AD n'est pas liée au type de fracture, elle tend à être liée à la gravité de la fracture ($p = 0,08$) et, dans la série, il n'y a aucune AD parmi les fractures simples. L'AD tend à être favorisée par la pose d'un fixateur externe ($p = 0,07$); mais nous avons vu que les fractures traitées par fixateur externe sont significativement plus graves que celles traitées par embrochage et que la gravité de la fracture est aussi liée à l'AD. La survenue d'une AD n'est absolument pas liée au résultat radiologique global. Par contre, l'AD est liée à la

mobilité ($p = 0,01$) et surtout très liée à la force ($p < 0,0001$). Ceci explique, au moins en partie, que l'AD et l'appréciation du patient soient très liées. Enfin, la survenue d'une AD est liée à la présence d'une douleur RUD, isolée ou associée à une composante radiocarpienne ($p < 0,005$).

Il est intéressant pour introduire les embrochages d'analyser parmi nos Kapandji, les dix cas qui considéraient leur résultat comme moyen ou mauvais. L'AD était la seule explication quatre fois. Pour les six autres cas, il s'agissait: deux fois, d'un problème RUD manifeste avec diastasis important, deux fois d'un cal vicieux articulaire, une fois d'une hyperréduction et une fois de problèmes multiples

associant AD et problèmes RUD. Si l'AD était la seule cause quatre fois, elle était retrouvée à des degrés divers sept fois parmi les dix cas.

En conclusion.

Le facteur qui a le plus d'influence à un an sur l'appréciation du patient est l'algodystrobie, peut-être par l'intermédiaire de son retentissement sur la force qui est elle-même très liée à l'appréciation du malade.

Par contre, le résultat morphologique ne semble pas influencer directement l'appréciation du patient. Mais cette absence de corrélation radioclinique n'est qu'apparente et, on a vu en analysant nos résultats imparfaits que, dès un an, la RUD et les cals vicieux articulaires jouent un rôle.

Par ailleurs, on sait que la RUD est la principale source de problème après une fracture de l'extrémité inférieure du radius (Solgaard⁶⁶) et que la présence d'une marche d'escalier articulaire de plus d'un millimètre est associée à une arthrose dans près de 100 % des cas au bout de quelques années (Knirk et Jupiter⁴⁰).

Nous affinerons donc l'analyse des résultats morphologiques et des corrélations à la lumière d'une série multicentrique de 285 cas.

PROPOSITION D'UNE CLASSIFICATION ANALYTIQUE

DES FRACTURES DE L'EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DU RADIUS - LA CLASSIFICATION "M.E.C."

J. LAULAN, J.Ph. BISMUTH

Une classification des fractures de l'extrémité inférieure du radius (FEIR) se doit de prendre en compte les différents facteurs pronostiques de la fracture et permettre un traitement adapté à la lésion. Elle doit être le plus reproductible possible pour permettre un classement homogène et des comparaisons. Les FEIR associent, le plus souvent, des lésions de la métaphyse et de l'épiphyse radiale ainsi qu'une fracture de l'extrémité inférieure du cubitus. Ces trois composantes de la fracture donnent lieu à des associations variables qui nécessitent soit de multiplier les groupes, soit d'utiliser des classifications trop simplistes sans valeur pronostique.

La solution que nous proposons est de faire une analyse indépendante de chacun des trois paramètres et d'attribuer à chacun un indice de gravité croissante prenant en compte l'élément pronostic fondamental du paramètre concerné, c'est-à-dire: l'étendue de la comminution pour la métaphyse, le déplacement articulaire pour l'épiphyse et la localisation de la fracture pour l'ulna. Chacun des paramètres est affecté indépendamment d'un facteur de 0 à 4, par gravité croissante. Elle est dénommée "MEC" puisqu'elle s'intéresse à la fois à la Métaphyse, à l'Épiphyse et au Cubitus.

Le paramètre "M" analyse la morphologie du trait métaphysaire, c'est-à-dire, la comminution corticale, en fonction de son étendue car c'est son étendue qui conditionne le risque de déplacement secondaire et qui impose le mode de traitement. Chez le sujet âgé, l'impaction corticospongieuse pose les mêmes problèmes. Cela va de M0 quand il n'y a pas de trait métaphysaire à M4 quand la comminution corticale est circonférentielle.

Le paramètre "E", lui, analyse la composante épiphysaire de la fracture, c'est-à-dire, la présence de trait(s) articulaire(s) et leur déplacement. C'est le déplacement qui est le facteur pronostic essentiel car c'est lui qui conditionne la présence d'une marche d'escalier articulaire source d'arthrose à moyen terme. Ce déplacement peut être lié à une fracture franche par cisaillement (facile à réduire et stable) ou à un enfoncement souschondral plus ou moins étendu qui peut alors nécessiter un abord pour être réduit voire une greffe osseuse pour être stabilisé. Le nombre global de fragments n'a pas d'intérêt (lié au type de fracture) et une classification basée sur le

nombre de fragments articulaires est peu reproductible, même avec des clichés de trois quarts. Le déplacement est défini soit par une marche d'escalier articulaire, soit par un écart interfragmentaire, d'un millimètre ou plus. Le paramètre E est classé de E0 quand il n'y a pas de trait articulaire à E4 quand il existe un enfoncement étendu de toute la surface articulaire.

Le paramètre "C", enfin, analyse les caractéristiques du trait cubital, en précisant sa localisation. Une fracture de la pointe de la styloïde n'a pas la même signification qu'une fracture de la base qui intéresse alors l'insertion du ligament triangulaire. Les fractures épiphysaires sont les plus graves car elles posent des problèmes de synthèse et exposent à un cal vicieux articulaire.

Cette classification ne prend en compte que les lésions osseuses car les lésions ligamentaires sont souvent difficiles à diagnostiquer en urgence et déjà présentes chez le sujet âgé. De plus, elles n'influencent pas directement les gestes sur la fracture. Elles nous semblent devoir être analysées séparément.

La classification M.E.C.

I Analyse de la morphologie du trait métaphysaire, c'est-à-dire, de la comminution corticale (et/ou l'impaction corticospongieuse), en fonction de son étendue ([fig. 1](#)):

M 0: trait métaphysaire absent

M 1: trait métaphysaire simple et/ou non déplacé

M 2: trait métaphysaire déplacé avec comminution (et/ou impaction) localisée. Une partie de la corticale antérieure ou postérieure est comminutive (ou impactée) mais l'étendue de la zone comminutive reste inférieure à une hémicirconférence. Ceci correspond, le plus souvent, à une écaille métaphysaire postéroexterne.

M 3: trait métaphysaire avec comminution (et/ou impaction) étendue. La comminution concerne au moins une hémicirconférence, le plus souvent toute la corticale postérieure, mais elle respecte au moins le tiers de l'hémicirconférence opposée, réalisant une "console" pour la réduction (console le plus souvent antéro-interne).

M 4: trait métaphysaire avec comminution (et/ou impaction) circonférentielle. Il n'existe plus aucune console, ni antérieure, ni postérieure, le déplacement secondaire peut se faire dans toutes les directions.

On affecte au paramètre M l'indice "prime" si le trait métaphysaire aboutit, de façon certaine, dans la radio-ulnaire distale.

2 Analyse de la composante épiphysaire de la fracture, c'est-à-dire, de la présence de traits articulaires et leur déplacement qui peut être lié à une fracture franche (cisaillement) ou à un enfoncement sous-chondral plus ou moins étendu. Seule l'articulation radiocarpienne est prise en compte ([fig. 2](#)):

E 0: trait articulaire absent.

E 1: trait(s) articulaire(s), non déplacé(s).

E 2: fragment(s) articulaire(s) déplacé(s) par cisaillement. Il n'existe aucune composante d'enfoncement sous-chondral. Le déplacement n'intéresse qu'une partie de la surface articulaire. Le nombre de fragments épiphysaires est généralement limité à 1 ou 2. Il s'agit en pratique des fractures cunéenne externe ou marginale antérieure simples.

E 3: fragment(s) articulaire(s) déplacé(s) par compression localisée. Il existe un enfoncement sous-chondral localisé à une partie de la surface articulaire. Cet enfoncement concerne un ou deux fragments et reste généralement limité à trois. Le reste du massif épiphysaire conserve une morphologie correcte permettant d'avoir des critères de réduction.

E 4: fragments articulaires déplacés par compression étendue. L'enfoncement sous-chondral étendu à la quasitotalité de la surface articulaire (quatre fragments ou plus). Il existe une désorganisation épiphysaire globale réalisant un "éclatement épiphysaire". La petite taille des fragments ne permet pas d'avoir de critère simple de réduction épiphysaire.

3 Analyse du trait cubital, en fonction de sa localisation:

C 0: absence de trait cubital.

C 1: fracture de la pointe de la styloïde cubitale.

C 2: fracture de la base de la styloïde cubitale.

C 3: fracture cubitale métaphysodiaphysaire (+/- styloïde).

C 4: fracture cubitale métaphysoépiphysaire (+/- styloïde).

Conclusion.

Cette classification n'a pas d'autre ambition que d'être un outil de travail. Elle permet, en effet, d'étudier l'influence de chaque composante de la fracture et des différentes associations lésionnelles. Ainsi, on peut classer les fractures selon leur type, métaphysaire (Mx, E0), épiphysaire (M0, Ex) ou

mixte (Mx, Ex), ou bien selon leur gravité en fractures simples ($M < 3$ et $E < 3$) ou complexes ($M > 2$ ou $E > 2$). On peut encore étudier l'influence d'un seul paramètre, selon la gravité de M ou de E ou de C. Ces possibilités permettent une étude affinée que n'autorise aucune autre classification.

Elle donne d'emblée une bonne vision de la gravité globale de la fracture mais aussi de la lésion de chaque composant. On sait en présence d'une M2E3C0, que le problème c'est l'épiphyse. Pour une M4E3C2, le problème est à la fois épiphysaire et métaphysaire.

P. MOUILLERON

L'étude est avant tout rétrospective et n'inclut pas les corrélations cliniques. Après avoir exposé l'ensemble de la méthodologie du travail, nous vous exposerons les résultats de ces fractures traitées par brochage, selon la technique de Kapandji.

Les problèmes rencontrés.

Ils ont été de trois ordres, et nous allons les aborder successivement.

I Le typage de la fracture.

Ceci correspond à différencier les différentes lésions rencontrées. De nombreuses classifications internationales (tabl. I) ont été proposées comme l'a rapporté Cooney dans son excellent article ¹⁵. Aucune ne nous a permis d'obtenir une catégorisation fiable des lésions. La classification AO proposée par Muller ⁵⁴ est certainement la plus complète mais elle est complexe, difficile à mémoriser, et surtout "examineur dépendante". C'est pourquoi la classification MEC n'a pas la prétention d'être idéale, mais elle s'est révélée être un outil de travail efficace, facilitant notre étude statistique, avec notamment possibilité de distinguer des fractures simples ou complexes (M3 M4 ou ES E4), ou de distinguer des fractures métaphysaires ou mixtes (épiphyso-métaphysaires). Cette classification permet de s'arrêter successivement sur la Métaphyse, et le Cubitus.

I - Principales classifications	
Gartland & Werley	1951
Castaing	1964
Fryckman	1967
Melone	1984
Muller (AO)	1987
Fernandez	1987
Cooney	1990

2 La morphologie postopératoire.

De nombreux paramètres ont été décrits pour étudier cette morphologie tels que la ligne bistyloïdienne, la pente radiale, aboutissant à une information redondante.

Quelques auteurs se sont intéressés à ces paramètres (Van der Linden 1981 ⁷¹, Palmer 1982 ⁵⁶, Clancey 1984 ¹¹, Knirk et Jupiter 1986 ⁴⁰), mais la publication la plus intéressante a été faite par Metz et Gilula en 1993 ⁵⁰, retenant quatre paramètres, fiables et reproductibles pour juger de l'évolution de ces fractures. Ceci nous a été confirmé par l'étude prospective de Tours. Ces paramètres sont l'inclinaison frontale (IF), la bascule sagittale (BS), l'index radioulnaire distal (IRUD), et la marche d'escalier articulaire (ME). Les mesures angulaires de l'IF et de la BS prennent pour référence l'axe longitudinal du radius (fig. 1). Nous avons affecté un indice supplémentaire à la BS, physiologiquement orientée vers l'avant: positif correspondant aux glanes orientées en avant, négatif vers l'arrière.

La mesure de l'IRUD (fig. 2) se fait, selon les données décrites par Palmer ⁵⁶, un index positif correspondant à un ulna plus long que le radius. Une marche d'escalier est mesurée en millimètre.

La référence logique pour juger des anomalies des paramètres morphologiques serait le poignet controlatéral; mais, il existe de nombreuses variations anatomiques, comme l'a montré récemment

Schuid⁶². Confirmant cette conclusion dans l'étude prospective de Tours, cet élément était important à préciser dans le cadre d'une étude radiologique rétrospective, où nous ne disposions quasiment pas de radiologie controlatérale. Nous avons retenu comme valeurs normales et marges d'erreur, les données de la littérature, essentiellement celles des travaux de Metz et Gilula⁴⁰.

3 La qualité du brochage.

Analyser la qualité d'un brochage revient à définir la position de la broche dans l'espace par rapport à la fracture. Il convient donc de donner cette position selon trois axes.

Dans un plan horizontal, le point d'introduction de la broche correspond à un secteur, espace libre entre les compartiments des tendons extenseurs. S'inspirant de l'article de Clancey Ci, il nous semble que la broche la plus externe doit se situer en avant ou en arrière du compartiment 1 (en secteur 1 ou 2), la broche postérointerne (en secteur 7) entre compartiments 4 et 5^{45, 53}. Ces deux broches sont presque opposées et assurent probablement un meilleur contrôle de l'épiphyse.

Comme l'a préconisé Kapandji³⁷, un montage à trois broches est préférable.

La troisième broche ou broche postéroexterne complète le montage en réalisant le troisième point d'appui (le quatrième point d'appui est constitué par le contact cortical antérieur). Sa position optimum (y compris pour la facilité de mise en place) est probablement représenté par le tubercule de Lister, en dehors du compartiment 3 ([fig. 3](#)).

Dans un plan vertical, la broche est positionnée en fonction de la zone de comminution. Le cas idéal est représenté par le contact entre la broche et la partie intacte du bloc épiphysaire³⁶ ou position 1. Le cas le plus défavorable correspond à une broche positionnée au dessus de la zone de comminution (ou position 3). Le cas intermédiaire correspond alors à une broche dans la comminution (ou position 2).

Le troisième plan correspond à l'axe (ou direction) de la broche. Ce plan est virtuel, non figuré sur les radiographies. Nous avons donc déterminé l'angle α de pénétration de la broche, repéré par rapport à l'axe longitudinal du radius ([fig. 4](#)).

Pour la broche externe, l'angle est mesuré sur le cliché de face. Pour les deux broches postérieures, il est mesuré sur le cliché de profil. Cette mesure est bien sûr une approximation.

Au terme de cette analyse, il est possible d'isoler un montage "parfait" à trois broches, dit brochage académique, où les secteurs correspondent à ce qui a été exposé auparavant, la position visàvis de la comminution est 1 et où l'angle α est voisin de 40° (ou $< 45^\circ$)^{11,34} ([fig. 5](#)).

Protocole de révision des dossiers.

I Fiches de révision.

Nous avons utilisé la même fiche que celle utilisée pour l'étude prospective de Tours. Concernant l'analyse radiologique, elle se caractérise par une étude des différents paramètres morphologiques à JO (cliché postopératoire), J8, J45, J90 et J1 an. Une part est également réservée à l'analyse du brochage, selon les critères déjà définis. La migration des broches a été également étudiée.

2 Mesures radiologiques.

Elles se font idéalement sur des clichés face et profil stricts. Il est bien évident que ceci n'est pas toujours respecté dans le cadre d'une étude rétrospective. Il existe des incertitudes quant à la précision des mesures, l'incidence radiologique influant plus particulièrement sur la mesure de la BS, comme l'ont signalé Di Benedetto¹⁹ et Johnson et Szabo³². Les marges d'erreur de mesure ont été signalées dans la littérature^{11,50,56}, et l'on peut retenir une mesure à 5° près pour l'IF et la BS. Sur ces deux paramètres, l'erreur liée à l'examineur est inférieure ou égale à 30° ³².

Lors de la révision, un certain nombre de dossiers avait des mesures non concordantes à un temps T, mais l'évolution radiologique a toujours permis de dégager une tendance (par exemple, déplacement secondaire progressif en extension).

Enfin, les variations de l'IRUD étant faibles, sur un paramètre ayant par ailleurs une petite valeur absolue, nous avons été gênés dans l'analyse de la modification évolutive de ce paramètre. Nous avons alors créé l'index ulnolunaire (IUL) (fig. 7) qui a l'avantage d'une valeur absolue plus importante, facilement mesurable. Cet index nous a permis de conforter les mesures effectuées sur l'IRUD. Pour obtenir une concordance entre ces deux paramètres, nous avons affecté à l'IUL une négativité ou une positivité, selon la hauteur de la tête de l'ulna par rapport au pôle proximal du lunatum.

Catégorisation des résultats morphologiques.

Celle-ci s'est faite selon les données de la littérature, notamment des études portant sur les mauvais résultats radiocliniques des traitements orthopédiques^{40, 47, 58, 70}. Le résultat morphologique global est classé bon, moyen ou mauvais, le paramètre le plus défavorable donnant la classification. Les critères de classement sont résumés dans le tableau II. La qualité du brochage a également été classée bonne, moyenne (fig. 8) ou mauvaise, comme figurée dans le tableau III. Un bon brochage correspond au brochage académique déjà cité (fig. 5).

II - Classement des critères radiologiques			
	Bon	Moyen	Mauvais
I.F.	19 à 29°	10 à 18° ou 30 à 38°	<10° ou >38°
B.S.	0 à 19°	-1 à -14° ou 20 à 24°	<-14° ou >24°
I.R.U.D.	<=+2 mm		
	+3 mm	>= +4 mm	
M.E.	1 mm	1 mm	>= 2 mm

III - Classement des embrochages	
Bon	Un broche en 1 - 2 et une broche en 6 - 7 Position/Comminution : 1 Pas de migration
Mauvais	Absence de broche 1 - 2 ou 6 - 7 ou position/comminution : 3
Moyen	Intermédiaire

Résultat de notre série

La série de la SOO correspond à 285 dossiers colligés dans les villes d'Angers, Rennes et Tours. Cette série regroupe l'étude prospective de Tours, mais elle est essentiellement rétrospective (84 % des dossiers). Le brochage étudié correspond à ce qu'avait proposé Kapandji en 1976³⁶.

1 Données épidémiologiques.

La répartition selon le sexe montre une nette prévalence féminine: 68 %, contre 32 % pour les hommes. L'âge

moyen des patients est de 51 ans (écart type 19). La médiane chez les femmes est plus importante que chez les hommes: 6070 ans contre 3040 ans.

Ces données ne diffèrent pas des données de la littérature, notamment des études menées sur le brochage de Kapandji^{18, 20, 39, 43, 55, 57}.

2 Résultats généraux.

Nous avons retrouvé une très nette prévalence des fractures graves, notamment métaphysaires, et des fractures complexes, c'est-à-dire M3 M4 et/ou ES E4 (voir tabl. IV et V [fig. 9](#)).

IV - Etude des fractures	
Répartition MEC	M : 91 % M3 M4
	E : 43 % E3 E4
	C : 65 % C1 C2
Gravité de la fracture	7,3 % simples
	92,3 % complexes
Type de fracture	52,6 % métaphysaire
	47,4% mixte

V - repartition des critères M et E						
	M0	M1	M2	M3	M4	Total
E0	0	0	12	58	3	73
E1	0	0	9	58	10	77
E2	0	0	0	12	0	12
E3	0	0	4	96	14	114
E4	0	0	0	0	9	9
Total	0	0	25	224	36	285

La lésion ulnaire est absente dans 32 % des cas, et concerne le processus styloïde dans près de 65 % des cas. Les lésions de la tête ulnaire sont donc exceptionnelles (tabl. VI).

VI - Répartition des lésions C					
C					
0	1	2	3	4	
92	102	84	5	3	

L'étude du résultat morphologique aux différents temps d'observation montre une nette dégradation des bons résultats initiaux ([tabl. VII](#)). L'amélioration apparente notée à trois mois et un an correspond aux incertitudes de mesure, cette "amélioration" étant par ailleurs non significative. Cette dégradation du résultat morphologique apparaît encore plus nettement en isolant nos 84 dossiers *radio-cliniques* complets à trois mois ([tabl. VIII](#)).

X - Autres séries		
	N	Bon résultat
Epinette	72	70%
Kerboul	30	80%
Lecestre	100	87%
Peyroux	100	88%

L'incidence de nos bons résultats constatés est en nette discordance avec les autres séries publiées concernant le brochage de Kapandji (tabl. IX). La série de Nonnenmacher⁵⁵, portant sur 350 cas, donne 93 % de bons résultats. Nous ne retrouvons qu'un tiers de brochage académique, sans corrélation statistique au recul maximum sur cette série *globale*.

Enfin, le maintien du résultat morphologique initial apparaît meilleur dans les fractures métaphysaires que dans les fractures mixtes (métaphysoépiphysaires) ($p = 0,08$), comme si les lésions M et E se potentialisaient pour favoriser un déplacement secondaire. Cette notion est largement présente dans la littérature ⁴⁹.

Nous n'avons pas retrouvé de corrélation statistique entre l'âge et le type de fracture d'une part, l'âge et la gravité de la fracture d'autre part.

3 Résultats analytiques.

3.1 Paramètre I.Fi: Inclinaison Frontale.

Comme le résultat morphologique, l'IF évolue défavorablement dans la période initiale, avec une perte marquée entre JO et J8 ($p = 0,02$), se poursuivant jusqu'à J45 ($p = 0,016$) (fig. 10). La perte apparente entre trois mois et un an n'est pas significative, liée aux incertitudes de mesure, et par ailleurs se situant dans les intervalles de confiance de l'étude statistique.

Nous n'avons pas retrouvé de corrélation avec le type ou la gravité de la fracture. Par contre l'âge est un facteur prédictif important. Ainsi, il apparaît plus facile de restaurer initialement une bonne IF chez des patients jeunes que chez des patients âgés de plus de 75 ans ($p = 0,02$). De plus, la perte d'IF est très significativement différente ($p < 0,001$) entre les patients de moins de 45 ans, et les patients de plus de 75 ans.

Nous avons également retrouvé un rôle de la lésion C. Ceci concerne les lésions atteignant la tête ulnaire (C3 ou C4), avec un risque important de translation interne et de bascule exagérée (1~ IF) de l'épiphyse radiale ($p = 0,006$). Ceci peut être évité en stabilisant l'épiphyse ulnaire avant l'épiphyse radiale.

La qualité du brochage intervient également. Ainsi, dans les fractures complexes M3 E3, nous avons noté une meilleure évolution lors des montages à trois broches, par rapport aux montages à deux broches ($p = 0,017$).

3.2 Paramètre BS: Bascule Sagittale.

Ce paramètre évolue également dès la période initiale, jusqu'au troisième mois (fig. 11). Nous avons retrouvé trois évolutions possibles, la répartition des populations paraissant homogène: bascule antérieure ou postérieure, conservation autour d'une position neutre. Une partie de ces bascules antérieures correspond aux hyperréductions initiales (voir chapitre de Patrick François).

Sur la série globale, notre étude statistique n'a pas retrouvé de corrélation entre l'évolution de la BS et les différentes tranches d'âge, le type ou la gravité de la fracture, le type de lésion C, la position de la broche externe.

Le brochage influe cependant directement: la BS est mieux contrôlée par les montages à trois broches que par les montages à deux broches ($p = 0,05$).

Nous avons par ailleurs isolé 69 dossiers où la radiographie postopératoire était jugée bonne (anatomique). Il existe une différence significative d'évolution de la BS selon que le brochage était bon ou mauvais ($p = 0,02$).

3.3 Paramètre MUD: Index Radio-ulnaire Distal.

Nous avons retrouvé une perte constante de l'IRUD sur l'ensemble de la série.

Cette évolution apparaît précocement entre JO et J8 ($p < 0,001$), et se majore entre J8 et J45 ($p < 0,001$). Là encore, il existe une amélioration apparente du paramètre à trois mois et un an, mais ceci est lié aux incertitudes de mesure et entre dans les intervalles de confiance de l'analyse statistique

([fig. 12](#)). La variation moyenne est de 1,75 millimètre, donc faible, justifiant pour nous l'utilisation du paramètre de contrôle que représente l'IUL. Cet index a été retrouvé fortement corrélé à l'IRUD ($p < 0,001$) ([fig. 13](#)).

Nous n'avons pas retrouvé de corrélation entre la variation de l'IRUD et le type de lésion C.

L'âge reste un facteur prédictif important avec une nette dégradation de l'IRUD chez les patients de plus de 75 ans, par rapport aux patients de moins de 45 ans ($p < 0,001$). Le degré de comminution métaphysaire et/ou épiphysaire influence significativement la perte d'IRUD, que l'on considère le type ou la gravité de la fracture (à J45, $p < 0,05$).

Parallèlement, il existe une tendance à un meilleur résultat radiologique en cas de fracture métaphysaire pure qu'en cas de fracture mixte ($p = 0,08$).

Le *brochage* influence le résultat noté à JO, J45 et J3 mois, selon que la broche postérointerne est présente ou absente ($p = 0,01$).

Enfin, sur les 69 dossiers ayant une bonne radiographie à JO, nous avons retrouvé une différence significative d'évolution de l'IRUD, selon que le brochage était bon ou mauvais ($p = 0,01$).

3.4 Paramètre M.E: Marche d'Escalier.

Les marches d'escalier articulaires (> 1 mm) ont été retrouvées dans 23,5 % des fractures épiphysaires graves, contre 10 % dans la série globale. Cela représente 29 M.E sur 123 fractures E3 ou E4, constatées lors du bilan radiologique initial.

Au terme des trois premiers mois, 21 M.E persistaient dont 9 M.E supérieures ou égales à 2 mm. Certaines M.E ont donc "disparu", ce qui correspond à une évolution spontanée, sans doute rendue possible par ascension globale du massif épiphysaire et recalage des différents fragments sur la métaphyse.

4 Eléments non pris en compte

Certains éléments n'ont pas été pris en compte du fait du caractère rétrospectif de l'étude.

Ainsi, de nombreux auteurs insistent sur l'importance du *déplacement initial* dont Melone⁴⁹, et notamment sur le raccourcissement radial. Mais comment quantifier valablement les paramètres morphologiques dès lors qu'il s'agit d'une fracture grave ?

Les lésions ligamentaires, toujours associées à des degrés divers ([fig. 14](#)), ne nous sont pas apparues analysables de façon fiable, même si souvent suspectées sur le bilan radiologique initial.

Enfin, nous n'avons pas étudié les problèmes de l'algodystrophie et de l'ostéoporose qui sera traitée dans le chapitre de P. Cronier.

Conclusion.

La démarche thérapeutique de ces fractures ne peut s'initialiser qu'à partir du bilan radiologique préopératoire, permettant d'étudier séparément puis conjointement les trois composantes lésionnelles. Cette étude rétrospective nous a montré que les bilans initiaux étaient très souvent insuffisants, conduisant à une thérapeutique "monolithique".

Si le bilan radiologique en incidence face et profil est toujours réalisé, d'autres explorations peuvent être ou sont nécessaires. Ainsi, les clichés de trois quarts devraient être systématiques, comme nous l'a démontré l'étude prospective de Tours. L'existence d'un fragment postérointerne est extrêmement fréquente, souvent uniquement dépistée par ces seuls clichés ([fig. 15](#)). Les clichés en traction, réalisés sous anesthésie, sont également indispensables dans les fractures à grand déplacement ou à

forte impaction articulaire. Ils peuvent également démasquer des lésions ligamentaires, notamment intra-carpiennes (diastasis). Les explorations par tomographies ou scanner sont difficiles à réaliser dans le cadre de l'urgence et nous paraissent devoir être réservées aux lésions graves, en particulier du sujet jeune (< 45 ans).

Nos résultats démontrent, à de très rares exceptions près, que *ces fractures sont évolutives*, même si la réduction initiale et le brochage sont satisfaisants. Les modifications des paramètres radiologiques sont précoces, et ceci doit conduire à une surveillance plus attentive (cliché de contrôle à J15); cependant, le cliché à J8 est faussement rassurant, les déplacements majeurs à cette date étant en relation avec une insuffisance technique visible sur de bons clichés postopératoires. Enfin, on ne peut considérer ces fractures comme réellement stabilisées qu'entre quarantecinq jours et trois mois, le délai "biologique" de consolidation finale se situant probablement aux environs de sept semaines.

Nos résultats radiologiques ne sont pas aussi optimistes que ceux des séries de "Kapandji" déjà publiés, et pour nous, le brochage de Kapandji, montage dynamique initial, le reste jusqu'à la consolidation, probablement plus comme spectateur qu'acteur. Ces résultats démontrent tout de même l'amélioration apportée par ce type de montage, face à son prédécesseur qu'était le brochage styloïdien (Castaing¹⁰). Ils sont par ailleurs sans comparaison avec les résultats des traitements orthopédiques (réductionimmobilisation)

CORRÉLATIONS RADIOCLINIQUES

J. LAULAN

Au terme des résultats radiologiques, nous allons essayer de préciser quel est le retentissement du résultat morphologique sur le résultat fonctionnel.

Pour cela, il faut d'abord redéfinir les objectifs thérapeutiques d'une FEIR. Comme pour toute fracture, le but du traitement est de donner un résultat fonctionnel optimal en fonction de l'âge du patient et en étant le moins iatrogène possible. Pour évaluer au mieux les résultats et les différentes interactions, il faut bien avoir à l'esprit que trois intervenants vont influencer sur l'évolution. Ce sont: la lésion initiale, le malade et le chirurgien.

Nous nous sommes refusés à faire une cotation chiffrée additionnant des paramètres hétérogènes et nous avons en permanence dissocié les résultats radiologiques des résultats fonctionnels, les résultats objectifs des résultats subjectifs et l'appréciation du malade de celle de l'examineur qui était un examineur neutre.

Choix des critères d'évaluation des résultats.

Dans la série prospective de Tours, les mobilités et la force du côté controlatéral ont été systématiquement mesurées et ont été corrélées aux mesures du côté fracturé. Pour tous les secteurs de mobilité et pour la force, la grande majorité des mesures du côté fracturé était inférieure aux mesures controlatérales. Et, les corrélations des rangs entre côté fracturé et non fracturé étaient aussi hautement significatives. De plus cette étude préalable nous a montré qu'il existait de grandes variations interindividuelles du côté sain. Ces arguments valident, contrairement à ce qui se passe pour la radiologie, l'utilisation du côté controlatéral, sain, comme référence.

Seules les mobilités en flexion, extension et pronosupination ont été retenues pour évaluer le résultat sur la mobilité. En effet, les analyses factorielles ont montré une très grande influence des inclinaisons dans le plan frontal (inclinaisons radiale et ulnaire) sur le résultat "mobilité". De plus, il s'agissait de secteurs peu étendus où l'erreur de mesure était importante et où la moindre perte faisait changer le malade de catégorie. Enfin, les inclinaisons n'ont pas été retenues dans les échelles d'évaluations d'autres auteurs. N'ont été retenues pour analyser les résultats sur la force que les mesures bilatérales faites au Jamar.

La mobilité a été considérée comme "bonne" si la perte restait inférieure à 25 % pour chacun des quatre

secteurs. Le résultat devenait "moyen" dès que la perte était supérieure à 25 % dans un seul secteur et, "mauvais" dès que la perte était supérieure à 50 % dans un secteur. Il s'agit donc d'une cotation sévère de la mobilité.

Les mêmes bornes de 25 et 50 % ont été retenues pour la force.

Ont aussi été évalués les résultats fonctionnels subjectifs qui prenaient en compte d'une part la douleur et d'autre part l'appréciation du patient. Le paramètre "douleur;" a été classé en trois groupes: "douleur absente", ou bien survenant seulement de façon "épisode", pour des activités inhabituelles" ou "permanente, invalidante". Enfin, il a été demandé au patient s'il considérait le résultat comme "bon", ou bien "tolérable" (compatible avec sa demande fonctionnelle) ou bien "mauvais".

Enfin, l'examineur a évalué le résultat morphologique et le résultat fonctionnel en bons, moyens et mauvais, en fonction de son impression et en prenant en compte le terrain (profil psychologique et âge).

Résultats.

De la série globale des 285 cas, 137 avaient eu une radio. à un an et, parmi eux, l'évaluation clinique était exploitable dans 124 cas. L'âge moyen était de 52 ans (de 16 à 92). La population était constituée de 70 % de femmes et de 30 % d'hommes.

Les fractures étaient de type métaphysaire dans 55 % des cas et mixtes dans 45 %. Il n'y avait pas de fracture épiphysaire. Il s'agissait de fractures complexes dans 90 % des cas.

Les résultats objectifs et subjectifs sont rapportés dans les tableaux I et II.

I - Résultats objectifs (%)				
	Radio.	Mobilité	Force	
Bon	38	51	64	
Moyen	41	33	23	
Mauvais	21	16	13	

II - Résultats subjectifs (%)				
	Douleur	Appréciation	Appreciation examinateur morpho	Appreciation examinateur fonction
Bon	67,5	55	57,5	64,5
Moyen	29	39	36	19
Mauvais	3,5	6	6,5	16,5

Discussion.

Le choix des critères d'évaluation repose sur une démarche rigoureuse qui démontre que les mesures du côté controlatéral sont nécessaires pour évaluer le résultat clinique objectif (mobilité et force). La population évaluée cliniquement est tout à fait représentative de la série globale en ce qui concerne les paramètres de départ. Ceci permet raisonnablement d'extrapoler les résultats cliniques à l'ensemble de la population. Il y a une large majorité de femmes (70 %) comme c'est habituel dans les séries de FEIR. Bien sûr, il n'y a pas de fracture épiphysaire car il s'agit d'une série de brochages intrafocaux. L'algodystrophie n'a pas été évaluée dans cette série car il s'agit d'une étude rétrospective.

Les résultats radiologiques sont, dans l'ensemble, superposables à ceux de Tours, alors que la mobilité tend à être un peu meilleure. Par contre, les résultats sur la douleur et l'appréciation du patient sont significativement moins bons. Ceci est probablement dû au caractère prospectif de l'étude tourangelle. Bien que celle-ci comporte des fractures plus sévères (33 % de fixateurs externes), le suivi régulier des patients pourrait influencer favorablement sur leur appréciation. L'appréciation de l'examineur, quant à elle, tend à être optimiste, surtout en ce qui concerne les résultats morphologiques (jugés "bons" dans 57,5 % alors qu'il ne sont bons que dans 38 % des cas). Ceci confirme la sévérité de nos critères objectifs.

Analyse des corrélations entre les résultats cliniques et les différents paramètres.

Sur l'ensemble de la population il n'y a pas de liaison apparente entre le terrain et les résultats cliniques. Le rôle du terrain n'a pu être mis en évidence que dans le groupe des mauvais résultats radiologiques à un an. Dans ce groupe, l'appréciation du patient est significativement différente selon le groupe d'âge ($p = 0,06$), aucun patient à partir de 65 ans n'est totalement insatisfait et les femmes sont significativement moins insatisfaites que les hommes ($p = 0,003$), alors que le sexe et la gravité de la fracture ne sont absolument pas liés ($p = 0,89$). Cela tient, peut-être à une demande fonctionnelle plus importante chez l'homme ?

En ce qui concerne la fracture, le type et la gravité de la fracture n'ont pas d'influence, ni sur la mobilité à un an, ni sur l'appréciation du patient. Par contre, la composante métaphysaire semble avoir

un retentissement sur la force et en particulier par le caractère "M prime" du trait métaphysaire qui est associé à une baisse significative de la force ($p < 0,01$). Plusieurs auteurs ont déjà montré que, si le trait métaphysaire aboutit dans l'articulation RUD, le résultat fonctionnel est moins bon (Frykman, 1967²⁷; Roysam, 1993⁶¹). Enfin, la composante " C " de la fracture a aussi une influence sur la supination ($p = 0,02$) et peut-être sur la force, avec tendance à être associé à force moindre dès qu'il existe une fracture de la base de la styloïde ulnaire.

Pour ce qui concerne les relations entre le résultat morphologique et les résultats fonctionnels objectifs: la radiographie et la mobilité sont très liées ($p = 0,006$), alors que la radiographie et la force ne sont pas du tout liées ($p = 0,85$). L'analyse séparée des trois principaux paramètres radiologiques montre que la force tend à être liée à l'I.F. ($p = 0,1$). Or, l'I.F. est globalement bien restituée ce qui explique qu'il n'y ait pas de liaison entre le résultat radiologique global et la force. Par contre, la mobilité est très liée à l'I.R.U.D. ($p = 0,02$) et à la B.S. ($p = 0,01$). On comprend ainsi que mobilité et force ne soient pas liées puisqu'elles dépendent chacune de paramètres morphologiques différents. Au total, à un an, le résultat fonctionnel objectif est influencé par les différents paramètres morphologiques et est donc lié au résultat radiologique.

Pour ce qui concerne les relations entre le résultat morphologique et la douleur: la présence d'une douleur mécanique à un an est très liée au résultat radiologique ($p = 0,008$).¹¹ est intéressant de remarquer que la douleur est essentiellement liée à l'I.F., un peu moins à la B.S., alors qu'elle n'est pas du tout liée à l'I.R.U.D. contrairement à ce qu'on pourrait penser.

L'appréciation du patient et résultat radiographique global à un an sont liés ($p < 0,05$). Par contre, si on considère isolément les trois paramètres radiologiques, seule la B.S. semble avoir une légère liaison avec l'appréciation du patient. Pour ce qui concerne la marche d'escalier (M.E.) articulaire, sur les 29 M.E. de la série, seuls huit patients ont pu être évalués à un an. Le nombre est insuffisant pour que les résultats aient une valeur formelle, mais quatre patients sur les huit considéraient leur résultat comme non satisfaisant. Au total, dès un an, le résultat radiologique a une influence sur tous les paramètres cliniques: surtout sur la mobilité, la douleur et l'appréciation du patient. Il n'y a guère que sur la force que la radiographie n'a pas d'influence mais probablement parce que la force est liée à l'I.F. qui est globalement bien restituée.

Il est intéressant de voir comment se positionne l'examineur. L'évaluation du résultat morphologique par l'examineur est très liée au résultat radiologique mesuré ($p < 0,0001$). Ainsi, l'appréciation de l'examineur a une bonne concordance en ce qui concerne la radiographie. Mais, son évaluation morphologique est globalement optimiste et elle est peu liée à l'appréciation du patient. L'évaluation du résultat fonctionnel par l'examineur est, par contre, très liée à l'appréciation du patient mais son appréciation est probablement influencée par le résultat radiologique ($p = 0,02$). Et, là encore, l'examineur tend à être optimiste.

Qu'en est-il maintenant de l'appréciation du patient ? Nous avons vu que l'âge rend plus tolérant et que les femmes sont moins insatisfaites que les hommes. Ni le type, ni la gravité de la fracture ne semblent avoir d'influence. Ainsi, l'évènement "fracture" ne paraît pas avoir d'influence directe sur l'appréciation du patient à un an. Par contre, l'appréciation est liée au résultat radiologique global ($p = 0,04$) et elle est surtout très liée à

la mobilité et à la force ($p < 0,0001$) en sachant que la mobilité est elle-même conditionnée par la radiographie. L'appréciation du patient est aussi très liée à la présence d'une douleur sur le versant interne du poignet ($p < 0,001$) et l'appréciation est d'autant plus mauvaise que la douleur est importante. Enfin, il faut rappeler que l'algodystrophie conditionnait le plus la satisfaction du patient dans la série prospective de Tours, ($p < 0,0001$); peut-être par l'intermédiaire de la mobilité et, surtout, de la force qui sont significativement liées à l'algodystrophie.

En conclusion..

Cette étude confirme les données récentes de la littérature (Knirk et Jupiter, 1986⁴⁰; Melone, 1986⁴⁸; Solgaard, 1988⁶⁶; Bradway, 199²⁹; Trumble, 1994⁶⁸). En effet, et malgré un recul faible, le résultat morphologique conditionne en grande partie le résultat fonctionnel et l'appréciation du patient.

LA RADIO ULNAIRE DISTALE FACE A L'EMBROCHAGE

M. LE BOURG

INTRODUCTION

Nous avons vu que les douleurs du compartiment interne du poignet étaient une des principales causes de résultats non satisfaisants et qu'à un an il apparaissait une relation entre clinique et résultats morphologiques insuffisants au niveau de l'articulation radio ulnaire distale (R.U.D.).

Nous savons également qu'à moyen et long terme ces douleurs internes sont un des principaux motifs de consultation pour séquelles de fractures de l'extrémité inférieure du radius.

Frykman²⁶ puis Mansat⁴⁶ retiennent trois grandes causes aux douleurs internes:

- l'instabilité résiduelle liée aux lésions ligamentaires, les séquelles des fractures articulaires de l'articulation R.U.D., les modifications de l'index radioulnaire distal (I.R.U.D.)

Notre étude, axée sur l'embrochage, a surtout étudié l'I.R.U.D. plus spécifiquement influencé par le mode d'ostéosynthèse, il est néanmoins intéressant de s'arrêter sur les deux premières causes.

LES LÉSIONS LIGAMENTAIRES

Elles sont connues depuis l'origine, Colles¹² les évoque dès 1814. Castaing¹⁰ les classe sous le nom de "dérangement interne du poignet", terme qu'il emprunte à Milch⁵¹. Palmer⁵⁶ a précisé l'anatomie du complexe ligamentaire ulnaire et Bowers⁸ la physiopathologie des lésions traumatiques de la R.U.D. Miniez et Thomine⁵² ont rapporté six cas de luxation antérieure de la tête de l'ulna associée à la fracture de l'extrémité inférieure du radius et proposé un schéma des lésions potentielles qui insiste en particulier sur leur étendue. Gerwin et Weiland²⁹ ont essayé de quantifier le déplacement de l'extrémité inférieure du radius susceptible d'engendrer des lésions ligamentaires de la R.U.D. Ils concluent qu'une bascule dorsale de 28°, une translation dorsale de 5,8 mm ou un raccourcissement de 2,7 mm sont le maximum tolérable pour le ligament triangulaire qui au-delà se rompt.

Pour autant qu'elles soient fréquentes ces lésions ont-elles des conséquences fonctionnelles ?

Pour Castaing, le diastasis influence peu le résultat final. Il diminue uniquement l'inclinaison ulnaire mais ne limite pas la pronosupination et s'accompagne rarement de douleurs internes. Ceci est confirmé par Frykman²⁷ qui ne retrouve que 11% d'instabilité dans le groupe des douleurs du compartiment interne.

Les études biomécaniques récentes viennent tempérer cet optimisme; Viegas⁷² montre que l'instabilité R.U.D. retentit sur la radiocarpienne en modifiant les pressions transmises au lunatum, en translatant du côté palmaire les zones de pression maximum.

Dans la série prospective de Tours, le diastasis est présent quatre fois sur quarantesix et correspond à un résultat non satisfaisant une fois sur deux.

LES FRACTURES DE LA STYLOÏDE ULNAIRE

Elles sont très fréquentes, présentes dans 65 % des cas; dans près de 30 % des cas, il s'agit d'une fracture C2 qui témoigne pour Palmer d'une avulsion du ligament triangulaire⁵⁶

La pseudarthrose est fréquente mais, qu'il y ait ou non pseudarthrose, la fracture de la styloïde dans notre série:

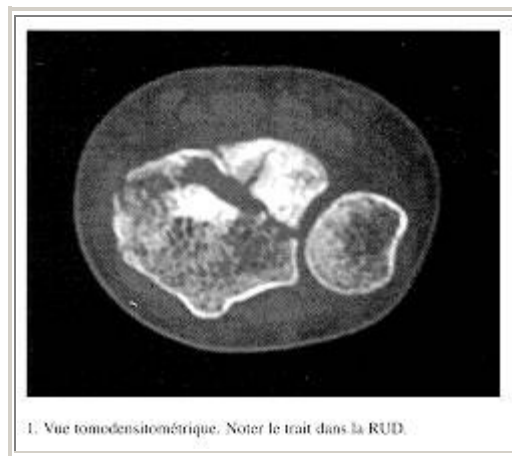
- n'est pas corrélée à l'appréciation globale du patient, n'est pas corrélée à la présence d'une douleur interne, est corrélée à la mobilité, en particulier la supination ($p < 0,02$) et, à un moindre degré, la flexion palmaire.

Ceci est confirmé par Smaill⁶⁴; pour Frykman²⁷ les résultats fonctionnels sont plus péjoratifs: il retrouve environ 10 % de moins de résultats satisfaisants dans le groupe avec fracture de la styloïde ulnaire indépendamment des autres critères.

LES FRACTURES ARTICULAIRES DE LA R.U.D.

Elles touchent exceptionnellement la tête de l'ulna (1,05 % des cas dans notre série) mais sont très fréquentes au niveau de l'incisure ulnaire du radius.

Elles correspondent à un trait métaphysaire prolongé dans l'articulation ou à un trait épiphysaire vertical interne. Le scanner ou l'I.R.M. (fig. 1) permettent parfois de mieux les explorer.



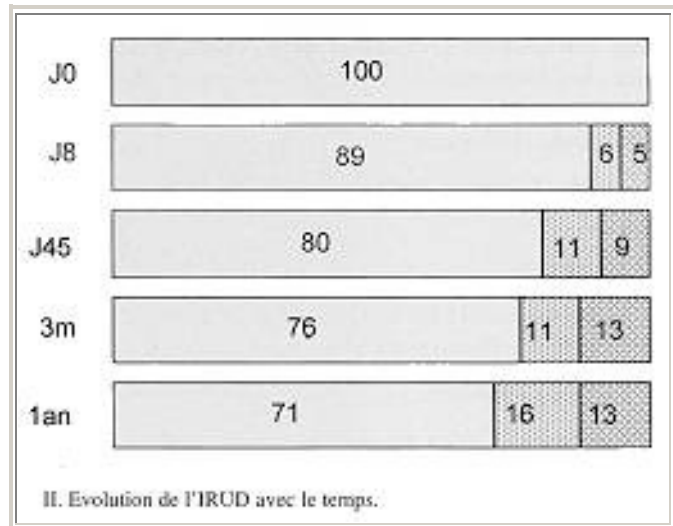
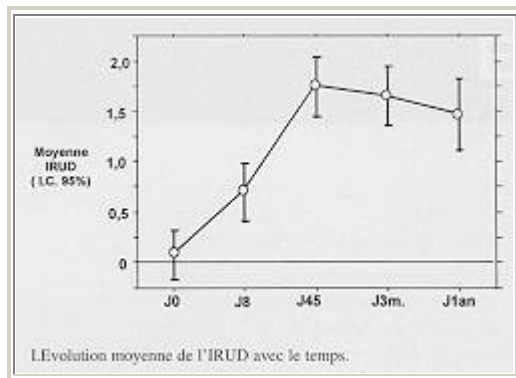
Elles sont présentes dans 41 % des cas pour Frykman qui en fait une des bases de sa classification (types V. VI. VII, et VIII).

Cette fracture n'a pas d'influence significative sur la mobilité, elle est par contre corrélée à la force. Ceci est confirmé par Villar⁷³ avec un recul moyen de trois ans. Pour Frykman 76 % des patients qui ont une douleur interne ont une fracture articulaire de la R.U.D.

LES MODIFICATIONS DE L'INDEX

RADIOULNAIRE DISTAL

La perte de correction est constante. Elle est en moyenne de 1,75 mm. Elle apparaît précocement: importante et significative jusqu'à quarante jours (tabl. I). A un an, le résultat est moyen ou mauvais dans 29 % des cas (tabl. II)



Dans quelle mesure l'I.R.U.D. influence le résultat ?

Il existe une corrélation ($p < 0,0001$) entre I.R.U.D. et appréciation globale du patient, entre I.R.U.D. et douleurs. (R.U.D. isolées ou R.U.D. et R.C. associées). De même, il existe une corrélation entre I.R.U.D. et mobilité globale, en particulier flexion palmaire et pronation. L'I.R.U.D. n'est par contre pas corrélé à la force (cf. Castaing¹⁰).

On retrouve des constatations semblables dans la littérature: relation entre I.R.U.D. et douleur (Castaing¹⁰, Frykman²⁷, Jenkin³⁰), entre I.R.U.D. et résultat fonctionnel (Aro¹, Trumble⁶⁸). Pour Jenkins également, les douleurs corrélées à l'index ne sont pas uniquement localisées à l'articulation R.U.D. Aro essaie de quantifier le raccourcissement tolérable: il trouve 4 % de moyens et mauvais résultats pour un I.R.U.D. inférieur à + 3 mm; 25 % pour un index compris entre + 3 mm et +5mm; et 31 % pour un index supérieur à +5 mm.

Par quel mécanisme le raccourcissement radial influence le résultat ?

Deux grandes causes sont en général retenues:

La perte de congruence articulaire.

Pour Lidstrom⁴⁴, tout raccourcissement radial entraîne une incongruence articulaire et est susceptible de provoquer des lésions dégénératives à long terme. Kopylov⁴¹, confirme cette corrélation entre raccourcissement du radius et lésions dégénératives, dans une série avec un recul de trente ans, indépendamment du caractère intra ou extraarticulaire de la fracture. Cette arthrose concerne à la fois la R.U.D et la R. C.

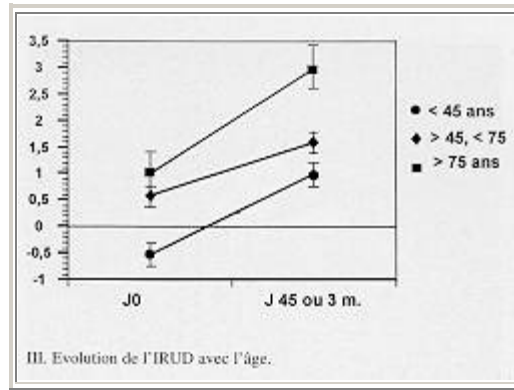
L'impaction ulnocarpienne.

Définie par Friedman et Palmer²⁵, elle est liée à une pression excessive entre ulna et lunatum, qui entraîne une détérioration progressive du ligament triangulaire, une chondromalacie de la tête de l'ulna et du lunatum, et une lésion du ligament lunotriquétral. Ces lésions sont évolutives (Uchiyama⁶⁹).

Quels facteurs influencent la modification de l'I.R.U.D. ?

Le terrain.

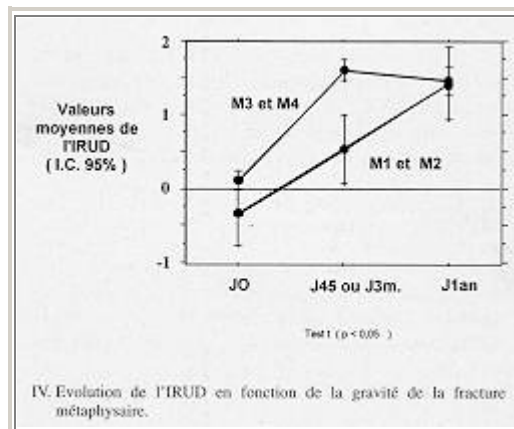
L'âge est corrélé à l'importance de la perte de l'index (< 75 ans / > 75ans) (tabl. III).



Le type de fracture.

La perte de l'index est corrélée à la gravité de la fracture (simple/complexe). Il n'y a pas de relation avec le caractère articulaire de la fracture, qu'on compare fracture épiphysaire simple (E0, E1, E2) à fracture épiphysaire complexe (E3, E4) ou fracture métaphysaire isolée à fracture métaphysaire-épiphysaire.

Le rôle de la complexité de la fracture métaphysaire est plus nuancé. Il existe une différence significative entre M1 M2 et M3 M4 à quarantecinq jours et trois mois mais cette différence ne se retrouve pas à un an (tabl. IV). On peut rappeler que pour Jenkins 31 (qui étudie des résultats de traitement orthopédique), le meilleur facteur pronostic d'un déplacement secondaire n'est ni l'importance de la comminution métaphysaire, ni le caractère articulaire de la fracture mais le déplacement initial.



Le type d'embrochage.

Le nombre de broches (deux, trois ou plus) n'a pas d'influence, ni dans la série globale, ni dans les sous groupes M3E0 ou M3E3.

La notion de "bon brochage" est par contre significative: la perte d'index est moins importante dans le groupe des bons résultats radiologiques initiaux .

CONCLUSION

L'articulation R.U.D. est presque constamment impliquée dans les fractures de l'extrémité inférieure du radius. Les intrications biomécaniques entre R.U.D. et R.C. expliquent que le retentissement fonctionnel des lésions de la R.U.D. n'est pas limité à cette articulation.

Il faut insister sur la fréquence de l'instabilité et des fractures articulaires mais surtout sur la difficulté à maintenir la correction de l'I.R.U.D. et le caractère évolutif des conséquences de ce raccourcissement radial. Cette perte de correction est une limite du brochage isolé.

LES CALS VICIEUX ET LES LÉSIONS INTRACARPIENNES

Patrick FRANÇOIS

Diminuer la fréquence des déplacements secondaires passe par une meilleure sélection des fractures à traiter par embrochage; mais, nous avons voulu savoir ce qui, dans l'instabilité du montage, était dû à des défauts techniques. Peut-on améliorer nos résultats en faisant de bons embrochages ?

Pour essayer de répondre, il nous a fallu essayer de définir un embrochage correct.

Kapandji, dès 1987 ³⁷, recommande l'utilisation de trois broches par l'adjonction d'une deuxième broche postérieure. Il paraît, en effet, illusoire de vouloir contrôler le déplacement postérieur du fragment épiphysaire par une seule broche, dès lors que la comminution intéresse toute l'étendue de la corticale postérieure ou qu'il existe un trait de refond vertical qui sépare l'épiphyse en deux. Ces trois broches doivent être positionnées de façon précise autant dans le plan horizontal, c'est-à-dire tout autour de la métaphyse, qu'en hauteur par rapport au trait de fracture ([fig. 1](#)).

Kapandji a parfaitement décrit la position des deux broches postérieures. L'une doit être postéro-interne pour contrôler au mieux la partie interne de la fracture, la deuxième doit être postéro-externe. Le point de pénétration de la broche externe est moins précis. Décrit comme situé à l'aplomb du foyer de fracture, il est schématisé au décours des publications tantôt postérieur, tantôt antéroexterne. Une broche d'introduction plutôt antérieure et à direction antéropostérieure sur l'incidence de profil devrait pouvoir mieux contrôler le risque de mobilisation vers l'avant.

Les trois broches doivent assurer un appui stable à la corticale postérieure et à la corticale externe, il est donc important que leur introduction se fasse au bord inférieur de la comminution, la corticale peut alors prendre directement appui sur elle, sans zone de comminution intermédiaire.

Parmi nos 285 embrochages, nous avons recherché les cas qui comportaient à la fois une broche postéro-interne, une broche postéro-externe et une broche externe plutôt antérieure le tout réalisant un encoorbellement qui nous paraissait ainsi mieux à même de stabiliser l'épiphyse et de s'opposer à son ascension.

Nous avons ainsi pu comparer la mobilité du foyer de fracture en fonction de la qualité de l'embrochage.

Lorsque l'embrochage n'était pas parfait le foyer de fracture était plus souvent mobile et le déplacement se faisait plus souvent vers l'avant ($p < 0,05$). De même, lorsque le brochage n'était pas satisfaisant, l'ascension de l'épiphyse était plus marquée, comme le traduisait l'augmentation de l'index radiolunaire distal ($p < 0,02$).

Nous avons aussi comparé les brochages à deux et à trois broches, et nous avons pu mettre en évidence une différence de mobilité du foyer de fracture dans le plan sagittal en faveur des embrochages à trois broches ($p < 0,05$).

Nous n'avons pas pu mettre en évidence de relation entre la position de la broche externe et la fréquence du déplacement antérieur.

HYPERCORRECTION

Les hypercorrections ne sont qu'une expression de la difficulté qu'a l'embrochage à stabiliser le fragment distal dans certains cas.

Le risque d'hypercorrection a été signalé dès les premières séries de fractures de l'extrémité inférieure du radius traitées par embrochage intrafocal, il y a de cela déjà quinze ans. Pourtant, cette complication reste mal étudiée.

Cette hypercorrection est responsable d'une subluxation dorsale de la tête de l'ulna et d'une translation vers l'avant du carpe ([fig. 2](#)). La subluxation dorsale de la tête de l'ulna va perturber le jeu de l'articulation radioulnaire et retentir sur la pronosupination. L'effet à long terme de la translation du carpe n'est pas connu.

La fréquence des hyper corrections varie entre 5 et 13 % dans les séries importantes ([tabl. I](#)). Il s'agit donc d'une complication non rare, mais dont les causes restent mal précisées. Pour Kapandji, la survenue d'une hyper-correction est la conséquence d'une faute technique. Elle est due à la mise en place de broches postérieures trop verticales. Pour Lecestre et Delplace, la comminution post-traumatique de la corticale antérieure jouerait un rôle primordial. Elle favorise une hyper réduction initia

le susceptible de s'aggraver ou de permettre un déplacement secondaire. cales.

, surtout en cas de broches trop verticales.

Tavernier a rapporté, lors de la réunion du Groupe d'Etude de la Main en 1994, la première série hyper-correction regroupant vingt cas présentant une bascule sagittale moyenne de 25°. La fréquence des lésions de l'articulation radioulnaire, qu'il constate dans 65 % des cas, représenterait un troisième facteur de risque. A la suite de ce travail, il estime à 30° de bascule antérieure le seuil au-delà duquel une gêne fonctionnelle importante apparaît.

Pour la table ronde, nous avons collecté des dossiers "hyper-correction" de toute origine. Nous avons choisi de ne prendre que les cas présentant une bascule antérieure supérieure ou égale à 25°; car, physiologiquement, la glène radiale peut avoir une orientation vers l'avant de 20° et le poignet controlatéral ne peut pas être pris comme référence.

Nous avons ainsi pu réunir une série à part de vingt et un dossiers ([tabl. II](#)). Les fractures étaient toutes des fractures en compression-extension, à grand déplacement et associé à une atteinte articulaire dans 65 % des cas.

Il s'agissait donc de fractures potentiellement instables, mais le risque d'une hyper-correction secondaire à une comminution corticale antérieure préopératoire n'était prévisible que dans deux cas. Une atteinte radio

ulnaire était présente dans un peu plus de la moitié des cas. Le traitement a toujours consisté en un embrochage intrafocal, le plus souvent à trois broches.

Parmi les facteurs étiologiques déjà décrits, nous avons retrouvé une orientation anormalement verticale des broches postérieures ([tabl. III](#)). Celles-ci étaient en moyenne inclinées de plus de 10° par rapport à celles de la série de la table ronde. Mais toutes les broches n'étaient pas trop verticales, et ce seul élément ne permet pas d'expliquer toutes les hyper-corrections.

La corticale antérieure nous a paru jouer un rôle très important ([tabl. IV](#)). Elle n'a été jugée correctement réduite, sur les radiographies postopératoires immédiates, que dans 19 % des cas. Plusieurs défauts de réduction pouvaient être associés. Le défaut le plus fréquent était une translation antérieure du fragment distal présente dans 65 % des cas ([fig. 3](#)). Une translation postérieure était beaucoup plus rare. Un chevauchement cortical était présent d'emblée dans 43 % des cas. Dans un cas, la corticale antérieure a probablement été fracturée au moment de la réduction ([fig. 4](#)).

Beaucoup de fractures ont été hyperréduites d'emblée.

Sur la radiographie postopératoire immédiate, une bascule sagittale supérieure ou égale à 20° était présente dans 38 % des cas. Pour dix-sept dossiers, on dispose de radiographies de contrôle faites

entre J8 et J15. A cette date, dans 88 % des cas, il existait déjà une bascule sagittale supérieure ou égale à 20°. Malgré la grande fréquence des hypercorrections constatées sur les radiographies de contrôle, seule une fracture a été reprise à J15 avec malheureusement peu d'influence sur le résultat final.

Deux autres patients ont été réopérés quelques mois après l'obtention de la consolidation. Ils avaient 32° et 34° de bascule sagittale. Ils ont tous les deux bénéficié d'une ostéotomie greffe selon Duparc avec de bons résultats.

Nous n'avons pas mis en évidence d'influence du mode d'immobilisation sur l'importance du déplacement.

Ainsi les hypercorrections nous paraissent plus souvent dues à des défaut de réduction qu'à des déplacements secondaires. Elles sont favorisées par une mauvaise réduction de la corticale antérieure. Le fragment de corticale distale passe en avant, l'appui dans le spongieux métaphysaire est mécaniquement incapable d'empêcher la bascule antérieure de s'aggraver. Ce déplacement ou l'aggravation de l'hyperréduction initiale se fait rapidement dès les premiers jours. Leur constatation doit imposer une reprise pour réduction et stabilisation. Cette stabilisation antérieure sera au mieux assurée par une plaque.

LES LÉSIONS ARTICULAIRES

Les fractures articulaires sont sûrement une des limites du traitement des fractures de l'extrémité inférieure du radius par un embrochage intrafocal. Le caractère articulaire est en lui-même un facteur d'instabilité et la réductibilité des lésions articulaires par manoeuvres externes reste aléatoire. Ainsi Knirk⁴⁰ constate que les enfoncement souschondraux ne peuvent être réduits que dans moins d'un cas sur deux. Cette atteinte articulaire est très fréquente et doit donc être systématiquement recherchée. Elle se fera au mieux sur un dossier radiologique complet, comportant en plus des incidences de face et de profil, des trois quart et une radiographie post-réductionnelle. Elle s'exprime par des écarts interfragmentaires, des marches d'escalier, des enfoncements sous chondraux.

Les cals vicieux articulaires seront à l'origine d'une arthrose. L'incidence de l'arthrose posttraumatique et ses conséquences fonctionnelles sont mal connues et sont largement sous estimées dans la littérature européenne. C'est pourtant une notion exprimée, dès 1951, par Gartland et Werley²⁸ qui retrouvent, avec un recul moyen de seulement un an et demi, 22 % d'arthrose en cas d'atteinte articulaire. Cette fréquence élevée a été confirmée par la suite ([tabl. V](#)). Le taux d'arthrose augmente avec le recul. Kopilov⁴⁾ a revu des fractures articulaires avec un recul moyen de trente ans. Il retrouve 98 % d'arthrose radiocarpienne avec deux facteurs de risque principaux aux effets cumulatifs. L'incongruence articulaire qui agit dès qu'elle est supérieure à un millimètre et le raccourcissement radial. Son étude confirme la notion de relative bonne tolérance des modifications de l'orientation de l'épiphyse dans le plan sagittal qui ne deviennent invalidantes que lorsqu'elles sont importantes.

L'arthrose sera d'apparition d'autant plus rapide et sera d'autant plus vite symptomatique que l'incongruence sera importante. Dans la série de Kopilov, l'arthrose s'était installée même pour une incongruence faible. Knirk⁴⁰, Bradway⁹, Porter⁵⁸ ont pu montrer qu'une marche d'escalier ou un espace interfragmentaire supérieur ou égal à deux millimètres entraîne une arthrose en quelques mois dans 100 % des cas. Elle est alors symptomatique et retentit sur le résultat fonctionnel objectif et subjectif. Kopilov a aussi constaté que c'est l'arthrose radiocarpienne qui a le plus d'incidence à long terme sur la douleur et la gêne fonctionnelle.

Dans la série de la table ronde, sur 285 fractures, 75 % étaient articulaires. Parmi ces fractures, 123 étaient des fractures déplacées à plus de trois fragments, dont 29 soit 24 % gardaient une marche d'escalier sur la radiographie postopératoire et, dans un cas sur deux, cette marche d'escalier était supérieure ou égale à deux millimètres.

La constatation d'une atteinte articulaire sévère, même si elle est associée à une lésion métaphysaire bénigne, doit donc le plus souvent faire renoncer à un traitement par embrochage ou du moins le faire

abandonner, s'il ne permet pas une réduction articulaire parfaite. Ceci est particulièrement vrai pour le sujet jeune.

LES LÉSIONS LIGAMENTAIRES

Les lésions ligamentaires dans les fractures de l'extrémité inférieure du radius sont de plus en plus recherchées, expliquant que leur fréquence rapportée dans les séries augmente régulièrement ([tabl. VI](#)). Ces lésions intéressent les ligaments intracarpiens, le scapholunaire en particulier et le complexe ligamentaire radioulnaire distal.

Les séries les plus récentes font état de près de 20 % de lésions scapholunaires. Il s'agit donc d'une atteinte fréquente, même s'il faut savoir interpréter avec prudence un diastasis scapholunaire au fur et à mesure que l'âge augmente.

Fontes²⁴ en 1992 a recherché les lésions ligamentaires dans cinquante-huit fractures du poignet par des arthrographies peropératoires systématiques ([tabl. VII](#)). On peut constater la grande fréquence de l'atteinte radio-ulnaire; mais, là aussi, il faut savoir que les lésions dégénératives sont très fréquentes. Cette étude souligne la fréquence de l'atteinte du ligament lunotriquétral qui serait plus importante que celle du ligament scapholunaire.

Enfin, Thomas a rapporté au GEM en 1992 une série prospective de quinze arthroscopies du poignet sur fractures récentes. 67 % des poignets présentaient des lésions ligamentaires fraîches.

La grande fréquence des atteintes ligamentaires contraste avec le peu de complications secondaires que l'on peut constater dans la pratique quotidienne. Il est donc probable que beaucoup d'entre elles cicatrisent.

Dans la série prospective de Tours, sur quarante-six dossiers, une lésion ligamentaire, qu'elle soit radio-ulnaire ou intracarpienne, était visible radiologiquement quinze fois, soit dans 32 % des cas. Comme dans la littérature, l'incidence des lésions scapholunaires est proche de 20 % ([tabl. VIII](#)).

La grande fréquence des lésions ligamentaires et la gravité de leurs séquelles justifient leur recherche systématique sur les radiographies préopératoires, mais aussi par la pratique de radiographies dynamiques notamment en traction. Mais, l'étude radiologique aussi soignée soit-elle ne dépistera pas toutes les lésions ligamentaires et nous y voyons là la justification d'une immobilisation systématique de quatre à six semaines de toutes les fractures de l'extrémité inférieure du radius.

L'EMBROCHAGE ET LE TERRAIN

P. CRONIER, A. TALHA, D. CHAPPARD, M. BASLE, I. BRECHET

La qualité du tissu osseux semble un facteur important à prendre en compte dans le traitement des fractures de l'extrémité distale du radius. Il est évident que la tenue des broches dépend directement des propriétés mécaniques de l'os dans lequel elles sont implantées.

Des coupes anatomiques d'extrémité distale de radius permettent de mieux appréhender ce problème ([fig. 1](#)). L'os de qualité normale présente des travées osseuses denses, remontant assez haut dans la métaphyse. L'ostéoporose, particulièrement importante chez la femme âgée, se manifeste par une raréfaction des travées qui disparaissent pratiquement de la zone métaphysaire, un peu comme si le canal médullaire s'étendait davantage vers l'épiphyse. A ce vide métaphysaire s'associe un amincissement cortical, particulièrement net sur la corticale postérieure, réduite à une mince pellicule au niveau de laquelle les broches trouveront un appui médiocre.

L'inégalité des sexes dans la conservation du capital osseux est bien connue. Notons, à titre d'exemple, qu'une femme de 70 ans a perdu en moyenne le tiers de sa masse squelettique alors que chez l'homme la déminéralisation est plus tardive et plus lente ([fig. 2](#)).

Nous n'avons retrouvé, dans la littérature, aucune étude appréciant l'influence de la qualité osseuse dans le résultat des fractures du poignet.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Pour intégrer ce facteur dans notre étude, il était nécessaire de quantifier la déminéralisation. Nous avons utilisé deux méthodes.

Nous avons d'abord eu recours à la radiogrammétrie. Il s'agit d'une technique ancienne, mise au point en 1960, largement supplantée depuis, dans les pays développés, par des techniques modernes (mais coûteuses) de densitométrie⁴². Elle est encore très utilisée dans les pays pauvres. Elle avait pour nous l'avantage d'être utilisable a posteriori sur la majorité des dossiers de la série de la table ronde. Presque toutes les radiographies initiales visualisaient le deuxième métacarpien et ce dernier est précisément l'un des os choisis préférentiellement pour la radiogrammétrie

Nous avons utilisé l'index métacarpien de BarnettNordin⁵ ([fig. 3](#)) qui est un pourcentage de la différence entre le diamètre externe et le diamètre centromédullaire, rapporté au diamètre externe et calculé au milieu de la diaphyse ($IM = \frac{D - d}{D} \%$).

Il s'agit donc d'une mesure de l'os cortical, mais elle est considérée habituellement comme un bon reflet du remodelage osseux dû au vieillissement.

Pour obtenir une mesure objective et reproductible, nous avons eu recours à un analyseur d'image avec un programme spécialement mis au point dans le Laboratoire d'Histologie de la Faculté de Médecine d'Angers. Cette analyse a été possible sur 190 dossiers. Ces données objectives et reproductibles ont été confrontées à une cotation indépendante subjective des mêmes dossiers en quatre catégories: de zéro, absence d'ostéoporose à trois, ostéoporose majeure, en passant par un, ostéoporose débutante et deux, ostéoporose moyenne. L'impression de l'examineur était éventuellement confortée par l'examen de plusieurs clichés initiaux. Le classement a été établi pour l'ensemble des dossiers par le même examinateur.

RÉSULTATS

La population de la série de la S.O.O. comporte une majorité de femmes, surtout d'un âge élevé, alors que les hommes représentent à peu près le tiers des dossiers, et groupés dans les tranches d'âge moyen ([fig. 4](#)).

Le travail statistique montre qu'il existe une excellente corrélation entre les quatre catégories subjectives d'ostéoporose et l'index métacarpien ([fig. 5](#)). Ainsi, lorsque l'os est qualifié de normal, l'index métacarpien est supérieur à 60, alors que l'ostéoporose majeure est corrélée à un index à 40.

Les dossiers de la série S.O.O. correspondent, dans la majorité des cas, à un tissu osseux de qualité normale ou faiblement déminéralisé et environ 10 % seulement à une ostéoporose majeure ([fig. 6](#)).

Lorsqu'on divise la population en trois tranches d'âge: jusqu'à 45 ans, 45-65 ans, et au-delà de 65 ans, on constate qu'il n'y a pas de corrélation statistique avec: le type fracturaire (métaphysaire ou mixte), ni avec la gravité de la fracture (comminution métaphysaire ou articulaire), ni avec le type de bascule secondaire (antérieure ou postérieure), ni avec l'importance du raccourcissement secondaire qui est comparable (de l'ordre d'1,5 mm). L'âge est faiblement corrélé ($p = 0,06$) avec l'importance de la perte en inclinaison frontale à 45 jours et au-delà. Il s'agit de déplacements très modestes, inférieur à $0,5^\circ$ chez les plus jeunes et atteignant à peine $1,5^\circ$ chez les plus âgés.

En divisant la population en deux catégories de qualité osseuse: os normal ou légèrement déminéralisé et ostéoporose moyenne ou majeure, on constate qu'il n'existe pas de corrélation statistique avec la gravité fracturaire, le type de bascule secondaire (antérieure ou postérieure) et l'importance du raccourcissement secondaire.

La qualité osseuse est faiblement corrélée ($p = 0,1$) au type de fracture: il semble exister un peu plus de fractures mixtes que de fractures métaphysaires pures en cas de déminéralisation.

Par contre, la qualité du résultat radiographique à quarantecinq jours et au-delà, est fortement corrélée: à la tranche d'âge ($p = 0,0003$), aux quatre classes de qualité osseuse ($p = 0,0008$) et à l'indice métacarpien ($p = 0,008$) ([fig. 7](#)).

DISCUSSION

Dans notre série, l'influence de l'âge est toutàfait comparable à celle de l'importance de l'ostéoporose, qu'elle soit mesurée de façon subjective ou plus scientifiquement. Ceci peut s'expliquer par la composition de notre population, les tranches d'âge jeune correspondent à une population mixte où prédominent les hommes, avec un os normal, alors que les tranches d'âge élevé sont l'apanage des femmes, plus déminéralisées. On obtient donc une répartition assez homogène de la qualité osseuse selon les différentes tranches d'âge.

Il est intéressant de constater que la qualité de l'os est pratiquement sans effet sur la gravité de la fracture et même sur son type (corrélation faible) ou le type de déplacement secondaire (antérieur ou postérieur). Il est, par contre, très surprenant de constater que le raccourcissement secondaire est identique dans les différentes catégories ([fig. 8](#)). Comment expliquer alors la différence très significative dans les résultats à long terme ? Les données statistiques montrent clairement, en fait, que même si le déplacement est identique, les chiffres postopératoires sont bien différents. Le point de départ postopératoire est toujours plus mauvais si l'os est de mauvaise qualité et même si ce résultat immédiat est encore tolérable, le déplacement secondaire inéluctable, particulièrement en raccourcissement, fera facilement évoluer un patient déminéralisé vers un mauvais résultat.

CONCLUSION

Cette étude est la première à montrer de façon formelle l'influence de la qualité osseuse sur le résultat du brochage dans les fractures de l'extrémité distale du radius. L'influence péjorative du vieillissement sur les résultats radiologiques doit toutefois être modulée par le fait que le grand âge qui intéresse surtout une population féminine, rend finalement assez tolérant comme cela a déjà été précisé dans cette table ronde. Parmi les mauvais résultats radiographiques à un an, sur dixsept personnes âgées de plus de 75 ans, treize sont satisfaites et sur vingt et une femmes quinze sont satisfaites.

LES COMPLICATIONS EXTRAOSSEUSES

G. RAIMBEAU

L'**infection** profonde est relativement rare après embrochage, l'infection superficielle localisée sur les orifices de broches est une complication qui peut favoriser leur migration, et ce d'autant que l'ancrage initial sera peu solide.

Les complications nerveuses, liées à l'agression ou à une section d'une des branches superficielles du nerf radial au poignet, sont difficiles à évaluer, probablement de l'ordre de 5 %, elles n'ont jamais entraîné de réintervention dans notre série. L'irritation régionale reste fréquente et peut durer six mois, souvent exacerbée par les adhérences cutanées. L'épuisement axonal lié à l'âge favorise probablement l'acceptation de la complication neurologique. Dans le cas contraire, la suture secondaire ou la neurolyse en atmosphère fibreuse donne des résultats aléatoires et, pour notre part, nous préférons le traitement par délocalisation des névromes. L'irritation du nerf médian au carpe est rarement liée à une migration de broche, elle est assez fréquente dans l'atmosphère post-traumatique mais elle appartient plus au cadre de la fracture qu'à celui de l'embrochage. Il faut surveiller la décompensation canalaire et ce d'autant que 1 % de la population aurait un syndrome du canal carpien.

Les complications tendineuses sousentendent celles des extenseurs. A l'époque du traitement orthopédique systématique, on note moins de 1 % de rupture du long extenseur. Cette complication est déjà décrite en 1913 par Heineke avec deux théories pouvant être associées: celle de l'ischémie du compartiment 3 et celle du trajet coudé sur le tubercule de Lister ajoutée au faible déplacement fracturaire. Ce taux double ou triple avec l'embrochage (cf. tabl. I). Si la lésion du long extenseur peut prêter au doute étiologique, il n'en est pas de même pour les autres doigts où l'agression du talon de la broche est le seul élément responsable quand il ne s'agit pas d'une fixation perprimam. La protection du talon par capuchon est abandonnée car non fiable. L'invention du boulon Arum par Kapandji est très intéressante car, outre le rôle protecteur, le cône de ce boulon permet de combler la comminution et donc de mieux stabiliser la fracture. Malheureusement, le prix en est rédhibitoire et il faut souligner l'obligation de bien utiliser ces boulons, en particulier en ne laissant pas dépasser les extrémités des broches (cf. figure). Il est probable que des progrès technologiques seront faits pour ces capuchons protecteurs ainsi que pour les pinces coupantes qui, idéalement, devraient laisser une coupe nette non acérée.



II. Relation Algodystrophie / Absence d'immobilisation.

	Absente	Douteuse	Certaine	Total
Pas d'immob	7	6	1	14
Immob.	40	1	6	47
Total	47	7	7	61

En réunissant dixneuf cas de complications tendineuses provenant de dossiers à la fois de la série de la table ronde, mais également de l'envoi de dossiers de collègues, il nous a été permis d'établir un portraitrobot de la complication tendineuse. Elle atteint, avant tout, le long extenseur du pouce dans un contexte de broche coupée sous la peau voire au ras de l'os, dont l'extraction a été faite sous anesthésie locale et probablement souvent sans garrot. La découverte de la rupture est souvent tardive car masquée par l'incapacité initiale (si l'on ne prête pas une attention systématique à ce risque tendineux). On pourrait proposer de laisser les talons de broche en arrière, sur une radiographie, de la ligne dorsale des métacarpiens.

L'algodystrophie (AD) est sous dépendance multifactorielle et reste redoutable pour le pronostic final. Sa fréquence est de 26 % dans la série prospective globale réalisée à Tours, dont 22 % pour les seuls embrochages de Kapandji, ces chiffres étant validés sur le plan statistique et on les rapprochera du travail prospectif d' Atkins ² qui retrouve 25 % d'algodystrophie à six semaines, après des traitements orthopédiques dont 62 % garderont des séquelles à six mois. Si les grandes immobilisations plâtrées lourdes bloquant le coude voire une partie des doigts, sans surveillance, sont moins rencontrées puisque le traitement orthopédique est moins utilisé, il ne faut pas croire, à l'opposé, que l'absence d'immobilisation comme le demande la méthode de Kapandji fait disparaître l'algodystrophie. Nos résultats doivent être tempérés par le faible échantillonnage (cf. tabl. II). Il n'en demeure pas moins qu'ils montrent, avec certitude, que seule la moitié de l'effectif des poignets libres n'a pas eu l'algodystrophie en se référant à l'examen clinique à un an. Nous sommes donc favorables à l'immobilisation laissant libre le coude (sauf en cas de lésion associée de la radioulnaire distale), car cette immobilisation permet la cicatrisation capsuloligamentaire et de traiter de façon efficace la douleur des premiers jours, douleur qu'il faut combattre si l'on veut diminuer le risque d'algodystrophie.

1913 HEINEKE	Ext. Pollicis Longus
1967 FRYCKMAN	3 cas /430 (0,7 %) de J28 à J90
1964 CASTAING	2 cas EPL /440
1982 EPINETTE	3 cas EPL / 246 (1,2 %)
1987 PEYROUX	4 cas EPL / 159 Intra Focal (2,7 %)
1992 DELPLACE	3 cas EPL/ 246 (1,2 %)

Tab I. Fréquence des lésions tendineuses.

On pourrait privilégier l'utilisation de l'embrochage sur celle du fixateur dans les fractures graves, au prétexte que le fixateur donne une légère tendance à l'AD. Le raisonnement doit être tout à fait différent. On doit avant tout privilégier la reconstruction osseuse et l'obtention d'une consolidation la plus anatomique possible, grâce à un matériel d'ostéosynthèse le plus adéquat.

En conclusion, les complications extraosseuses sont avant tout dominées par le risque L'algodystrophie mal apprécié au quotidien et non validé, le plus souvent, dans la littérature par l'absence d'étude prospective. Le risque de lésion nerveuse est facile à éviter lorsqu'on utilise un garrot pneumatique et la décision; par contre, la lésion tendineuse peut être plus tardive, soit liée au risque ischémique, soit le plus souvent en relation avec l'agression mécanique des talons de broche associée à la mobilisation digitale et du poignet.

INDICATIONS THERAPEUTIQUES

M. LE BOURG

Pour définir à qui s'adresse l'embrochage, nous avons essayé de préciser sa limite inférieure, c'est-à-dire à quels patients est réservé le traitement orthopédique et sa limite supérieure, c'est-à-dire dans quelles indications l'embrochage isolé n'est plus suffisant.

Limite inférieure.

L'équipe de Tours a revu soixantedix cas de traitement orthopédique, cet échantillon diffère toutefois de la série des embrochages par la fréquence des fractures épiphysaires pures et par la fréquence des fractures simples.

Le traitement a été considéré comme adapté si le résultat morphologique était bon, acceptable si le résultat morphologique était moyen mais en tenant compte du terrain et du type de fracture, enfin inadapté si le résultat morphologique était mauvais.

On constate que ces fractures se déplacent en particulier par bascule sagittale et par perte d'index, d'autant plus pour l'index que la comminution postérieure est importante. Le traitement orthopédique est inadapté pour les fractures graves, pour les fractures épiphysaires déplacées, pour les fractures M4 ou M3 mais également pour 41 % des fractures M2.

En dehors des fractures épiphysaires non déplacées qui sortent du cadre de cette étude, le traitement orthopédique nous paraît réservé aux fractures métaphysaires sans comminution et aux contre-indications de la chirurgie.

Limite supérieure.

Nous avons utilisé les critères de la classification M.E.C. qui permet d'analyser séparément les trois facteurs.

1 Le facteur Métaphysaire

M4: La comminution est circonférencielle, il n'y a pas de stabilité antérieure et le brochage isolé paraît insuffisant.

M3: Il faut s'assurer de la réduction et de la stabilité de la corticale antérieure, si celle-ci ne peut être obtenue il est préférable d'assister le brochage: par une broche antérieure comme l'a proposé Kapandji, par une plaque ou par un fixateur externe. En cas de grand vide métaphysaire postérieur la greffe osseuse doit être envisagée.

2 Le facteur Epiphysaire

La fracture articulaire doit être parfaitement réduite, cela suppose souvent le contrôle visuel de la réduction, par abord direct, éventuellement par arthroscopie, le maintien de cette réduction peut faire appel à des broches épiphysaires.

3 Le facteur Ulnaire

C3 et C4: Fractures du col et fractures articulaires sont instables, il est souvent préférable de les synthésiser. Il faut rappeler qu'en cas de fracture du col on peut hypercorriger l'inclinaison frontale.

C2: Fractures de la base de la styloïde, s'accompagnent habituellement d'une désinsertion du ligament triangulaire: l'articulation R.U.D. doit être testée après brochage du radius; en cas d'instabilité importante on peut envisager l'ostéosynthèse de la styloïde.

Le terrain.

En cas d'ostéoporose importante le déplacement secondaire est souvent majoré, on peut protéger la synthèse par un fixateur externe.

Quel objectif morphologique se fixer ?

On peut tolérer une bascule sagittale postérieure de 10°.

L'inclinaison frontale doit rester > 20°.

L'I.R.U.D doit rester inférieur ou égal à zéro en particulier chez les patients de moins de 45 ans.

Les fragments articulaires doivent être anatomiquement réduits.

Rappelons le "bon brochage": il peut être intra-focal, doit utiliser au moins trois broches avec un effet d'encorbellement, entrées au bord distal de la comminution.

Faut-il immobiliser ?

Pour les membres de la table ronde, l'importance et la fréquence des lésions ligamentaires justifient l'immobilisation entre quatre et six semaines.

CONCLUSION

L'embrochage est une bonne technique à condition:

- être vigilant d'être exigeant pour la pour l'épiphyse, radiolunaire, et éclectique pour la métaphyse.

CONCLUSION

L'embrochage face à son avenir

G. RAIMBEAU

Nous vous avons proposé un cadre d'indications mais quel en sera son avenir ? Une seule certitude aujourd'hui: il faut se battre pour avoir une radiographie postopératoire anatomique, car le risque d'arthrose est trop important, en particulier chez le sujet jeune.

Si on raisonne Santé Publique, le brochage intrafocal selon Kapandji est un réel progrès car cette technique est avant tout reproductible, peu onéreuse si on utilise des broches standards, peu iatrogène si on a à l'esprit le risque tendineux.

Le contrôle à J8 est, pour nous, superflu et son économie doit être replacée dans l'obligation de faire des trois quarts le jour de la fracture pour mieux l'analyser. Le premier contrôle doit se faire au cours de la troisième semaine, car il permettra une éventuelle reprise, les broches ne devront pas être enlevées avant la septième semaine.

Nous ne pensons plus, à la fin de cette table ronde, que la modification de l'embrochage puisse améliorer le résultat radiographique, mais il n'y a pas de contreindication, dans certains cas, à marier les genres d'ostéosynthèse (plaque, broches, fixateur) ni à utiliser le brochage intrafragmentaire, en particulier dans le secteur médiat. Toute réalisation passe par l'obligation d'être anatomique et de laisser le matériel d'ostéosynthèse suffisamment longtemps car nous avons montré, statistiques à l'appui, que les résultats radiologiques n'étaient pas stabilisés à J45 et qu'ils évoluaient jusqu'au troisième mois. Toutefois, il y a une compétition entre la stabilité et le résultat fonctionnel et il semble que l'on ne puisse pas dépasser le cap des huit semaines d'immobilisation du poignet³⁵.

De notre étude, qui s'est appuyée sur un très important travail statistique et qui est le premier en date à notre connaissance, nous ne pouvons que constater que le "berceau épiphysaire" du radius est attiré de façon inéluctable par "l'ascenseur métaphysaire". Le cal vicieux a changé de visage, il pourrait faire moins peur mais ce raccourcissement du radius, qui est en fait la seule séquelle que l'on puisse pardonner aujourd'hui à un opérateur, sera cependant lourd de conséquences pour un sujet jeune. La vie s'allonge et la demande fonctionnelle augmente. Il faut, très certainement, s'orienter vers l'apport d'autogreffe et a priori d'os iliaque, ou vers l'apport d'un substitut. Ceci est une nécessité pour progresser, tant sur le plan mécanique (calage), d'ailleurs Charley l'avait publié en 1962, que sur le plan biologique (accélération de la consolidation). Nous sommes alors confrontés à un autre type d'opération: l'ostéosynthèse avec reconstruction qui n'a plus rien à voir avec l'embrochage de réalisation rapide. Cette nouvelle approche opératoire entraîne une morbidité et une compensation financière qui sont, à ce jour, loin d'être stimulantes.

Pour l'avenir, il est probable que des substituts nous seront proposés comme la pâte osseuse Norian SRS tm: substitut de la matrice osseuse minérale bien tolérée sur le plan de sa biocompatibilité¹⁶. Elle est utilisée sous forme ultrafluide et prend en masse assez rapidement. Sa composition est à base de carbone, de calcium, d'hydrogène et de phosphore, comme toute charpente minérale osseuse, et forme une apatite de faible cristallinité et de structure finement granuleuse. L'os du patient semble réagir à ce composé comme s'il s'agissait d'un os réel, les ostéoclastes créant dans cette pâte des tunnels de la même façon qu'ils le font dans n'importe quel processus de remodelage osseux habituel. Il est encore trop tôt pour valider ce substitut, peut-être que son association à l'embrochage permettra d'éviter ce raccourcissement du radius qui n'est stabilisé que par les plaques vissées avec ancrage épiphysaire ou les fixateurs externes laissés près de huit semaines.

Pour l'avenir également, il ne faut pas jeter l'anathème sur la plaque postérieure car, si à ce jour celle de Vichard⁷¹ n'est pas encore très adaptée en raison de l'anatomie, son principe est excellent car elle maintient la hauteur fracturaire grâce à son ancrage épiphysaire; de la même façon, le fixateur intrafragmentaire chez le sujet très jeune n'est peut-être pas à rejeter. En fait, le problème de fond réside dans le fait que l'os est vivant et qu'il faut dépasser le stade biologique des sept semaines, délai

incompressible et qui est un minimum pour avoir un cal suffisamment mature qui puisse résister aux contraintes mécaniques liées à la mobilisation des doigts; ce délai biologique explique que l'évolution radiologique n'est stabilisée qu'à trois mois, délai qui sera d'ailleurs d'autant plus long que la comminution postérieure sera plus importante.

Nous aurons, au terme de cette table ronde, été conscients d'avoir oublié d'apprécier le retentissement esthétique, d'avoir oublié de traiter l'incidence des troubles de rotation que seul le scanner approchera, d'avoir oublié d'étudier plus en profondeur les troubles ligamentaires, mais vous comprendrez que nos dossiers ne comportaient pas plus de scanner que d'arthrographie, et encore moins d'arthroscanner ou d'IRM. Mais, à côté de cette imagerie médicale avec laquelle nous vivrons probablement un jour, il faut dès à présent se battre tous les jours pour obtenir des radiographies de trois quarts, car seules ces incidences permettent de bien analyser la fracture et, par là, de poser des indications opératoires plus adéquates. L'avenir de l'embrochage reste lié au mariage des genres d'ostéosynthèse mais aussi des abords, l'arthroscopie prendra progressivement sa place car véritable loupe de l'orthopédiste, elle permettra de mieux contrôler la réduction des fragments qui ne se voit aujourd'hui qu'avec de grands abords dont les suites sont plus difficiles qu'après un embrochage percutané avec discision.

En conclusion, Jean Castaing avait bien vu que l'embrochage était un réel progrès mais, si son principe en était acquis en 1964, l'expérience l'a modifié et ce n'est pas le point final pour la réflexion du traitement des fractures de l'extrémité inférieure du radius.

DISCUSSION

Comment faire un "bon Kapandji" ?

J. Laulan :11 faut d'abord réduire. La chronologie du brochage doit être, sauf cas particulier: mise en place première de la broche latérale, puis de la broche postérolatérale et, enfin, de la broche postéro-médiale. La broche latérale doit être la plus antérieure possible pour éviter l'hypercorrection et étendre l'effet d'encorbellement épiphysaire; dans cette idée de contention épiphysaire, la broche postérolatérale doit être la plus en dedans possible.

Restetil des indications de l'embrochage latéral de Castaing chez le sujet jeune ?

Oui, dans les fractures M2 pures.

A la lumière de notre étude sur les 285 cas, il apparaît peut-être intéressant d'envisager le brochage styloïdien intrafragmentaire associé à deux broches postérieures de Kapandji, afin d'éviter l'hypercorrection et la translation antérieure. Ceci mériterait d'être validé sur le plan statistique dans l'avenir.

La synthèse du cubitus.

M. Le Bourg: Il faut une voie d'abord pour préserver la branche postérieure du nerf cubital et pour traiter, si besoin est, une double lésion associant fracture de la styloïde et rupture du ligament triangulaire. L'ostéosynthèse qui a notre préférence est celle du hauban unibroche réalisé en pronosupination indifférente et associé à l'immobilisation du coude, comme dans toutes les lésions du carrefour radiolunaire.

A propos du type de broche.

G. Raimbeau: On ne peut pas préconiser l'emploi systématique des broches "Arum", car elles valent vingt-cinq fois le prix d'une broche standard. Elles ont un intérêt incontestable, mais il faut savoir que leur ablation nécessite une véritable intervention, comme toute ablation de vis puisqu'il s'agit d'un capuchon vissé.

Il n'y a aucune supériorité pour les broches filetées.

Les broches à diamètre différentiel n'ont pas démontré leur supériorité, elles ont plutôt tendance à migrer en arrière et il faudrait modifier leur extrémité en allongeant la partie fine. Il y a, en fait, peu de migration antérieure dans les broches standards, à condition qu'elles ne soient pas placées dans la comminution fracturaire.

Aucun capuchon, à ce jour, n'a donné satisfaction, car la plupart migre et il faut alors, à la fois, enlever les broches et chercher les capuchons; il est probable qu'une amélioration technologique du capuchon devrait

être, dans l'avenir, un progrès et ce d'autant qu'il faut laisser les broches sept semaines, ce qui exclut toutes les broches traversant la peau.

Les broches doivent être coupées plus proche de la peau que de l'os et, de préférence avec une pince laissant une coupe la moins acérée possible.

L'algodystrophie.

G. Raimbeau: Elle est multifactorielle, sous la dépendance de la fracture et non de la technique de l'embrochage, elle doit être une préoccupation au même titre que celle du sepsis en chirurgie orthopédique. Toute fracture de l'extrémité inférieure du radius a un taux potentiel de 25 % d'algodystrophie et la prévention est, avant tout, basée sur le traitement de la douleur, la prise en charge psychologique et la mobilisation de l'ensemble du membre supérieur, en particulier des

colonnes digitales. Pour ce faire, la remise au patient de schémas facilite l'automobilisation et évite la prescription systématique de rééducation qui doit être réservée pour des patients ayant des difficultés de compréhension ou de réalisation.

L'immobilisation en légère flexion dorsale du poignet diminue, probablement, le risque de translation antérieure dans le brochage type Kapandji et permet, également, de faciliter la mobilisation des colonnes digitales en flexion.

L. Pidhorz: Existetil un traitement préventif de l'algodystrophie ?

G. Raimbeau: Personne ne maîtrise ce traitement. Seules les études prospectives doivent être retenues, les autres étant plus une compilation d'états d'âme. A ce propos, F. Langlais indique qu'il a réalisé, dans son service, il y a quelques années, une étude prospective sur plusieurs localisations douloureuses posttraumatiques dont la fracture du poignet. Aucun effet protecteur de la Calcitonine n'a été démontré.

G. Raimbeau conclut en indiquant qu'il faut se battre contre l'algodystrophie grâce à la mobilisation précoce et qu'il faut savoir noter les séquelles d'algodystrophie qui sont, avant tout, au niveau des interphalangiennes des doigts sous forme de Flessum résiduel.

A propos du contrôle du huitième jour.

J. Lannelongue: Estce vraiment inutile ?

G. Raimbeau: Oui, car nous l'avons démontré sur le plan statistique; le seul intérêt à J8, c'est de contrôler la mobilisation digitale; faut-il donc alors encombrer nos consultations à cette date, si on a pris la précaution de donner des indications écrites au patient ?

J. Verge indique qu'il ne peut pas se séparer du contrôle du huitième jour, mais qu'il supprime volontiers celui du quinzième.

G. Raimbeau réitère les conclusions de la table ronde, à savoir que, l'étude statistique sur 285 dossiers a été validée et qu'il ne se passe rien au huitième jour, ce qui n'exclut pas les erreurs techniques à JO qui n'ont pas été remarquées. Si l'on quitte la salle d'opération avec un contrôle correct, il ne se passera rien avant le quinzième jour; par contre, la mobilité du foyer, en particulier, l'ascension de l'épiphyse radiale se poursuit au-delà de la sixième semaine. La réintervention, à la troisième semaine, permet par exemple de mettre une plaque antérieure, tout en conservant les broches postérieures, ainsi on peut corriger les hypercorrections.

G. Raimbeau propose d'échanger l'inutilité des radiographies du huitième jour contre des radiographies systématiques de trois quarts le premier jour.

Le résultat du sondage.

Soixante questionnaires ont été distribués et remplis immédiatement, avant d'écouter la table ronde. Tous les

sondés étaient confrontés aux FEIR, seuls quelques uns ont donné la fréquence exacte de 75 % de fractures articulaires.

Pour la très grande majorité de ce groupe de chirurgiens, le traitement préférentiel est l'embrochage de type Kapandji à trois broches, avec des broches standards laissées le plus souvent quarantecinq jours, mais parfois moins de trente jours pour certains. L'ablation des broches se fait le plus souvent à la consultation et sous anesthésie locale. La dernière consultation de révision est au plus tard au troisième mois.

Les deux tiers des sondés n'avaient pas l'impression d'avoir beaucoup L'algodystrophie, au maximum 5 %, mais l'autre tiers qui déclarait être souvent confronté avec ce problème en déclarait au maximum 10 % dans leur pratique.

Ces impressions saisies sur le vif montrent bien qu'il faut insister sur l'étude radiographique préopératoire et sur la recherche permanente des signes L'algodystrophie pendant toute la durée du traitement, compte tenu du taux de 25 % retrouvé dans toutes les séries prospectives.

BIBLIOGRAPHIE

1. Aro H., Koivunen T. Minor axial shortening of the radius affects outcome of Colles' fracture treatment. *J. Hand Surg.* 1991, 16A, 3928.
2. Atkins R.M., Duckworth T., Kanis J.A. Algodystrophy following Colles' fracture. *J. Hand Surg.*, 1989, 14 B. 161164.
3. Atkins R.M., Duckworth T., Kanis J.A. Features of algodystrophy after Colles' fracture. *J. Bone Joint Surg.*, 1990, 72 B. 105110.
4. Bacom R.W., Kurtzke J.E. Colles fracture: A study of two thousand cases from the New York State Workmen's Compensation board. *J. Bone Joint Surg.*, 1953, 35 A, 643658.
5. Barnett E., Nordin B.E.C. The radiological difference in incidence of diagnosis of osteoporosis. *Clin. Radio.*, 1960, 11, 166174.
6. Bickerstaff D.R., Kanis J.A. The natural history of posttraumatic algodystrophy. *J. Bone Joint Surg.*, 1991, 73 B. suppl. II, 167.
7. Bickerstaff D.R., O'Doherty D.R., Kanis J.A. Radiographic changes in algodystrophy of the hand. *J. Hand Surg.*, 1991, 16 B. 4752.
8. Bowers W.H. Instability of the distal radioulnar articulation. *Hand Clin.*, 199, 7, 31127.
9. Bradway J.K., Amadio RC., Cooney W.R. Open reduction and internal fixation of displaced, comminutive intraarticular fractures of the distal end of the radius. *J. Bone Joint Surg.*, 1989, 71 A, 839847.
10. Castaing J. et le Club des Dix. Les fractures récentes de l'extrémité inférieure du radius chez l'adulte. Rapport de la 39^e Réunion annuelle de la SOFCOT. *Rev. Chir. Orthop.*, 1964, 50, 581666.
11. Clancey G. Percutaneous Kirschnerwire fixation of Colles' fractures. *J. Bone Joint Surg.*, 1984, 66A, 10081014.
12. Colles A. On the fracture of the carpal extremity of the radius. *Edinburg Med. Surg. J.*, 1814, 10, 1826.
13. Cooney W.R., Linschied R.L., Dobyns J. External Pin fixation for unstable Colles' fractures. *J. Bone Joint Surg.*, 1979, 61A, 840845.
14. Cooney W.R. External fixation of distal fractures. *Clin. Orthop.*, 1983, 180, 4448.
15. Cooney W.R. Fractures of the distal radius. A Modern Treatment Based Classification. *Orthop. Clin. North Am.*, 1993, 24, 211216.
16. Constantz B.R., Ison I.C., Fulmer M.T., and All. Skeletal repair by in situ formation of the mineral phase of bone. *Science*, 1995, 267, 1796179.
17. De Palma A.F. Comminuted fractures of the distal end of the radius treated by ulnar pinning. *J. Bone Joint Surg.*, 1952, 34 A, 651662.
18. Delplace J., Beya K., Arnaout A., Saad S., Lecestre R. Fractures de l'extrémité inférieure du radius à déplacement postérieur. Technique de Kapandji. *Ann. Chir.*, 1992, 46, 355358.

19. Di Benedetto M.R., Lubbers L.M., Ruff M.E., Nappi J.F., Coleman C.R. Quantification of error in measurement of radial inclination angle and radialcarpal distance. *J. Hand Surg.*, 1991, 16A, 399400.
20. Epinette J.A., Lehut J.M., Cavenaile M., Bouretz J.C., Decoux J. Fracture de PouteauColles: double embrochage intrafocal en berceau selon Kapandji. *Ann. Chir Main*, 1982, 1, 7183.
21. Fernandez D.L., Geissler W.B. Treatment of displaced articular fractures of the radius. *J. Hand Surg.*, 1991, 16A, 375384.
22. Field J., Warwick D., Bannister G.C. Features of algodystrophy ten years after Colles' fracture. *J. Hand Surg.*, 1992, 17 B. 318320.
23. Field J., Warwick D., Bannister G.C., Gibson A.G.E Pronostic lointain des fractures déplacées de PouteauColles. Une revue prospective à 10 ans de recul. *Ann. Orthop. Ouest*, 1994, 26, 9798.
- 24 Fontes D., Lenoble E., de Somer B., Benoit J. Lésions ligamentaires associées aux fractures distales du radius. A propos de 58 arthrographies peropératoires. *Ann. Chir. Main*, 1992, II, 119125
25. Friedman S.L., Palmer A.K. The ulnar impaction syndrome. *Hand Clin.*, 1991, 7, 295310.
26. Frykman G. Distal radioulnar joint symptoms common sequelae after fracture of the distal radius. *Acta Chir. Scand.*, 1963, 125524.
27. Frykman G. Fracture of the distal radius including sequelae. Shoulderhandfinger syndrome, disturbance in the distal radioulnar joint and impairment of nerve function. *Acta Orthop. Scand.*, 1967, 108, suppl, 1153.
28. Gartland J.J., Werley C.W. Evaluation of healed Colles' fractures. *J. Bone Joint Surg.*, 1951, 33 A, 895907.
29. Gerwin M., Hotchkiss R.N., Weiland A.J. The effect of distal radius fracture displacement on the integrity of the triangular fibrocartilage complex. *Communication 49^Ème CongrÈs A.S.S.H. Cincinnati*, oct. 1994.
30. Jenkins N.H., MintowtCzyz W.J. Malunion and dysfunction in Colles' fracture. *J. Hand Surg.*, 1988, 13B, 291293.
31. Jenhns N.H. The unstable Colles' fracture. *J. Hand Surg.*, 1989, 14B, 149154.
32. Johnson RG., Szabo R.M. Angle measurements of the distal radius: a cadaver study. *Skeletal Radiol.*, 1993, 22, 243246.
33. Jupiter J.B. Fractures of the distal end of the radius. *J. Bone Joint Surg.*, 1991, 73 A, 461469.
34. Jupiter J.B., Lipton H. The operative treatment of intraarticular fractures of the distal radius. *Clin. Orthop.*, 1993, 292, 4861.
35. Kaepmffe F.A., Wheeler D.R., Peimer C.A., Hvidsak K.S., Ceravolo J., Denall J. Severe fractures of the distal radius: Effect of amount and duration of external fixator distraction on outcome. *J. Hand Surg.*, 1993, 18A, 3341.
36. Kapandji A. Ostéosynthèse par double embrochage intrafocal: traitement fonctionnel des fractures non articulaires de l'extrémité inférieure du radins. *Ann. Chir.*, 1976, 30, 903908.
37. Kapandji A. L'embrochage intrafocal des fractures de l'extrémité inférieure du radius dix ans aprÈs. *Ann. Chir. Main*, 1987, 6, 5763.

- Q. Kapandji A. Les broches intrafocales à "effet de réduction" de type "Arum" dans les fractures de l'extrémité inférieure du radius. *Ann. Chir. Main*, 1991, 10, 138145.
39. Kerboul B., Le Saout J., Lefevre C. et coll. Etude comparative de trois méthodes thérapeutiques de la fracture de Pouteau Colles. A propos de 97 cas. *J. Chir.*, 1986, 123, 428434.
40. Knirk J.L., Jupiter J.B. Intraarticular fractures of the distal end of the radius in young adults. *J. Bone Joint Surg.*, 1986, 68 A, 647659.
41. Kopylov R, Johnell O., RedlundJohnell I., Bengner U. Fractures of the distal end of the radius in young adults: a 30year followup. *J. Hand Surg.*, 1993, 18B, 4549.
42. LavalJeantet A.M., Caulin E. Mesure et signification du volume osseux et de la masse osseuse (sous le haut patronage de SGRST). Ouvrage collectif, Soc. Nouv. De Publications Médicales et dentaires, 1982.
43. Lecestre R, Beya K., Delplace J., Arnaout A. Fractures de l'extrémité inférieure du radius traitées par la méthode de Kapandji. Analyse de 100 cas. *Ann. Chir.*, 1988, 42, 756769.
44. Lidstrom A. Fractures of the distal radius. A clinical and statistical study of end results. *Acta Orthop. Scand.*, 1959, 41, Suppl, 195.
45. LortatJacob A., Frank A., de Bonduwe A., Beaufiles Ph. Le brochage en Y dans le traitement des fractures à déplacement postérieur de l'extrémité inférieure du radius. *Acta Orthop. Belg.*, 1982, 48, 936946.
46. Mansat M., Gay R., Mansat C., Martinez C. Cal vicieux de l'extrémité inférieure du radius et dérangement de l'articulation radiocubitale inférieure. *Ann. Chir.*, 1977, 31,297301.
47. Melone C.R Articular fractures of the distal radius. *Orthop. Clin. North Am.*, 1984, 15, 217236.
48. Melone C.R Open treatment for displaced articular fractures of the distal radius. *Clin. Orthop.*, 1986, 202, 103111.
49. Melone C.R Distal radius fractures: patterns of articular fragmentation. *Orthop. Clin. North Am.*, 1993, 24, 239253.
50. Metz V.M., Gilula L.A. Imaging techniques for distal radius fractures and related injuries. *Orthop. Clin. North Am.*, 1993, 24, 217228
51. Milch H. Socalled dislocation of the inferior end of the ulna. *Am Surg.*, 1942, 16, 282292.
52. Milliez RY., Thomine J.M. Les lésions du carrefour radiocubital inférieur dans les fractures de l'extrémité inférieure du radius par compressionextension. *Ann. Chir. Main.*, 1992, 11, 97106.
53. Mortier J.R, Kuhlmann J.N., Richet C., Baux S. Brochage horizontal cubitoradial dans les fractures de l'extrémité inférieure du radius comportant un fragment postérointerne. *Rev. Chir. Orthop.*, 1986, 72, 8, 567571.
54. Muller M.E., Nazarian S., Koll R Classification AO Derfracturen. Berlin, SpringerVerlag Ed., 1987.
55. Nonnenmacher J., Kempf I. Place du brochage intrafocal dans le traitement des fMctures du poignet. *Intem. Orthopaed.*, 1988, 12, 155162.
56. Palmer A.K., Werner F.W. The triangular fibrocartilage complex of the wrist: anatomy and function. *J. Hand Surg.*, 1981, 6, 15362.

57. Peyroux L.M., Dunaud J.L., Caron M., Ben Slamia I., Kharrat M. La technique de Kapandji et son évolution dans le traitement des fractures de l'extrémité inférieure du radius. A propos d'une série de 159 cas. *Ann. Chir. Main*, 1987, 6, 109122.
58. Porter M.L., Tillman R.M. Pilon fractures of the wrist. *J. Hand Surg.*, 1992, 17B, 6368.
59. Rayhack J.M. The history and evolution of percutaneous pinning of displaced distal radius fractures. *Orthop. Clin. North Am.*, 1993, 24, 287300
60. Robertsson G.O., Jonsson G.T., Sigurjonsson K. Epidemiology of distal radius fractures in Iceland in 1985. *Acta Orthop. Scand.*, 1990, 61, 457459.
61. Roysam G.S. The distal radioulnar joint in Colles' fractures. *J. Bone Joint Surg.*, 1993, 75B, 5860.
62. Schuind F., Alemzadeh S., Stallenberg B., Burny E. Does the normal coronal wrist provide the best reference for X ray film measurements of the pathologic wrist ? *J. Hand Surg.*, 1996, 21A, 2430.
63. Sennwald G. L'entité radiuscarpe, Berlin. SpringerVerlag Ed., 1987.
64. Smaill G.B. Longterm followup of Colles' fracture. *J. Bone Joint Surg.*, 1965, 47B, 805.
65. Solgaard S. Classification of distal radius fractures. *Acta Orthop. Scand.*, 1984, 56, 249252.
66. Solgaard S. Function after distal radius fracture. *Acta Orthop. Scand.*, 1988, 59, 3942.
67. Stein A.H. Jr, Katz E. Stabilization of comminuted fractures of the distal end of the radius: Percutaneous pinning. *Clin. Orthop.*, 1975, 108, 174181.
68. Trumble T.E., Schmitt S.R., Vedder N.B. Factors affecting functional outcome of displaced intra-articular distal radius fractures. *J. Hand Surg.*, 1994, 19A, 325340.
69. Uchiyama S., Terayama K. Radiographic changes in wrists with ulnar plus variance observed over a tenyear period. *J. Hand Surg.*, 1991, 16A, 4548.
70. Van der Linden W., Ericson R. Colles'fracture: How should its displacement be measured and how should it be immobilized ? *J. Bone Joint Surg.*, 1981, 63A, 12851288.
71. Vichard Ph., Gagneux E., Ridoux RE. La place de l'ostéosynthèse à la plaque console postérieure dans le traitement des fractures de l'extrémité inférieure du radius, par compressionextension. *Ann. Chir. Main*, 1994, 13, 87100.
72. Viegas S.E, Pogue D.J., Patterson R.M., Peterson RD. Effects of radioulnar instability on the radiocarpal joint: a biomechanical study. *J. Hand Surg.*, 1990, 15A, 728732.
73. Villar R.N., Marsh D., Rushton N., Greatorex R.A. Three years after Colles' fractures. A prospective review. *J. Bone Joint Surg.*, 1987, 69B, 635638.