

PROTHÈSES TOTALES DE COUDE

Total elbow prosthesis

Table ronde sous la direction de D. LE NEN (Brest)

MOTS CLES	KEYWORDS	Code MEARY
Coude	Elbow	3341.0
Prothèse	Prosthesis	3342.0

Les demandes de tirés à part sont à adresser à D. Le Nen, hôpital de la Cavale Blanche, service d'orthopédie, bd Tanguy-Prigent, 29200 Brest.

Réf : ANN. ORTHOP. OUEST - 2003 - 35 - 213 à 276

LISTE DES PARTICIPANTS

- Ph. BELLEMERE Clinique Jeanne-d'Arc, 21, rue des Martyrs, 44100 Nantes.
- M. CAPPELLI Service d'orthopédie, C.H.U. Hôtel-Dieu, place A.-Ricordeau, 44093 Nantes.
- J.-P. CLARAC - Service d'orthopédie, C.H.U. Poitiers, B.P. 577, 86021 Poitiers.
- Th. DREANO - C.H.U. Hôpital Sud, service d'orthopédie, bd de Bulgarie, B.P. 60347, 35203 Rennes Cedex 02.
- C. FONTAINE - C.H.U. Lille, hôpital Roger-Salengro, orthopédie B, rue Prof. Emile Laine, 59000 Lille.
- N. GSCHWEND - IM Wingert 32, 8049 Zürich.
- Y. KERJEAN Clinique Jeanne-d'Arc, 21, rue des Martyrs, 44100 Nantes.
- J. LAULAN -Service Orthopédie 2, hôpital Trousseau, C.H.U., 37044 Tours Cedex.
- Y. SAINT-CAST -Clinique Saint-Léonard, 18, rue Bellinière, 49800 Trélazé.

SOMMAIRE

- Introduction (D. Le Nen)
- Biomécanique du coude (T. Dréano)

Le coude rhumatoïde

- Problèmes du coude rhumatoïde et alternatives à la prothèse totale (J. Laulan)
- Historique. Revue à long terme d'une série de GSB III (N. Gschwend)

Série de la Société Orthopédique de l'Ouest

- Présentations de la série (Y. Saint-Cast)
- Résultats de la série (D. Le Nen)
- Place des prothèses totales non contraintes (C. Fontaine)

Le coude non rhumatoïde

- Aspects spécifiques et revue de la littérature (Y. Kerjean)

Problèmes spécifiques

- Voies d'abord (J.-P. Clarac)
- Complications des prothèses totales du coude (M. Cappelli)
- Cas difficiles et reprises chirurgicales (P. Bellemère)
- Synthèse (D. Le Nen)

Références bibliographiques

INTRODUCTION

LENEN D.

La prothèse totale du coude suscite actuellement un intérêt grandissant, grâce aux connaissances sur la biomécanique du coude et au recul maintenant croissant des séries, qui ont conduit les promoteurs à faire évoluer le dessin de leurs implants et à améliorer les techniques de pose. En effet, depuis les premières prothèses contraintes, apparues essentiellement dans les années 1970, associées à un taux prohibitif de descellement, et l'apparition des prothèses non contraintes, les idées ont évolué et les implants se sont modifiés, dans le but d'accroître leur taux de survie et d'abaisser l'incidence des complications qui reste néanmoins élevée. A l'heure actuelle, deux familles d'implants se partagent les indications, les prothèses semi-contraintes à charnières et les prothèses non ou peu contraintes à glissement.

Si les prothèses articulaires sont de plus en plus répandues dans le monde, la prothèse totale du coude n'en demeure pas moins confidentielle, car les chirurgiens poseurs sont encore peu nombreux, le recul moyen des séries restant en général faible. Ainsi, sa place dans l'arsenal des prothèses articulaires et dans la stratégie chirurgicale de la polyarthrite demeure restreinte, comparée à celle des prothèses totales de hanche, de genou ou même d'épaule.

La polyarthrite rhumatoïde représente l'indication habituelle de la prothèse, nous lui avons par conséquent consacré une place prépondérante. Souhaitant résolument éviter la comparaison de séries hétérogènes en particulier en terme d'implants, ce qui aurait rendu difficile toute analyse et abouti à des conclusions discutables, nous avons délibérément choisi de construire notre table ronde autour de la prothèse semi-contrainte GSB III, la grande majorité de ses membres en étant principalement poseurs. Nous ne pouvions commencer sans revenir sur les bases biomécaniques du coude nécessaires à la mise en place d'une prothèse, aspect qui sera développé par Thierry Dréano.

Jacky Laulan situera ensuite la place du coude dans la maladie rhumatoïde, ainsi que celle des autres techniques dans la prise en charge du coude rhumatoïde.

Monsieur le Professeur Norbert Gschwend nous a fait le grand honneur de participer à cette table ronde et de nous enrichir de son expérience dans le domaine du coude rhumatoïde, fruit de nombreuses années de réflexion. Après un rappel sur l'historique, il nous présentera une revue à long terme d'une série de prothèses GSB III.

Nous présenterons et analyserons ensuite avec Yann Saint-Cast la série multicentrique de la Société Orthopédique de l'Ouest, à partir d'une revue rétrospective de 57 coudes rhumatoïdes opérés d'une prothèse semi-contrainte GSB III.

Monsieur le Professeur Christian Fontaine a accepté de nous faire part de ses réflexions sur l'évolution de ses idées concernant le type d'implant et de son expérience des prothèses non contraintes.

Si le coude rhumatoïde représente l'indication de choix de l'arthroplastie totale, il existe indéniablement des indications de prothèse dans le coude non rhumatoïde. Yves Kerjean abordera les aspects spécifiques du coude arthrosique ou traumatique du sujet âgé, à partir d'une revue de la littérature.

Certains problèmes posés par la prothèse totale de coude méritaient enfin d'être mis en exergue :

- Celui de la voie d'abord en premier lieu, pour lequel il n'existe pas de réel consensus, et que nous présentera Monsieur le Professeur Jean-Pierre Clarac,
- Marc Cappelli abordera le chapitre des complications des prothèses totales du coude qui restent encore trop fréquentes et qu'il nous apprendra à traiter et à prévenir.
- Enfin, Philippe Bellemère s'est intéressé à la difficile gestion des cas complexes et des reprises chirurgicales.

Nous proposerons pour terminer une synthèse des points essentiels se dégageant de notre table ronde et de la littérature.

Je souhaiterais remercier le bureau de la SOO qui a bien voulu me confier la direction de cette table ronde, nos invités, Messieurs les Professeurs Norbert Gschwend et Christian Fontaine, Monsieur le Professeur Jean Yves Alnot, pour nous avoir confié ses statistiques personnelles, Monsieur le Professeur Michel Mansat pour son iconographie, Jacky Laulan pour son implication dans cette étude et, au côté de Pascal Garaud, pour son investissement dans la saisie informatique et l'analyse statistique de la série, l'ensemble des membres de cette table ronde, pour l'amitié et la convivialité dans laquelle nous avons toujours travaillé, sans oublier les acteurs de l'ombre : Christophe Chantelot, Marie Genestet, Carlos Dos Remedios et Benoit Renaud.

BIOMÉCANIQUE DU COUDE

DRÉANO T., SIRET P.

Le coude est une articulation complexe, servant de lien entre l'épaule et la main pour autoriser l'orientation du membre supérieur dans l'espace. Le secteur fonctionnel de cette articulation est compris entre -30° et 130° de flexion. Il faut 110° de flexion pour mettre la main à la bouche. La mise en place d'une prothèse totale de coude nécessite une bonne connaissance de l'anatomie et de la biomécanique. En effet il faut connaître l'axe de rotation, les repères extérieurs, respecter les ligaments et notamment le ligament collatéral médial, savoir s'il faut garder ou non la tête radiale, enfin connaître les contraintes imposées à l'implant^{26,54,84,95,97,102}.

Connaître l'axe de rotation

Fondée sur l'étude de l'anatomie et de la biomécanique, la prothèse de coude idéale doit être dessinée de manière à reproduire lors de son implantation l'axe de rotation. Cet axe est constant et se confond avec l'axe condylo-trochléen ou capitulo-trochléen. De face, cet axe passe au milieu de la gorge trochléenne et par le centre du capitulum (Fig. 1). De profil, le bord antérieur de l'humérus distal se projette dans son alignement (Fig. 2). Cet axe de rotation est un repère important pour le positionnement de l'implant huméral.

Connaître les repères extérieurs

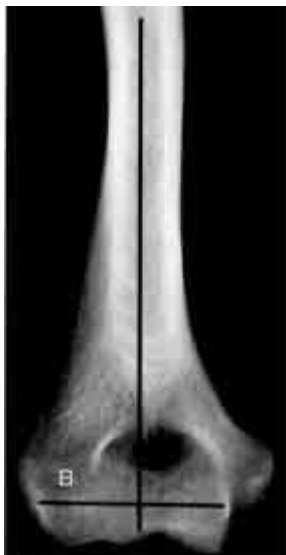


Fig. 1. Axe de rotation du coude (vue de face).

B : axe de rotation.

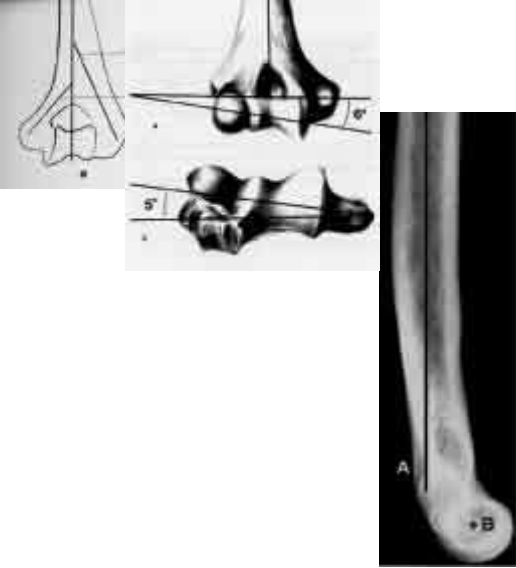


Fig. 2. Axe de rotation du coude (vue de profil).

A : axe diaphysaire.

B : axe de rotation.

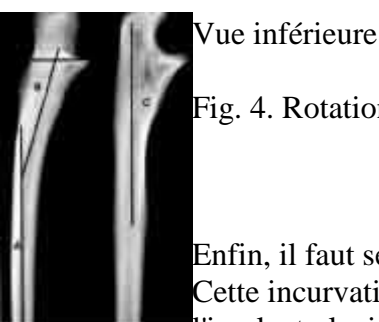
Les caractéristiques des colonnes médiale et latérale sont importantes à connaître pour éviter les fractures lors des coupes et du creusement du canal médullaire. En vue postéro-inférieure, qui est la vue chirurgicale, la colonne latérale est presque deux fois plus large que la colonne médiale, et l'angle que fait cette colonne latérale avec l'axe de l'humérus distal est plus aigu que l'angle de la colonne médiale (Fig. 3).

Colonne latérale
et Colonne médiane
a : axe diaphysaire

Fig. 3. Colonnes latérale et médiale de la palette humérale.

Il faut se méfier de la rotation de l'épiphyse distale. L'orientation des implants dans le plan transversal doit être la plus proche possible de l'axe de rotation : il ne faut pas aligner l'implant huméral sur l'à-plat métaphyso-diaphysaire dorsal car cet à-plat fait un angle de 25° en rotation externe avec l'axe de rotation (Fig. 4).

Vue de face



Vue inférieure

Fig. 4. Rotation de l'épiphyse humérale distale.

Enfin, il faut se méfier de l'incurvation de l'ulna proximale qui est variable en fonction des individus. Cette incurvation expose aux risques de fractures ou de fausses routes lors de la mise en place de l'implant ulnaire. Cette incurvation impose d'avoir des modèles ulnaires droits et gauches (fig. 5).

A : axe diaphysaire de face

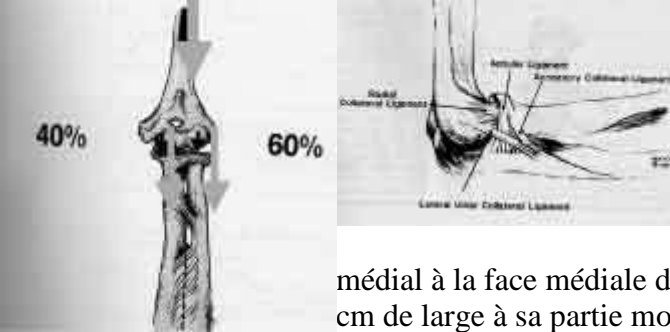
B : axe métaphyso-épiphysaire de face

C : axe diaphysaire de profil

Fig. 5. Incurvation de l'ulna proximale.

Respecter le ligament collatéral médial

La plupart des contraintes sont valgusantes. Le ligament collatéral médial est un élément essentiel pour assurer la stabilité en valgus. La section isolée de ce ligament collatéral médial provoque une instabilité



qui diminue partiellement lorsque l'on stimule l'activité musculaire. Le ligament collatéral médial a trois faisceaux : antérieur, postérieur et transverse, mais son faisceau fonctionnel est le faisceau antérieur qui va du bord inférieur de l'épicondyle médial à la face médiale du processus coronoïde (Fig. 6). Il mesure 2,7 cm de long pour 4,7 cm de large à sa partie moyenne. Contrairement au ligament collatéral latéral (Fig.7), le ligament collatéral médial n'est pas isométrique en flexion-extension car son origine sur l'épicondyle médial se projette en arrière de l'axe de rotation.

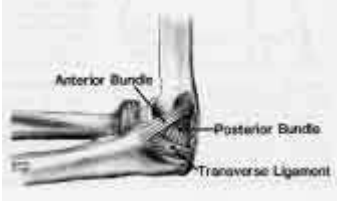


Fig. 6. Ligament collatéral médial.

Fig. 7. Ligament collatéral latéral.

Fig. 8. Répartition des contraintes au niveau du squelette.

Fig. 9. Modification des contraintes après résection de la tête radiale.

Enfin, les ligaments latéraux ne sont pas complètement visualisés lors de l'exposition des surfaces articulaires, il faut donc en connaître les repères anatomiques. Pour Davidson, le faisceau antérieur du ligament collatéral médial se projette sous le fléchisseur ulnaire du carpe, et pour Schwung le faisceau postérieur fonctionnel du ligament collatéral radial se projette sous l'extenseur ulnaire du carpe.

Faut-il garder ou non la tête radiale ?

La tête radiale est une structure utile, mais non indispensable à la stabilité du coude en l'absence de lésion ligamentaire associée. Les contraintes articulaires s'exercent du fait du valgus à 60 % sur l'articulation huméro-radiale et à 40 % sur l'articulation huméro-ulnaire

(Fig. 8). Ces forces augmentent en huméro-radial si le ligament collatéral médial est déficient. Il faudra donc être prudent avec la tête radiale dans ces cas.

La tête radiale a un rôle secondaire dans la stabilité du coude, mais quand on en

réalise la résection, les contraintes du compartiment huméro-radial sont transmises directement à l'ulna, augmentant les forces de tension sur les ligaments collatéraux (Fig. 9).

Connaître les contraintes

L'articulation du coude est l'une des plus contraintes du squelette, cela étant lié essentiellement à la forte congruence entre la trochlée humérale et l'incisure trochléaire de l'ulna. L'orientation vers l'arrière de 30° de la surface articulaire de l'ulna correspond aux 30° de déjection antérieure de la palette humérale assurant une parfaite congruence articulaire et une stabilité. L'olécrâne a donc un rôle majeur dans la stabilité. Les contraintes axiales exercées sur l'articulation du coude lors de la flexion ont une direction principalement antéro-postérieure (Fig. 10).

Fig. 10. Luxation postérieure de l'arthroplastie par contrainte axiale en flexion. Rx coude de profil.



Enfin, il faut noter que le coude permet aussi des mouvements de rotation axiale, et il permet aussi, dans le plan frontal, quelques mouvements de latéralité

LE COUDE RHUMATOÏDE : Aspects spécifiques et alternatives à la prothèse totale

LAULAN J.

La polyarthrite rhumatoïde (P.R.) est une maladie générale, inflammatoire, qui touche essentiellement le tissu synovial. C'est aussi une somme de maladies locales¹¹⁸, articulaires et tendineuses. Le principal but du traitement est de contrôler la maladie et il doit prendre en compte ces deux aspects de la PR : le traitement général, d'une part, avec les anti-inflammatoires et le traitement de fond ; et, d'autre part, les traitements locaux. La chirurgie s'inscrit dans la prise en charge locale de la PR, au même titre que les synoviorthèses, les orthèses et appareillages, la rééducation fonctionnelle.

Au cours de l'évolution de la maladie, il est exceptionnel qu'une ou plusieurs interventions ne soient pas indiquées². Bien sûr, la chirurgie ne se conçoit qu'en association avec un traitement médical bien conduit. Mais il faut envisager un traitement local, si la maladie reste active au niveau d'une articulation ou d'une gaine synoviale. Une étroite collaboration médico-chirurgicale est le meilleur garant d'une prise en charge optimale. La PR doit être considérée comme une maladie médico-chirurgicale.

Dans le traitement de la PR, la place de la chirurgie "palliative" est maintenant bien connue et le bénéfice apporté par les prothèses n'est plus à démontrer. Mais, si l'objectif à court terme de la chirurgie est de soulager la douleur, son principal objectif à moyen et long termes est de préserver la fonction, avant les destructions articulaires et les ruptures tendineuses et c'est la place de la chirurgie dite "préventive".

Avant d'envisager les alternatives thérapeutiques à la prothèse totale de coude (PTC), il paraît important de rappeler les spécificités du coude rhumatoïde. Ces spécificités tiennent à la fois à la maladie elle-même et au coude.

LA POLYARTHRITE RHUMATOÏDE

La PR est une maladie, en partie auto-immune, dont le tissu synovial est la principale cible. A partir de certains facteurs déclenchant, il se produit une réponse immune déséquilibrée aboutissant à une véritable métaplasie fonctionnelle des synoviales en organes lymphoïdes secondaires. Ceci serait à l'origine de la rupture de la tolérance à des antigènes du cartilage et, peut-être, de l'entretien du processus rhumatoïde par une réponse exagérée aux antigènes migrant dans le pannus¹⁵². A partir du processus immunologique, il se produit parallèlement des phénomènes inflammatoires et mécaniques. Il est bien connu que les lésions articulaires sont dues à la synovite rhumatoïde (pannus) qui envahit peu à peu l'articulation et finit par la détruire, un peu comme une "prolifération maligne localisée". En effet, cette synovite auto-entretenu, va induire les lésions cartilagineuses et osseuses, par l'intermédiaire de l'activation des macrophages et la production de cytokines¹¹⁹. Ces conceptions physiopathologiques soulignent l'importance qu'il peut y avoir à supprimer la synovite...

De plus, la synovite est aussi responsable d'une distension et d'une altération des structures péri-articulaires (capsule et ligaments) avec augmentation de la laxité articulaire. Cependant, le coude est une articulation très congruente et la déstabilisation évolue parallèlement à la destruction articulaire.

L'atteinte neuro-musculaire participe, elle aussi, aux manifestations cliniques de la PR. Outre la neuropathie liée à la maladie, il existe aussi des atteintes tronculaires par compression. L'atteinte du nerf médian au poignet par la ténosynovite des fléchisseurs est bien connue. Mais, une compression nerveuse peut aussi se voir au coude (synovite, désaxation). Il s'agit alors, le plus souvent, du nerf cubital, mais parfois cette compression intéresse la branche profonde du nerf radial (BPNR) avec paralysie des extenseurs qui peut en imposer pour une rupture des tendons.

L'amyotrophie est, elle aussi, multifactorielle (maladie, neuropathie, corticothérapie, non-utilisation).

L'amyotrophie tricipitale participe aux déformations (flessum) et aux difficultés à récupérer l'extension en postopératoire.

LE COUDE ET SON ATTEINTE DANS LA PR

“;This seemingly simple joint is the essential articulation of the upper extremity. It allows us to reach both toes and nose, to embrace or push away, to transport our food from plate to tongue. Neither shoulder nor wrist can replace its loss or give aid when in pain.”¹³.

Les mobilités normales sont de 0-0-145 en flexion-extension, et de 85-0-90 en prono-supination. Il a été montré que 90 % des activités quotidiennes sont réalisées avec 0-30-130 de flexion-extension et 50-0-50 de pronosupination⁹¹. Mais beaucoup d'activités peuvent encore être réalisées avec 0-75-120 expliquant la tolérance relative de la raideur.

Le coude a un rôle fondamental dans l'économie du membre supérieur, dont c'est l'articulation la plus ergonomique (meilleur “rapport qualité-prix”). Grâce à la flexion-extension, il modifie la longueur fonctionnelle du membre supérieur. Ainsi, il rend l'environnement et les différentes parties du corps accessibles à la main. Grâce à la prono-supination, il participe au positionnement optimal de la main. Enfin, il assure la transmission des contraintes de la main vers l'épaule. Il doit donc être, à la fois, mobile, stable et indolore. Une diminution de 50 % de la mobilité du coude peut entraîner une diminution de 80 % de la fonction du MS et ceci est aggravé, dans la PR, par l'atteinte concomitante de l'épaule et du poignet. Ainsi, dans la PR, la fonction du coude (et donc de l'ensemble du MS) peut être altérée par trois processus : la douleur, surtout ; l'instabilité, liée au degré de destruction ; et, plus rarement, la perte de mobilité. L'invalidité due à l'atteinte de cette articulation peut être importante¹³⁰ et le coude douloureux et instable réalise une véritable catastrophe fonctionnelle.

L'atteinte articulaire est rarement inaugurale et concerne 2 à 3 % des PR¹⁶ ; elle est donc rarement isolée. Tous stades confondus, le coude serait touché dans 20 à 60 % des cas, selon les auteurs^{42,118}. L'atteinte serait bilatérale dans 40 % des cas¹¹⁷.

Porter et al¹⁰⁶, à partir de l'étude d'une population de 225 malades hospitalisés, ont montré que 50 % d'entre eux avaient des douleurs d'un ou des 2 coudes, et que 25 % avaient une atteinte articulaire sévère. Gschwend⁴⁶ sur 300 malades ayant une PR depuis 10 ans, en a retrouvé 53 % qui avaient des signes pathologiques au niveau du coude. Canovas¹⁶ dans une étude prospective de

100 PR a trouvé une atteinte du coude dans 72 % des cas et, dans 21 % des cas, une atteinte radiologique Larsen supérieur à II. Une étude prospective récente de 148 coudes rhumatoïdes évalués à 15 ans d'évolution de la PR a montré que 61 % d'entre eux avaient une atteinte radiologique de stade II ou plus⁷⁷. Mais, le coude reste la localisation articulaire la moins fréquemment atteinte du MS. Si on prend en compte aussi le MI, seule la hanche est moins souvent touchée que le coude.

L'atteinte du coude dans la PR revêt certaines particularités évolutives. En effet, le début est souvent insidieux³² et l'atteinte évolue lentement. De plus, la syno-vite, même très volumineuse, est souvent assez bien tolérée¹³⁰. Enfin, même à un stade de destruction avancée, le retentissement fonctionnel reste modéré^{9,32}, car les mobilités sont longtemps conservées (au moins dans un secteur utile). Il existe un flessum dans 1/2 à 2/3 des cas mais il reste modéré, d'environ 20°, alors que la flexion reste préservée à 135° en moyenne.

Mais, si le secteur fonctionnel est longtemps conservé, la décompensation survient rapidement à un stade évolué de destruction articulaire, parfois trop tard pour la PTC, justifiant une surveillance régulière, clinique et radiologique.

TABLEAUX CLINIQUES

Les manifestations de la PR au coude peuvent être : articulaires, secondaires à une simple synovite ou à une destruction plus ou moins évoluée ; superficielles, avec nodules et bursite rhumatoïdes ; et neurologiques, par compression du nerf cubital ou de la branche postérieure du nerf radial (BPNR).

* Manifestations d'origine articulaire

Les signes fonctionnels sont la douleur, l'instabilité, et parfois la raideur. En cas d'atteinte du coude, la douleur est quasi-constante. Elle est associée : à une synovite dans les formes actives ; à la destruction articulaire dans les formes évoluées ; ou, à une arthrose secondaire dans les formes anciennes plus ou moins éteintes. Une diminution de force de plus de 50 % est habituelle⁴.

Le diagnostic précoce de synovite (Gschwend) repose sur la présence d'un comblement postéro-latéral (“soft spot radial”) associé à la perte des 10 à 20 derniers degrés d'extension. Parfois, la synovite est

importante, contrastant avec l'amyotrophie (Fig. 1). Des ruptures de kystes avec tableau de pseudophlébite du membre supérieur ont été rapportées³⁹.



Fig. 1. Volumineuse synovite du coude gauche. Notez le contraste entre le syndrome tumoral lié à la synovite et l'amyotrophie.

Dans les formes plus évoluées, une limitation de la pronosupination apparaît, puis une laxité frontale. L'instabilité est plus souvent associée à une atteinte articulaire évoluée qu'à une distension capsulo-ligamentaire isolée⁴².

Si un flessum est présent dans plus de 60 % des cas¹¹⁷, la limitation de la mobilité est rarement un problème car le secteur fonctionnel est longtemps conservé. Mais, une raideur symptomatique ou une ankylose vraie peut se voir, surtout dans les séquelles des formes juvéniles⁴⁶.

– Signes radiologiques

D'un point de vue radiologique, il est utile d'utiliser la classification de Larsen et al⁷⁴ sur laquelle repose aussi le choix des techniques thérapeutiques locales.

Au stade 0, les radiographies sont normales, sans lésions articulaires. Au stade I, il existe une déminéralisation (Fig. 2) et apparaît un pincement articulaire qui débute, en théorie, par l'articulation huméro-radiale. Le stade II est caractérisé par la présence d'érosions articulaires qui signalent l'apparition des lésions osseuses. Les stades suivants (III à V) décrivent une destruction articulaire croissante associée à une exagération progressive du cubitus valgus.



Fig. 2. Atteinte radiographique précoce avec déminéralisation. Notez qu'il existe déjà une subluxation antérieure de la tête radiale.

En fait, l'excellente étude radiologique de Lehtinen et al⁷⁷ a montré que les érosions apparaissent souvent avant le pincement de l'interligne. Puis la destruction articulaire s'associe à une subluxation antérieure de la TR et, surtout, à une subluxation huméro-ulnaire proximale avec usure progressive de l'olécrane et une désaxation en valgus (Fig. 3, a et b). Le valgus augmente avec le stade radiologique, mais il peut se produire une désaxation en varus dans les stades V. Parfois, il existe une arthrose secondaire ou une ankylose osseuse.



Fig. 3, a et b. Evolution radiologique spontanée d'un coude rhuma-toïde : 4 ans séparent les deux clichés.

– On peut schématiquement différencier deux tableaux¹⁶.

D'une part, le coude douloureux non détruit qui se voit chez une patiente d'environ 50 ans, ayant une PR évoluant en moyenne depuis 4 à 5 ans. Il existe une synovite clinique alors que les radiographies sont encore normales ou montrent, au plus, une arthrite huméro-radiale.

D'autre part, le coude douloureux détruit qui concerne une patiente de 60 ans ayant une PR évoluant depuis

16 ans en moyenne (toujours > 10 ans). A ce stade, l'instabilité est constante, l'épaule et le poignet sont généralement détruits.

* Le problème particulier des nodules et de la bursite rhumatoïdes

Ils correspondent à un tissu de granulation contenant un infiltrat cellulaire majoritairement constitué de macrophages, de monocytes et parfois de cellules géantes multinucléées. Ils siègent dans le tissu sous-cutané ou dans des structures plus profondes (bourse ou périoste, en particulier).

Classiquement présents dans 20 à 25 % des PR, c'est la manifestation extra-synoviale la plus fréquente¹¹⁸, mais ils ne sont pas pathognomoniques de la maladie⁸¹. Le MTX peut être responsable de nodulites (il induit la fusion des monocytes en culture). En dehors de ce cas, la présence de nodules aurait une certaine valeur pronostique⁴⁰.

Ils siègent plus souvent en zone d'appui. Leur localisation olécrânienne (et sur la crête cubitale) est la plus fréquente. La présence de nodules au coude est rapportée dans 10 % des PR¹⁶. Leur distribution est souvent symétrique;⁸¹. Les nodules près du coude intéressent souvent la bourse olécrânienne. Des complications à type d'ulcération sont possibles.

* Les manifestations neurologiques

Il faut garder à l'esprit la possibilité de compressions neurologiques concernant le nerf cubital et la BPNR car leur atteinte n'est pas toujours patente, masquée par les autres manifestations de la maladie.

La neuropathie cubitale est fréquente et une atteinte sensitive a été rapportée dans 11 % des cas¹⁰⁶. Près de

20 % de nos patients avaient une atteinte du nerf ulnaire avant la pose de la PTC. L'amyotrophie des muscles intrinsèques de la main est fréquente dans les PR évoluées et retarde le diagnostic.

La possibilité d'une compression de la BPNR est rare mais doit être connue car elle pose un problème de diagnostic différentiel avec une rupture des tendons extenseurs au poignet. Elle est due à l'hypertrophie synoviale ou à un kyste qui comprime le nerf sous les arcades fibreuses du court extenseur radial du carpe et du supinateur (Fig. 4).



Fig. 4. IRM d'un kyste synovial comprimant la branche profonde du nerf radial (coll. Dr Saint-Cast).

LES OBJECTIFS ET LES MOYENS DE TRAITEMENT

La PR met en jeu, à court terme, le pronostic fonctionnel puisque, en moins de 5 ans d'évolution, plus de la moitié des malades sont obligés d'arrêter leur activité professionnelle et, dans 10 % des cas, la PR engendre une invalidité grave en moins de 2 ans¹¹⁸. Si l'objectif à court terme est de soulager la douleur et d'améliorer la fonction, le principal objectif thérapeutique doit être de contrôler la maladie afin de préserver la fonction¹²⁰.

Le contrôle de la maladie repose avant tout sur celui de la synovite par le traitement de fond et la corticothérapie, par les synoviorthèses et les synovectomies chirurgicales. Il faut systématiquement y associer la prévention des déformations et de l'amyotrophie ainsi que l'entretien du jeu articulaire et tendineux. Ceci passe par l'utilisation d'aides techniques et d'orthèses pour protéger les articulations, en particulier lors des poussées de la maladie. Parallèlement, une rééducation adaptée permet d'entretenir la trophicité musculaire ainsi qu'une mobilité articulaire et une course tendineuse fonctionnelles.

Les méthodes chirurgicales utilisables sont de deux types : d'une part les méthodes "préventives" qui reposent, avant tout, sur la synovectomie (et les gestes éventuels associés) et, d'autre part, les méthodes "palliatives" qui reposent avant tout sur les prothèses et les arthrodèses. Les prothèses posent le problème de leur devenir à long terme, chez des sujets souvent jeunes, et les arthrodèses entraînent une perte de mobilité, dans un contexte d'atteintes articulaires étagées : elles sont contre-indiquées au coude.

* Synoviorthèses et chirurgie "préventive"

Discuter des synovectomies amène à discuter des indications relatives des synoviorthèses et des synovectomies. Synoviorthèse et chirurgie ne se discutent que pour une PR bien stabilisée par le traitement de fond et chez laquelle une ou deux localisations échappent au traitement médical.

– Les synoviorthèses du coude

L'étude de Gratz et al⁴¹ montre que, deux mois après synoviorthèse isotopique, il existe une diminution significative de l'hypervascularisation et du gonflement synovial et que ces deux critères sont liés à la douleur.

Menkes préconise d'abord l'utilisation de l'Hexa*-trione* (Triamcinolone) puis, en cas de réactivation de la synovite, le Rhenium 186. En cas de nouvel échec, une deuxième injection est réalisée 6 mois après. Avec ce protocole, utilisé chez 69 patients (173 synoviorthèses), il rapporte 72 % de bons et très bons résultats, à 6 mois, et 64 % à 1 an⁴². Les résultats sont liés au stade radiologique (classification radiologique de Steinbrocker) avec : 90 % de B et TB résultats si la synoviorthèse est faite au stade I ; 76 % de B et TB, si elle est faite au stade II ; et, 56 % de B et TB au stade III. De plus, à 2 ans, il rapporte une détérioration radiologique dans 30 % des cas.

A notre connaissance, il n'y a aucune étude démontrant de façon convaincante l'efficacité des radio-isotopes à moyen et long termes. De plus, l'absence de risques tératogène et mutagène reste à démontrer...

– La synovectomie chirurgicale

La synovectomie peut être réalisée sous arthroscopie ou à ciel ouvert. Dans ce cas, on peut utiliser un abord latéral ou un double abord et réaliser ou non une résection de la tête radiale. Enfin, la synovectomie peut être complétée ou non par une synoviorthèse à 6 semaines.

L'étude de Lee et Morrey⁷⁶ montre que les suites de l'arthroscopie sont plus rapides mais que les résultats se dégradent plus rapidement qu'après synovectomie à ciel ouvert. L'arthroscopie n'apporte qu'un gain limité aux atteintes sévères. Enfin, les complications neurologiques de l'arthroscopie sont significativement plus fréquentes dans la PR⁶³.

A ciel ouvert, la tendance actuelle est de conserver la tête radiale ce qui présente un intérêt biomécanique évident. Mais sa conservation n'est légitime qu'à un stade précoce et une résection doit être réalisée dès que nécessaire, sinon le gain sur la prono-supination et surtout sur la douleur risque d'être insuffisant. Une voie latérale (Gschwend) suffit, même si on préserve la tête radiale, pour réaliser une synovectomie sub-totale. Pour certains, une voie médiale est associée de principe¹⁴¹ ; elle est indispensable en cas de neuropathie ulnaire.



Fig. 5, a et b. Evolution 14 ans après synovectomie précoce :

– A face et profil : patiente que nous avons eu la chance de voir, en 1988, à un stade précoce, en raison d'un kyste synovial intra-osseux ; il existait une synovite importante et les mobilités étaient de 0.25.140 et 60.0.70. Elle a été traitée par synovectomie, avec conservation de la tête radiale, et greffe osseuse de l'olécrane.

B face et profil : en 2002, il n'y a pas eu de dégradation radiographique, alors que la PR reste très active par ailleurs; le coude est asymptomatique et les mobilités sont de 0.0.140 et 85.0.90.

Résultats

A 5-6 ans de recul, et tous stades confondus, la synovectomie donne un résultat qui reste satisfaisant 3 fois sur 49,32. Elle est surtout efficace sur la douleur. Le bénéfice sur la mobilité en flexion-extension est moindre, de 11° en moyenne³⁸. Par contre, le gain sur la prono-supination est net, de l'ordre de 50°⁹. Vahvanen et al¹⁴¹ ont rapporté les résultats à 7,5 ans de recul moyen de 70 coudes (54 patients) évalués selon les critères de Porter et al¹⁰⁶. La synovectomie avait été réalisée par une voie d'abord bilatérale dans 91 % des cas. Seules 9 réinterventions (7 resynovectomies et 2 PTC) avaient été nécessaires, et réalisées en moyenne 8 ans après la synovectomie.

Si le résultat tend à se dégrader avec le temps, plus de 2/3 des cas restent favorables à 10 ans^{140,147} et environ

60 % des cas, à 12 ans de recul¹⁴¹.

Le résultat se dégrade d'autant plus vite que la synovectomie est faite à un stade radiologique évolué^{9, 32}. Si une destruction articulaire avancée n'est pas nécessairement une contre-indication, quelques rares cas d'instabilité ont été rapportés. Le coude détruit et instable est la seule vraie contre-indication à la synovectomie³².

Dans les séries, tous stades confondus, les signes radiologiques continuent à s'aggraver. Cependant, Lonner et Stuchin⁷⁹, 6 ans après synovectomie et RTR de stades III, n'ont pas observé d'évolution radiologique significative.

– Synoviorthèse versus synovectomie chirurgicale : que faut-il en penser ?

La synoviorthèse est plutôt indiquée à un stade précoce (Larsen 0 et I) et ne se discute plus à un stade radiologique évolué. La synovectomie chirurgicale a un meilleur effet antalgique (dénervation associée ?) et, elle permet des gestes associés (résection de la tête radiale). Les études comparatives concluent toutes à la supériorité de la synovectomie.

Classiquement, tant les synoviorthèses que les synovectomies ne modifient pas l'évolution radiologique. Cependant, des études montrent que le résultat des synovectomies articulaires est meilleur s'il n'y a pas ou peu d'altérations articulaires. Dans la série de Vainio¹⁴², la présence d'érosions articulaires, au moment de la synovectomie, fait passer le taux de bons résultats de 84 % à 45 %. Outre l'effet antalgique et l'amélioration de la mobilité, le travail de Cozzolino et al²¹ montre aussi que la synovectomie, réalisée à un stade précoce, retarde la destruction articulaire.

Ainsi tout milite en faveur d'une synovectomie précoce : elle est plus efficace à court terme. Elle permet de conserver la TR, elle donne des résultats plus stables dans le temps. Elle préserve mieux l'articulation (Fig. 5, a et b).

De plus, il a été récemment montré, avec un recul moyen de 3 ans, que la réalisation de synovectomies multiples était susceptible de réduire l'activité, voire d'obtenir la rémission, de PR réfractaires au traitement médical¹⁰¹. Les résultats de Jager et Baumann⁵⁹ allaient déjà dans le même sens.

Ainsi, il faut traiter la synovite à un stade précoce et le suivi de ces malades ne doit pas se contenter d'un bilan biologique épisodique mais repose aussi sur un interrogatoire attentif et un examen clinique complet. Les synoviorthèses n'ont pas montré d'intérêt à moyen et long termes, et elles ne doivent pas retarder le recours à la synovectomie chirurgicale. Elles sont surtout utiles en cas de poussée, en attendant que le traitement médical stabilise la maladie. En cas de récurrence précoce, il ne faut pas perdre de temps avec des synoviorthèses itératives, car la synovectomie doit être réalisée avant le stade Larsen II.

* Traitement des nodules et de la bursite rhumatoïdes

Chez les patients dont les nodules datent de moins de 6 mois, la colchicine (1,2 g/j) peut agir favorablement. Le Plaquenil aurait aussi un effet favorable¹²⁰ et peut être prescrit, si nécessaire, avec le MTX. En l'absence de complication, l'injection de corticoïdes dans le nodule peut permettre une régression temporaire⁸¹.

En cas de gêne majeure ou de complication (ulcération), l'exérèse chirurgicale peut être indiquée, de même, en cas de bursite olécrânienne persistante associée. Le bénéfice à court terme est certain. Mais le risque de récurrence locale est important [81]. Il n'y a donc pas d'indication systématique¹³⁰.

Cependant, ils sont responsables d'une gêne fréquente (zone d'appui) et les patients sont souvent demandeurs. Ainsi, en pratique, leur exérèse est assez souvent réalisée. En cas de récurrence, ils restent souvent moins gênants que l'atteinte initiale. Bien sûr, leur exérèse est indispensable en cas d'ulcération cutanée associée.

* Chirurgie "palliative"

L'arthrodèse du coude est considérée comme une mauvaise intervention car il est important de préserver la mobilité de cette articulation. Ceci est encore plus vrai pour la PR où les articulations adjacentes sont elles aussi atteintes et limitées. Au stade où le coude est détruit, l'épaule et le poignet le sont aussi¹⁶. Les arthroplasties non prothétiques, utilisant ou non un matériau d'interposition (peau, fascia lata, ...), laissent généralement un coude instable et donnent des résultats inacceptables dans la PR^{9, 130}. De plus, elles rendent toute nouvelle intervention difficile voire impossible⁷⁸.

Ainsi, dans la PR, il n'y a plus de place pour les arthroplasties non prothétiques, de première intention, depuis que certains modèles de PTC donnent des résultats fiables. Elles ne sont justifiées qu'après échec de la PTC⁴⁶.

INDICATION THÉRAPEUTIQUE

Elles sont fonction de la maladie, du malade et du degré de collaboration médico-chirurgicale^{2, 46}.

Prendre en compte la maladie nécessite d'évaluer son évolutivité globale, le stade de chaque atteinte locale, ainsi que le nombre et la topographie des localisations à traiter. En théorie, il est souhaitable d'opérer en dehors des poussées évolutives de la maladie. Mais, les meilleures indications de la chirurgie préventive sont au stade de synovite, avant l'apparition des lésions articulaires²¹, 142.

Pour le coude on peut proposer comme schéma thérapeutique local :

- Aux stades 0 et I, on peut discuter une synoviorthèse, surtout si le traitement médical doit être modifié. En cas d'échec, il faut réaliser une synovectomie précoce qui, à ce stade, permet de préserver la tête radiale ;
- Aux stades I et II (voire III), une synovectomie chirurgicale doit être réalisée, plutôt à ciel ouvert, éventuellement associée à une résection de la tête radiale, et à une synoviorthèse 6 à 8 semaines après;⁴⁶.
- A partir du stade III, la PTC doit être envisagée. Cependant, aux stades III et IV, la synovectomie peut encore se discuter chez un sujet jeune avec une synovite active au premier plan¹⁰. Il faut cependant savoir que le résultat de la PTC pourrait être moins bon après synovectomie et résection de la tête radiale¹²².

En théorie, en cas d'atteintes articulaires multiples, il est habituel de commencer par le membre inférieur, que l'on traite de distal en proximal, puis de traiter le membre supérieur de proximal en distal. Mais, en pratique, il est bien évident que la chronologie des interventions est différente d'un cas à l'autre et il faut aussi prendre en compte le degré d'atteinte et donc le type de traitement de chaque articulation. De plus, ces patients sont amenés à subir de nombreuses opérations. Il faut donc essayer de regrouper un maximum de gestes au cours de la même intervention². Cela impose d'établir un véritable planning thérapeutique dans lequel, il ne faut jamais oublier le rachis cervical. Toute intervention sous anesthésie générale nécessite d'avoir, au préalable, des clichés dynamiques récents à la recherche d'une instabilité asymptomatique.

L'indication doit aussi prendre en compte l'âge, les besoins fonctionnels et les désirs du malade. Les objectifs et les limites du traitement chirurgical doivent être parfaitement expliqués au patient. C'est un véritable contrat qu'il faut établir avec lui. C'est une chirurgie fonctionnelle et on ne peut pas espérer reconstruire une anatomie normale². Il faut le prévenir, en particulier, que l'amélioration voire la disparition des douleurs se fera souvent au prix d'une limitation des mobilités. Il est donc souhaitable de commencer par une "intervention gagnante" pour gagner sa confiance avant de réaliser des interventions dont le résultat sera moins spectaculaire mais qui permettront, à long terme, de préserver la fonction. Parmi ces interventions gagnantes, on peut citer : la chirurgie de l'avant-pied, l'arthrodèse de la MCP du pouce, les arthroplasties des grosses articulations. Bien sûr, le malade sera d'autant plus ouvert à la chirurgie que le rhumatologue est convaincu de l'utilité de la chirurgie. Le patient doit avoir été averti d'emblée que la chirurgie fait partie du traitement de la maladie. Sinon, la chirurgie n'est vécue que comme la sanction de l'échec du traitement médical et les réticences du malade sont alors compréhensibles.

Les indications de la chirurgie dans la PR sont tout à fait spécifiques et doivent être posées par un chirurgien expérimenté², 46. Certaines techniques sont elles aussi spécifiques et on voit régulièrement des patients qui ne veulent plus entendre parler de chirurgie car ils ont été déçus par une intervention préalable.

CONCLUSION

Le coude est concerné dans plus de 50 % des PR. Son atteinte est rarement au premier plan et est longtemps bien tolérée. Mais la décompensation brutale au stade de coude détruit, douloureux et instable est une véritable catastrophe fonctionnelle.

Le suivi régulier du patient est fondamental, tant sur le plan général que sur le plan local, pour adapter le traitement de fond et ne pas laisser passer l'heure des traitements locaux, afin de préserver au mieux le pronostic fonctionnel. Cette surveillance ne peut se concevoir que dans le cadre d'une prise en charge multidisciplinaire¹²⁰ où interviennent le médecin traitant, le rhumatologue, le médecin de rééducation fonctionnelle et le chirurgien orthopédiste.

Le traitement de la P.R. est médico-chirurgical. La prise en charge chirurgicale est différente suivant le stade de la maladie :

- la P.R. au stade évolutif, où le traitement doit stabiliser la maladie et prévenir (ou au moins retarder) les lésions articulaires. C'est le stade de la chirurgie préventive (synovectomie),

– la P.R. au stade des destructions articulaires où la douleur est essentiellement d'origine mécanique. A ce stade, se pose surtout le problème de la restitution de la fonction. C'est le stade de la chirurgie palliative (PTC).

La meilleure indication de la chirurgie, c'est la synovite et non pas la destruction articulaire.

L'augmentation de l'agressivité thérapeutique constatée ces dernières années avec les traitements médicaux est aussi justifiée pour la chirurgie préventive et s'inscrit dans une vision "carcinologique" du traitement car le retard thérapeutique ne peut jamais être rattrapé. Plusieurs séries démontrent l'intérêt à moyen et long termes de la synovectomie chirurgicale. Tous stades confondus, à 10 ans de recul, 2/3 des cas gardent un résultat favorable (chiffre comparable au résultat des synoviorthèses à un an !).

Cependant, les résultats sont meilleurs si l'atteinte radiologique n'est pas trop évoluée. La synovectomie à un stade précoce (Larsen 0 ou I) restitue une meilleure mobilité, donne moins de récurrences de la synovite et, surtout, retarde la destruction articulaire²¹. A un stade évolué, seule la PTC donne des résultats fiables, sous réserve que le stock osseux soit encore suffisant.

Bien sûr, la chirurgie n'est pas exempte de complications, pas plus que ne l'est le traitement médical. Mais de nombreuses publications démontrent l'utilité de la chirurgie dans la prise en charge thérapeutique de la PR et un rhumatologue de renom a écrit : "L'amélioration du pronostic fonctionnel constatée depuis 15 ans est essentiellement due aux progrès de la chirurgie"⁶⁴.

HISTORIQUES. CLASSIFICATION ET CAHIER DES CHARGES D'UNE PROTHESE TOTALE DU COUDE

GSCHWEND N.

Parmi les prothèses du coude, il faut distinguer les prothèses couplées et les non couplées ou, en d'autres termes, les prothèses à charnières et les prothèses de surface ou prothèses condyliennes. Les charnières peuvent être des charnières rigides ou semi-contraintes, s'il existe un jeu entre les deux composants. Les anglo-saxons parlent dans ce dernier cas de "floppy ou sloppy hinges". Les prothèses de surface sont plus ou moins contraintes ; il n'existe aucune prothèse non contrainte ! Plus la surface de ce type de prothèse ressemble à l'anatomie de la surface articulaire du coude, plus les contraintes entre les deux surfaces augmentent (en général on les appelle prothèses semi-contraintes). Les prothèses de surface les mieux connues, comme la prothèse de W. Souter (Souter-Strathclyde), la Capitello-condylar de Ewald et la Guepar (Fig. 1), appartiennent à ce type de prothèse. Parmi les moins contraintes, les prothèses de surface les mieux connues sont les prothèses de Kudo et de Roper, dont la surface est cylindrique et lisse et ressemble peu à l'anatomie normale du coude. Les charnières rigides sont aujourd'hui employées seulement dans peu de cas comme dans les tumeurs de l'humérus.

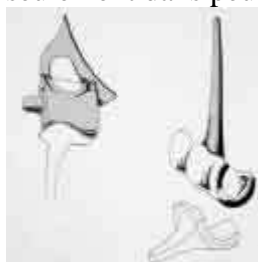


Fig. 1. Prothèse de resurfaçage sémicontrainte Type Souter-Strathclyde, capitello-condylar de Ewald.

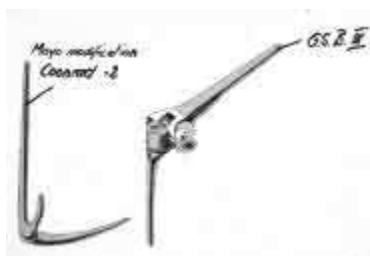


Fig. 2. Prothèse charnière semicontrainte avec appui antérieur Conrad-Morrey et la GSB III avec appui condylien.

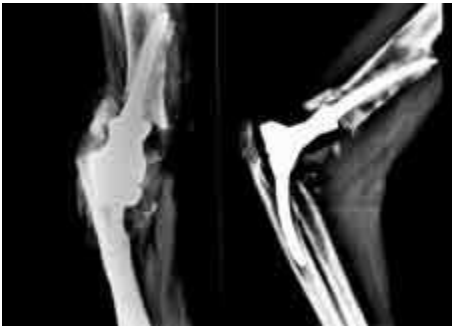


Fig. 3. Prothèse de Dee, charnière rigide, métal-métal avec résection des deux condyles. Le descellement aseptique est inévitable, une reconstruction très difficile.



4a



4b

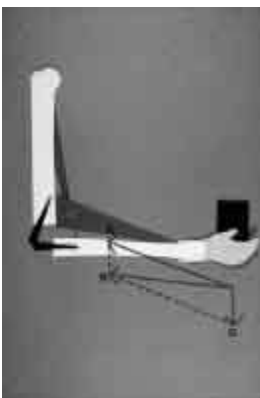


4c

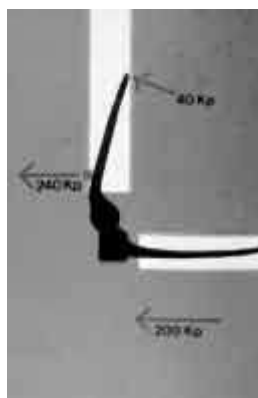
Fig. 4 a. Prothèse GSB I, une charnière rigide, métal-métal, mais nécessitant seulement une petite résection intracondylienne.

b. Après ablation de la prothèse GSB I une bonne stabilité est maintenue grâce à la conservation des condyles.

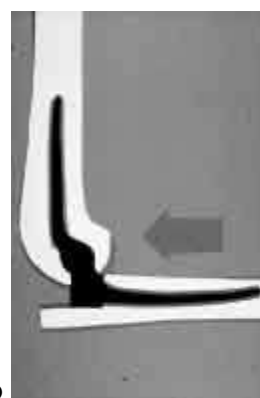
c. Bonne mobilité après vingt ans.



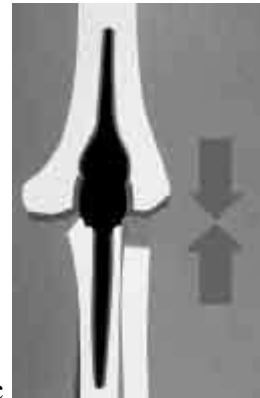
5a



5b



5c



5d

Fig. 5 a. La résultante des forces en levant un poids est presque parallèle à l'Ulna, les descellements à ce niveau pour cette raison sont rares.

b. Les sollicitations se concentrent sur la paroi postérieure de l'humérus et moins sur la paroi antérieure.

c et d. L'application des appuis épicondyliens sur la face antérieure et inférieure aide à mieux distribuer les sollicitations néfastes sur l'humérus.



Fig. 6 a et b. Prothèse GSB III avec un jeu tri-dimensionnel entre l'humérus et l'ulna et des appuis épicondyliens. Elle respecte le principe low friction avec un contact métal-poléthylène.

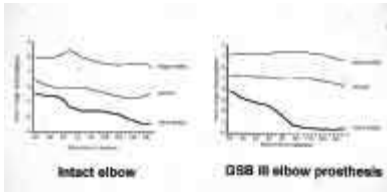


Fig. 7. Laxité de la prothèse GSB III (droite) en comparaison avec un coude normal (gauche).

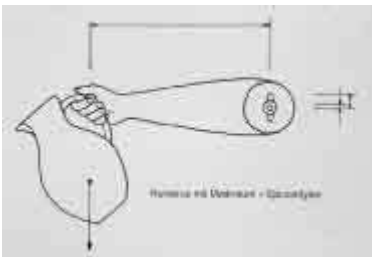


Fig. 8. Les sollicitations sur l'interface dépend largement du moment de rotation et celui-ci de la relation des bras de levier du poids d'un côté (longueur de l'avant-bras) et de la fixation uniquement intramédullaire ou épicondylienne.

La plupart des charnières semi-contraintes sont fixées avec du ciment dans le canal médullaire. La GSB III, à part la fixation intramédullaire, s'appuie sur les condyles avec des surfaces étendues au niveau du composant huméral (Fig. 2). La prothèse Coonrad-Morrey se sert d'un appui antérieur sur la paroi corticale antérieure de l'humérus. Au début des années soixante-dix, les prothèses les plus fréquemment employées étaient des charnières rigides. Rien ne peut mieux illustrer le grand optimisme de quelques auteurs comme la charnière de Dee²⁴, qui résequait délibérément les deux condyles huméraux avec les insertions des ligaments et des muscles pour l'implantation de sa prothèse (Fig. 3). Un descellement précoce dans la grande majorité de ses cas était inévitable et rendait extrêmement difficile les options chirurgicales pour le sauvetage d'une fonction résiduelle acceptable. Dans la même période en 1971, nous avons implanté notre prothèse GSB I (Fig. 4a) qui était aussi une charnière rigide métal-métal mais qui, au contraire de la prothèse Dee, nécessitait seulement la résection d'un petit bloc osseux intracondylien ménageant ainsi les condyles huméraux avec toutes leurs structures stabilisatrices naturelles⁴³. Les résultats concernant la douleur et la mobilité étaient très bons au début, mais après cinq ans un tiers des prothèses s'était déjà descellé. Le sauvetage d'une bonne fonction résiduelle du coude (bonne mobilité et stabilité suffisante) était facile après l'explantation de la GSB I, grâce aux condyles huméraux conservés, comme l'ont montré des cas contrôlés plus de vingt ans après (Fig. 4b et 4c)

	Intramédullaire	Epicondylienne
Personne de Petite taille	30-35 cm : 0,4cm = 75-8	30-35 cm : 2cm = 15-17
Moyenne taille	35 cm : 0,5cm = 70	
Grande taille	35-40 cm : 0,6 cm = 58-67	35-40 cm : 2cm = 14-16
Moment de Rotation moyen	:70 (58-88)	15 (14-17)

Tab. I. Moment de rotation en cas de fixation purement intramédullaire ou épicondylienne.

Avant-bras	Intramédullaire	Épicondylienne
Pas de poids	70 kg (58-88)	15 kg (14-17)
1 kg	150 kg (116-176)	30kg (28-34)
4 kg	350 kg (290-440)	75 kg (70-85)
9 kg	700 kg (580-880)	150 kg (140-170)

Tab. II. Sollicitation sur l'interface.

Cette expérience nous a conduit à étudier les forces qui agissaient sur notre prothèse GSB I et causaient les descellement. La résultante de la force agissant sur le coude quand on lève un poids avec la main est presque parallèlement à l'ulna (Fig. 5a). Ce qui nous explique pourquoi les descellement cubitiaux sont rares. D'autre part il existe une concentration des sollicitations sur la paroi postérieure distale de l'humérus (Fig. 5b) et – moins importante – à l'extrémité de la tige humérale sur la paroi antérieure proximale de l'humérus⁴³. Le composant huméral descellé se trouve toujours déplacé en direction dorsale de l'humérus avec, comme nous avons pu le montrer dans plusieurs cas, l'extrémité proximale de la tige perforant la paroi antérieure de l'humérus. Une autre force agit sur le coude en extension quand on tient un poids dans la main ou quand on s'appuie sur une table. Cette force favorise un enfoncement de la prothèse dans le canal médullaire de l'humérus avec parfois même des fractures spontanées des condyles huméraux. Il semblait donc logique d'appliquer à la prothèse GSB des appuis épicondyliens sur les faces antérieure et inférieure (Fig. 5c et d) pour mieux distribuer les sollicitations néfastes sur l'humérus. En 1976, nous avons implanté les premières prothèses GSB II avec cet appui condylien. Il s'agissait encore d'une charnière rigide métal-métal.

En 1978, nous l'avons remplacée par la prothèse GSB III (Fig. 6a et b), disposant du même appui épicondylien, mais avec une charnière semi-contrainte grâce à un jeu entre les deux composants et du polyéthylène autour de l'axe métallique ("low friction principe"). La tige a un petit diamètre antéro-postérieur, mais une forme triangulaire⁴⁸. Ainsi elle contribue avec l'appui sur les deux condyles à la neutralisation des remarquables forces de rotation. La cinématique et la laxité ont été étudiées par un des nos collaborateurs (D. Herren) dans le laboratoire de la Clinique Mayo à Rochester, Minn. USA (directeur : K.N. An) avec le système dit "électromagnetic tracking" qui permettait de mesurer dans les différentes positions de flexion-extension et sous différents stress l'orientation de l'ulna en valgus et varus par rapport à l'humérus⁵³. Cette étude nous a donné la preuve que la cinématique et la laxité de la prothèse GSB III ressemblent beaucoup à celles du coude normal (Fig. 7). Le centre de rotation de la prothèse est légèrement plus proximal (2,1 mm) et plus dorsal (1,2 mm) que celui du coude anatomique.

Sollicitations sur l'interface

La technique de l'implantation avec des instruments et des guides, qui permettent une implantation très précise, a été décrite plusieurs fois⁵¹ et doit être suivie très strictement.

La prothèse GSB III est toujours fixée avec du ciment. Les sollicitations sur l'interface dépendent du moment de rotation et de la fixation uniquement intramédullaire ou épicondylienne (Fig. 8). Cette relation est 4,7 fois plus grande en cas de fixation uniquement intramédullaire en comparaison avec une fixation simultanée intramédullaire et épicondylienne. Cela signifie que, tenant un poids d'un kilogramme dans la main, les sollicitations sur l'interface d'une prothèse fixée uniquement par une tige intramédullaire sont 4,7 fois plus grandes en comparaison avec une fixation à la fois intramédullaire et épicondylienne, comme dans la prothèse GSB III

(voir Tab. I et II). C'est bien la raison pour laquelle nous insistons sur la conservation ou la reconstruction des condyles huméraux et sur une fixation stable du condyle en cas de fractures⁵¹.

Résultats à long terme avec la prothèse GSB III⁴⁸

La qualité d'une prothèse ne dépend pas seulement de son effet sur la douleur de l'articulation opérée ou sur l'amélioration de la fonction (mobilité et stabilité), mais surtout de sa durée de vie. Une méta-analyse de 31 publications de la littérature mondiale de 1987-1997 nous a montré que la moyenne de recul était de 4,89 ans (2,3/9,6), donc à peine 5 ans. Cela ne suffit pas pour valider une prothèse. Une publication sérieuse⁸² des résultats avec une autre charnière semi-contrainte (Pritchard II), fréquemment implantée aux Etats Unis, parlait après cinq ans d'une survie de 92% qui toutefois tombait, huit ans après l'opération, à 48 % ! Pour nous rendre compte de la longévité de notre prothèse GSB III, nous avons examiné les 56 premiers malades, ce qui totalisent 65 prothèses GSB III, opérés entre 1978 et 1986. 2/3

de ces malades ont été opérés par un des concepteurs de la prothèse (N.G.). 24 malades avec 28 prothèses sont décédés. Mais 3 patients dans ce groupe, avec 5 prothèses, avaient un recul de 10 ans et figurent dans l'évaluation clinique et radiologique. Les résultats des autres patients décédés qui n'arrivaient pas à un recul de dix ans ont tous été évalués en ce qui concerne les complications au niveau du coude opéré. Seuls 3 patients avec 3 prothèses ne figurent pas dans la statistique parce qu'ils ont quitté la Suisse pour l'Italie, la Bosnie et le Mexique, sans nous laisser une adresse. 32 patients avec 36 prothèses ont pu être examinés d'un point de vue clinique et radiologique. Le recul moyen de l'opération était 13,5 ans (10/21). Quant à la maladie causale, il s'agissait 28 fois d'une polyarthrite rhumatoïde (PR) (22 femmes, 6 hommes) et 4 fois d'une arthrose post-traumatique (APT) (fracture intra-articulaire ou fracture luxation) (2 femmes, 2 hommes).

Le bon effet sur la douleur se maintenait puisque 33 patients sur 36 ne se plaignaient d'aucune douleur, alors que pour 28 cas, les fortes douleurs étaient la raison principale de l'indication chirurgicale ($p < 0001$).

Quant à la mobilité, la flexion active pour les cas de PR était en moyenne de $140,5^\circ$ (130° - 160°), pour les APT de $138,7^\circ$ (130° - 145°). Le déficit de l'extension active était pour les PR à en moyenne de -28° (-5° - -85°), contre $-47,5^\circ$ pour les APT (-25° - -70°).

Les complications étaient et sont jusqu'à ce jour le problème principal de l'arthroplastie du coude, si on tient compte d'une méta-analyse de la littérature mondiale des années 1986-1992 que nous avons faite⁴⁷ et qui en retrouvait 43 % (357 sur 828 cas), parmi lesquelles le taux de descellement radiologique arrivait à 17,2 % (la plupart au niveau de l'humérus 12,1 %), les infections à presque 8 %, les instabilités (luxations et subluxations) à 7 % et les lésions du nerf ulnaire à 10,5 %.

Dans notre série de 65 cas, un descellement a été noté dans seulement 3 cas (= 4,6%) ; ce qui représente 2 cas (=5,5%) si l'on ne considère que les reculs >10 ans. Le même pourcentage de 4,6% concernait les infections profondes qui nécessitaient l'ablation de la prothèse. Une lésion du nerf ulnaire a pu être constatée dans 2% des cas seulement, partielle ou même transitoire.

La complication la plus fréquente a été le désassemblage des deux composants, observé dans la période qui a précédé le développement de notre technique chirurgicale avec des instruments qui aujourd'hui, permettent le placement de la prothèse exactement au niveau du centre de rotation normal du coude. De plus un nouveau composant ulnaire plus long nous permet aujourd'hui d'éviter les désassemblages.

Les radiographies de tous les cas ayant un recul de

10 à 21 ans donnent la preuve de l'existence d'un interface intact sans liseré progressif ou complet, sauf dans les cas mentionnés où il existait un descellement aseptique ou une infection. Nous avons donc pu observer, dans la première série d'arthroplasties avec la prothèse GSB III, une survie de plus de 90 % à 10 ans qui est descendue à 87,5 % après 13,5 ans (Fig. 9a, b, c et 10).



Fig. 9 a, b, c. Résultat radiologique et clinique excellents après 14 ans dans un cas d'AR.



Fig. 10. Résultat radiologique excellent après 21 ans dans un cas d'AR.

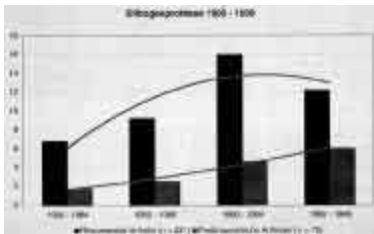


Fig. 11. Tandis que le nombre des arthroplasties du coude tendent à diminuer pour les malades souffrant d'AR, on note une nette augmentation des cas avec arthrose post-traumatique du coude.

ARTHROSE POST-TRAUMATIQUE

L'intérêt pour la chirurgie de la PR a sans aucun doute stimulé le développement du remplacement prothétique des articulations du membre supérieur. Cependant nous réalisons dans les statistiques plus récentes de notre clinique que le nombre des cas post-traumatiques qui exigent une prothèse du coude augmente continuellement, tandis que les cas de PR tendent à diminuer, grâce à l'efficacité des nouveaux médicaments prescrits plus tôt dans le cours de la maladie (Fig. 11).

Jusqu'en 2000, nous avons implanté 339 prothèses GSB III, parmi lesquelles un tiers des cas opérés sont des séquelles d'un traumatisme du coude. Dans la plupart de ces cas, il est difficile ou même impossible d'envisager l'implantation avec succès d'une prothèse non couplée qui remplacerait seulement les surfaces articulaires, car celle-ci exige un stock osseux suffisant et des structures capsulo-ligamentaires stabilisantes intactes.



Fig. 12 a et b. Ankylose osseuse en extension après fracture-luxation du coude et osteosynthèse. 5 ans après, résultat fonctionnel satisfaisant sans douleur après prothèse.



Fig. 13 a et b. Pseudarthrose après fracture C3 (classification AO), qui nous a été envoyée après 4 échecs d'osteosynthèses. 12 ans après reconstruction des deux condyles et prothésisation avec notre prothèse GSB III. La malade n'a aucune douleur, une flexion de 140° mais une perte de l'extension active due à des adhésions importantes au niveau des différentes voies d'abord dorsales.



Fig. 14. Arthrose grave après traumatisme et désaxation après fracture épicondylienne. L'implantation d'une prothèse GSB III a été combinée avec une ostéotomie au niveau de la vieille fracture et fixation par plaque. Bonne mobilité sans douleur 10 ans après l'arthroplastie.



Fig. 15 a - d. Traumatisme dans l'enfance. 50 ans plus tard douleurs insupportables, arthrose et subluxation avec instabilité fort gênante (a). Reconstruction des condyles et arthroplastie GSB III, 4 et 7 ans après cette opération (b). Très bon résultat clinique (c, d).

Des problèmes techniques spécifiques rendent l'opération plus difficile dans les cas d'arthrose post-traumatique, soit en raison d'une raideur liée à des ossifications intra- ou périarticulaires (Fig. 12a et b), une incongruence articulaire grave, ou encore des rétractions des tissus mous périarticulaires. Une instabilité du coude peut être en rapport avec une insuffisance de stabilisation ligamentaire, une pseudarthrose condylienne ou supracondylienne (Fig. 13a et b). Un cal vicieux du coude après fracture consolidée et désaxation ne permet pas le placement correct d'une tige prothétique sans une ostéotomie associée (Fig. 14). Une perte de substance osseuse importante, surtout au niveau des condyles, nécessite une reconstruction la plus anatomique possible, si l'on souhaite obtenir un bon résultat à long terme. Des problèmes particuliers peuvent être posés par les échecs des interventions précédentes, soit en raison de l'atteinte des parties molles (cicatrices, adhésions, nerfs, infections latentes), du plan osseux (perte du stock osseux, pseudarthroses, cals vicieux), de la présence de matériel d'ostéosynthèse etc.

Tout ceci explique pourquoi les complications sont plus fréquentes après arthroplastie dans les cas post-traumatiques et pourquoi cette intervention exige une grande expérience de la part du chirurgien.

Résultats

L'analyse porte sur 25 cas post-traumatiques consécutifs, opérés par prothèse GSB III avec un recul moyen de 5,4 ans (1/15).



Fig. 16 a-c. Fracture-luxation chez une paysanne avec mauvais traitement et une immobilisation insuffisante. Avec une première arthroplastie (a) avec notre prothèse, le chirurgien a cherché à reconstruire le condyle mais avec une fixation avec broche de Kirschner, qui ne pouvait pas éviter une mobilisation du fragment et le descellement aseptique précoce chez cette femme ayant 10 enfants qui n'avait pas la possibilité de ménager son bras. Elle nous a été envoyée pour une réopération (b). Cette fois le néocondyle a été fixé par une plaque. 4 ans plus tard (c), bon résultat, pas de douleur. La malade âgée n'exerce plus un travail lourd.

Hommes : 11 âge moyen : 48 (24/64)
Femmes : 14 âge moyen : 61 (26/64).

Types des fractures :

	Femmes	Hommes
Fractures de la palette humérale	8	2
Fractures luxations	4	6
Fractures humérus et avant-bras	2	2
Autres	-	1
Polytraumatisés	-	3

La douleur (échelle visuelle analogique : 0/10)
Après l'intervention : moyenne 2,1 (1/7)

Mobilité	Préop.	Postop.	Gain
Totale	55°	89°	34°
Flexion	98°	126°	28°
Extension	-43°	-37°	6°

Réinterventions 5/25 = 20 %
Infections 2 = 8 %

Un cas après fracture ouverte du coude. Un cas d'infection tardive (hématogène ?) après 12 ans avec un bon résultat initial.

Descellement 2 = 8 %

Un descellement du composant ulnaire chez un ouvrier ayant un travail lourd. Un autre des deux composants, chez une femme polytraumatisée atteinte d'une sarcoïdose.

Fracture du composant ulnaire (1 = 4 %) chez un ouvrier (magasin de sport) qui jouait plusieurs fois par semaine au golf.

Morrey de la Mayo Clinic¹²³ avait préconisé après une arthroplastie du coude d'éviter de lever un poids au-dessus de 5 kg, ou d'un kilo répété. Il interdisait à ses patients le golf.

Les arthroplasties primaires du coude pour un traumatisme aigu sont rares²⁰ et indiquées seulement dans des fractures comminutives graves chez des personnes âgées avec ostéoporose avancée. En Suisse, les chirurgiens maîtrisant bien la technique établie par l'AO chercheront, même chez des personnes âgées, à réduire et bien stabiliser les fragments fracturaires. Dans des cas sélectionnés, Morrey et ses collaborateurs préfèrent implanter la prothèse Coonrad-Morrey, en sacrifiant l'extrémité distale de l'humérus. Il n'y a aucun doute qu'en sacrifiant tous les fragments, la technique opératoire est plus aisée, mais on se trouve aussi dans un embarras considérable au cas où une infection par exemple obligerait à enlever la prothèse. C'est bien la raison pour laquelle nous choisissons dans ces cas exceptionnels et difficiles la reconstruction des condyles huméraux par des autogreffes ou des greffes homologues (Fig. 15a-d, 16a-c) ⁴⁴, fixées par une plaque, associée dans le même temps à une arthroplastie totale type prothèse GSB III. Cette reconstruction des condyles laisse toujours une porte ouverte pour une arthroplastie de résection suffisamment stable et mobile si on est obligé d'enlever la prothèse.

En conclusion, ce type de chirurgie est exigeant et n'est pas réservé à tous les chirurgiens.

PRÉSENTATION DE LA SÉRIE SOO

SAINT-CAST Y.

Parmi 106 prothèses totales de coude (PTC) revues (GSB, Guepar, Morrey, Kudo) toute étiologie confondue, 57 GSB III ont été posées au niveau de coudes rhumatoïdes (51 polyarthrites rhumatoïdes, 6 polyarthrites chroniques juvéniles) chez 52 patients (femmes : 91 % ; hommes : 9 %).

Le côté opéré était le droit 32 fois, le gauche 20 fois. Le côté dominant était concerné dans 91 %. Dans 5 cas, il s'agissait d'une prothèse bilatérale.

Le recul moyen était de 4 ans (50 mois), avec des extrêmes de 3 mois et 13,6 ans.

La maladie rhumatoïde

L'âge moyen des patients à l'apparition de la PR était de 37,5 ans et de 56 ans au moment de l'intervention, soit un délai moyen entre le début de la maladie et la pose de la PTC de 18 ans et demi.

Avant la pose de la PTC, 3 patients sur 4 avaient reçu 2 traitements de fond ou plus.

Le nombre total d'interventions antérieures moyen était de 3,5. Cependant pour 15 patients, la PTC représentait la première intervention.

La classification fonctionnelle de Steinbrocker donnait la répartition suivante :

I : aucune limitation fonctionnelle dans la vie courante : 2 % des cas

II : il existe un certain handicap mais l'activité est proche de la normale : 30 %

III : impotence fonctionnelle avec réduction des activités mais certaines occupations possibles et petite autonomie pour les tâches quotidiennes : 63 %

IV : confiné au lit ou au fauteuil, ne peut pas se passer de l'aide d'une tierce personne : 5 %.

BILAN CLINIQUE PRÉOPÉRATOIRE

*** Antécédents thérapeutiques locaux :**

43 % des coudes ont eu au moins une infiltration, et 50 % une synoviorthèse.

Deux coudes ont eu une synovectomie chirurgicale isolée, et aucun une synovectomie associée à une résection de la tête radiale.

Tout traitement confondu, 56% des coudes ont eu un geste thérapeutique au niveau du coude avant la prothèse.

Six coudes ont eu une PTC avant la GSB III (4 prothèses non contraintes, 2 GSB III)

Quatre coudes rhumatoïdes avaient un antécédent traumatique au niveau du coude.

* La douleur a été cotée :

- sévère (permanente, invalidante, survenant au moindre geste) dans 54 % des cas,
- importante (fréquentes, survenant pour beaucoup d'activités) dans 26 % des cas,
- modérée (épisodique, survenant pour des activités lourdes) dans 16 % des cas,
- absente dans 4 % des cas.

Sur l'EVA, elle était en moyenne à 7/10.

* Les mobilités moyennes étaient les suivantes :

- extension : -40°
- flexion : 120°
- pronation : 54°
- supination : 48°

* **La stabilité**

Le coude était jugée stable à l'examen clinique dans 66 % des cas, instable dans 21 % et très instable dans 13 % des cas.

* **La fonction quotidienne** a été cotée sur une échelle de 25 points se répartissant de la manière suivante : se coiffer ; se nourrir ; hygiène ; mettre ses vêtements ; mettre ses chaussures.

- 5 points : geste possible sans difficulté,
- 2,5 points : geste possible avec difficultés,
- 0 point : geste impossible.

Le total de la fonction était donc calculé sur 25 points.

Le score moyen de la fonction était en préopératoire de 11 sur 25.

La prise en compte de la douleur, du secteur de mobilité, de la stabilité et de la fonction quotidienne ont permis d'établir le Score de la Mayo Clinic, qui était en moyenne de 45 en préopératoire (Tab. I).

Douleur (45 points)

Absente : 45

Modérée : 30

Importante : 15

Sévère : 0

Secteur de mobilité (20 points)

$>100^{\circ}$: 20

50-100 : 15

$< 50^{\circ}$: 5

Stabilité (10 points)

Stable : 10

Instable : 5

Très instable : 0

Fonction quotidienne (25 points)

Se coiffer : 5

Se nourrir : 5

Hygiène : 5

Mettre ses vêtements : 5

Mettre ses chaussures : 5

Total

Excellent > 90

Bon : 75-89

Moyen : 60-74

Mauvais < 60

Tab. I. Score de la Mayo Clinic.

* **L'état clinique du nerf ulnaire** était coté :

- normal dans 81 % des cas,
- avec signes subjectifs dans 16 % des cas,

– avec signes déficitaires objectifs dans 3 % des cas.

*** La principale indication de la prothèse fut :**

- la douleur : 78 % des cas,
- l'instabilité : 11 % des cas,
- la raideur : 9 % des cas,
- autre : 2 %.

*** Etat des autres articulations du membre supérieur :**

L'épaula fut la plus préservée (58 %), suivie de la main (29 %) et enfin du poignet (16 %).

BILAN RADIOGRAPHIQUE PRÉOPÉRATOIRE

*** Classifications**

En fonction des classifications de Larsen et celle de Morrey, la répartition était la suivante :

Classification de Larsen

- Stade I : modifications discrètes 0 %
- Stade II : pincement, érosions marginales 15 %
- Stade III : destruction moyenne 38 %
- Stade IV : destruction sévère 38 %
- Stade V : destruction majeure 9 %

Classification de Morrey

- Grade 1 : ostéoporose
- Grade 2 : pincement articulaire sans modification de l'architecture 14 %
- Grade 3 : altération de l'architecture 66 %
- Grade 4 : destruction articulaire et/ou fracture spontanée 20 %

*** Evaluation du stock osseux**

- Etat des colonnes latérales : conservée 91 %, altérée 9 %
- médiales : conservée 91 %, altérée 9 %
- Etat de l'olécrâne normal 47 %
- aminci 39 %
- très fragile ou détruit 14 %

INTERVENTION

Dans 51 cas, il s'agissait d'une prothèse de 1ère intention, dans 6 cas un changement. L'intervention a été faite sous brassard pneumatique dans 88 % des cas, maintenu en moyenne 97 minutes. Tous les cas sauf un ont bénéficié d'une prophylaxie antibiotique.

L'abord choisi a été :

- La voie de Gschwend : 68 %
- Celle Bryan Morrey : 23 %
- Le V inversé : 7 %
- Autre : 2 %

Le nerf ulnaire a été libéré dans tous les cas et transposé en avant dans 9 % des cas.

Le scellement (ciment Gentalliné 63 %, standard

37 %) a été réalisé sous pression à la seringue dans 94 % des cas, avec un obturateur médullaire huméral dans

71 % des cas, ulnaire dans 45 % des cas.

5 coudes ont nécessité une greffe osseuse (crête iliaque : 3, os de banque : 2).

SUITES IMMÉDIATES

Le coude a été protégé dans une attelle dorsale dans tous les cas sauf un, pour une durée moyenne de 27 jours, en flexion à 90° dans 69 % des cas, en extension dans 31 % des cas.

Le début de la mobilisation s'est fait en moyenne à 4 jours et demi sur arthromoteur dans 23 % des cas.

La durée d'hospitalisation a été en moyenne de 9 jours avec un séjour en centre de rééducation dans 62 % des cas pour une durée moyenne de 25,5 jours.

BILAN RADIOGRAPHIQUE POSTOPÉRATOIRE

Ont été analysées :

* **La qualité du scellement** : satisfaisant, moyen ou incorrect

Le scellement était satisfaisant (Fig. 1) dans 86 % des cas et moyen (Fig. 2) dans 14 %.

* **Le centrage de la prothèse**

Les axes ont été évalués sur des radiographies de face et de profil (Fig. 3) :

Axe huméral de face : correct dans 93 % ; petit défaut dans 5 % ; défaut majeur dans 2 %.

Axe huméral de profil : correct dans 84 % ; petit défaut dans 16 %.

Axe ulnaire de face : correct dans 82 % ; petit défaut dans 16 % ; défaut majeur dans 2 %.

Axe ulnaire de profil : correct dans 86 % ; petit défaut dans 14 %.

* **Le positionnement global** : satisfaisant, moyen ou incorrect.

Il était satisfaisant dans 87,5 % des cas, moyen dans 12,5 % des cas (1 défaut de positionnement dans un des axe = positionnement défectueux).



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

BILAN RADIOGRAPHIQUE A LA RÉVISION

Un certain nombre de paramètres et d'anomalies ont été recherchées.

* **Granulomes**

– Leur siège a été noté : métaphyso-épiphysaire, diaphysaire ; humérale et/ou ulnaire.

– Une classification en 4 stades quantifiait leur importance : absent, douteux, certains ou importants.

* **Liserés**

- Leur siège : humérale et/ou ulnaire.

- Leur étendue : absent, partiels < 50 %, partiels

> 50 %, complets, descellement patent.

- leur taille : < 1 mm, 1-2 mm, > 2mm.

* Existence d'un descellement : absent, douteux, certain

* **Autres paramètres**

Existence ou non d'un défaut osseux, d'une mobilisation de la PTC, d'une déminéralisation, d'ossifications.

* **Résultat radiographique global** : bon, moyen, mauvais

TESTS STATISTIQUES

Les tests statistiques ont été réalisés avec StatView 5.0. Pour l'analyse statistique, les relations entre les différents paramètres ont été étudiées, selon le type de variable, soit par le test du chi 2, soit par l'analyse de la variance. Les tests non paramétriques utilisés étaient : le test U de Mann-Whitney ou le test de Kruskal-Wallis, en données non appariées, pour étudier les relations entre variable nominale et variable continue, et le test de rang de Spearman pour étudier les relations de données appariées continues.

Une valeur de “p” inférieure à 0,05 a été retenue comme seuil de signification.

PLACE DES PROTHÈSES TOTALES DU COUDE DANS LE TRAITEMENT DU COUDE NON RHUMATOÏDE. ASPECTS SPÉCIFIQUES ET REVUE DE LA LITTÉRATURE

KERJEAN Y.

Si l'indication principale de la prothèse totale de coude est l'atteinte rhumatoïde, le coude post-traumatique est la seconde indication possible.

On distingue 5 indications dans le coude non rhumatoïde :

- l'arthrose primitive du coude,
- l'arthrose post-traumatique,
- la fracture récente du coude du sujet âgé,
- la pseudarthrose ancienne de l'humérus distal,
- la raideur douloureuse et l'ankylose post-traumatique.

Arthrose primitive du coude

Elle est rare, touchant les hommes jeunes, et ne représente que 1 à 2 % des patients avec une arthrose de coude. L'arthrose primitive s'accompagne d'un constant ostéophyte antérieur de la coronoïde et postérieur olécrânien (Fig.1, 2)^{61, 87}. Les douleurs et la limitation des mobilités sont en rapport avec un conflit avec les ostéophytes. S'agissant de sujets jeunes très actifs, le risque de fracture et de descellement est majeur.



Fig. 1. Arthrose primitive du coude: ostéophyte antérieur de la coronoïde et postérieur olécrânien.



Fig. 2. Arthrose primitive du coude: signes radiographiques de face



Fig. 3. Arthrose secondaire du coude: destruction de l'interligne huméro-ulnaire et aspect de subluxation articulaire.



Fig. 4. Arthrose secondaire du coude.



Fig. 5. Fracture comminutive de l'extrémité inférieure de l'humérus du sujet âgé.

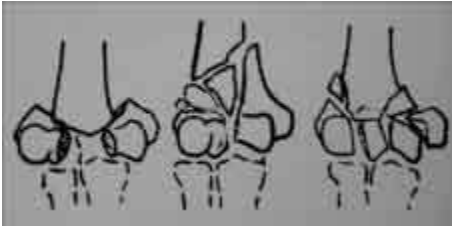


Fig. 6. Types de fracture selon l'AO correspondant aux indications de prothèse totale du coude chez le sujet âgé.

Les séries de la littérature sont souvent courtes. Kozak⁶⁷ et Morrey⁸⁹ rapportent 5 arthroses primitives du coude sur une série de 493 prothèses totales. Les auteurs recommandent d'éviter la prothèse de coude dans l'arthrose primitive, leur préférant le débridement arthroscopique, la libération capsulaire, la résection des ostéophytes ou la fenestration olécrânienne^{75, 89}.

Arthrose secondaire

Sévère, elle survient le plus souvent chez des patients jeunes et actifs, quelques années après un traumatisme du coude. La destruction de l'interligne huméro-ulnaire se développe après une fracture distale de l'humérus, une fracture-luxation de la tête radiale souvent associée à une fracture de la coronoïde ou de l'ulna. La lésion du cartilage, l'incongruence des surfaces articulaires, une déformation avec défaut d'axe ou une instabilité font le lit de l'arthrose secondaire (Fig. 3, 4).

Fracture récente du coude du sujet âgé

La prothèse a une place dans les fractures comminutives fermées récentes basses de l'humérus distal du sujet âgé de plus de 70 ans, survenant sur un os porotique suite à une chute à faible énergie (Fig. 5). Ce sont les fractures sus et intercondyliennes ou le groupe C de l'AO100

(Fig. 6). Elle est indiquée en l'absence d'altération des fonctions supérieures, pouvant interférer avec la cicatrisation et la rééducation. La fracture est provoquée par l'impaction de l'ulna proximal sur la trochlée humérale. La comminution rend difficile la synthèse avec un risque de démontage nécessitant une immobilisation prolongée favorisant la raideur articulaire. La prothèse totale de coude peut-être proposée au même titre que la prothèse de hanche dans la fracture du col et constitue une alternative au traitement fonctionnel ou à la synthèse¹²³.

La pseudarthrose ancienne de l'humérus distal

Rencontrée chez environ 5% des patients après fracture distale de l'humérus selon Sim¹²⁷, elle atteint plus fréquemment la femme âgée (Fig. 7, 8, 9).



Fig. 7. Pseudarthrose de l'extrémité inférieure de l'humérus suite à une ostéosynthèse.



Fig. 8. Pseudarthrose de l'extrémité inférieure de l'humérus suite à une ostéosynthèse.



Fig. 9. Pseudarthrose du condyle latéral de l'humérus.

Or la fonction du coude repose sur la conservation de ses éléments de stabilité pour lui permettre mobilité et résistance. La destruction d'un bras de levier stable aboutit à l'apparition d'une instabilité. La greffe osseuse avec ostéosynthèse de la pseudarthrose ancienne s'avère difficile chez le sujet âgé dont la qualité de l'os est médiocre. Des auteurs tels que Mitsunaga⁸⁸, Ackerman¹, Jupiter⁶⁰ rapportent des résultats non satisfaisants. Pour Morrey⁹⁸, la prothèse totale de coude est indiquée en raison de ses bons résultats fonctionnels et de sa faible morbidité.

Raideur et l'ankylose

Ce sont des complications fréquentes des traumatismes du coude ou de l'évolution d'une arthrose primitive ou d'un rhumatisme inflammatoire (Fig. 10, 11). Dans ce cas, la prothèse n'intéresse que les raideurs intra-articulaires résultant d'une altération des surfaces articulaires. En cas de douleurs associées à la raideur, le pronostic d'une arthrolyse chirurgicale sera mauvais. C'est pourquoi, chez le sujet de plus de 60 ans, le remplacement prothétique sera préféré.



Fig. 10. Raideur et ankylose du coude post-traumatique.



Fig. 11. Arthrodèse du coude.

L'analyse par étiologie des séries de la littérature est difficile car les auteurs regroupent sous l'étiquette : "coude traumatique" toutes les arthroplasties réalisées en dehors du coude rhumatoïde. De plus, les séries sont souvent courtes en raison de la rareté des pathologies. Les auteurs rapportent des pourcentages de survie variables. Souter¹³² avec 19 cas et un recul de 98 mois obtient une survie de 90 %. Morrey⁹⁹ avec 130 prothèses totales de coude et un recul de 60 mois obtient 17,5 % de révision. Gschwend⁴⁹ pour 26 prothèses totales de coude affiche 31 % de révision. Quelle que soit la prothèse, les taux de complications restent élevés de façon inquiétante, variant de 21 % pour Souter¹³² à 34% pour Gschwend⁴⁹ (Tab. I).

Certains auteurs ont étudié des séries par pathologie permettant ainsi des comparaisons entre auteurs et prothèses. Baksi⁷ a revu 104 coudes pour ankylose et instabilité avec seulement 2 cas révisés à 11,5 ans. Morrey⁹⁹ obtient son meilleur taux de survie pour les arthroses post-traumatiques, mais les taux de complications restent élevés avec 50 % de complications pour raideur et ankylose (Tab. II).

Les moins bons résultats observés dans les coudes séquellaires post-traumatiques tiennent à des problèmes spécifiques. En effet, des cicatrices anciennes d'abord chirurgicaux chez des patients multi-opérés peuvent entraîner une ischémie des berges compromettant la cicatrisation. Le mode vicieux de consolidation des colonnes ou de la diaphyse rend difficile la recherche du canal huméral pour sceller la tige humérale et peut entraîner des fausses routes.

La rétraction des parties molles, une fibrose péri-articulaire et tricipitale avec des adhérences autour du nerf ulnaire et l'arthrolyse augmentent le risque de complications. S'agissant de patients multiopérés, on est parfois confronté à un sepsis latent sur des fractures anciennement ouvertes et la présence de matériel de synthèse alourdit le geste. Un cal vicieux articulaire ou une perte de substance peut rendre difficile la conservation des ligaments latéraux, imposant une prothèse semi-contrainte. L'inexpérience de l'opérateur intervient également, surtout s'il n'est pas rompu à l'arthroplastie du coude. Le jeune âge des sujets entraîne une plus grande utilisation de la prothèse totale de coude favorisant ainsi son descellement. On insistera sur l'observance des restrictions concernant le port de charges lourdes dans cette population. En conclusion, la prothèse totale dans le coude non rhumatoïde sera proposée avec précaution après avoir intégré toutes les difficultés techniques qui peuvent faire obstacle à sa mise en place, mais aussi aux facteurs participants à la survie de l'implant, compte tenu du taux d'échec et de complications élevées des séries de la littérature.

Auteurs	Gschwend	Morrey	Etude GEEC	Souter	Kray68
Modèle	GSB III	Coonrad-Morrey	Guepar-GSBIII	Souter-strathclyde	Triaxial
Nombre de cas	26	130	23	19	18
Recul (mois)	51	60	58	98	
%révision	31 %	17.5 %	39%	90% survie 8.2 ans	73 % survie 3 ans 53 % à 5 ans
% Complication	34 %	24.5 %		21 %	

Tab. I. Résultats dans la littérature des prothèses totales de coude pour des indications traumatiques.

Auteur	Baksi	Morrey			
Modèle	Baksi	Coonrad-Morrey			
Etiologie	88 ankyloses 16 instabilités	Raideur ankylose	Arthrose postraumatique	Pseudarthrose	Fracture récente sujet âgé
Nombre cas	104	14	41	36	21
% Révision	2 révisées à 11.5 ans	36 %	100 % survie à 12 ans	13 %	4 %
%	15,4%	50 %	27 %	18 %	13 %

Complication					
--------------	--	--	--	--	--

Tab.II : Résultats de la littérature selon l'étiologie.

PROTHÈSES TOTALES DU COUDE : VOIES D'ABORD

CLARAC J.-P., FODZO E.

Les voies d'abord du coude peuvent être théoriquement antérieures, latérales ou postérieures : seules ces dernières sont utilisées pour les arthroplasties totales^{8, 15, 139, 143}.

L'opéré est presque toujours une femme âgée, ostéoporotique, présentant une polyarthrite rhumatoïde ou une fracture comminutive rendant le traitement classique conservatoire aléatoire. Vérifier la stabilité cervico occipitale et la bonne conservation de la mobilité de l'épaule sus-jacente sont donc des précautions indispensables en pré-opératoire.

L'anesthésie sera générale ou locorégionale par bloc plexique.

L'installation sur table d'opération

* Le décubitus ventral, bras horizontal sur tablette, avant-bras vertical pendant, est une très bonne position même si l'épaule est raide, mais obligeant à une anesthésie générale avec intubation. Il faudra prendre garde au rachis cervical ! Il s'agit donc d'une installation "pesante" pour l'opéré et l'anesthésiste.

* Le décubitus latéral est une bonne installation, mais ici aussi, le rachis doit être manipulé avec précaution. C'est l'installation habituelle de la prothèse du coude

* Le décubitus dorsal est la moins bonne installation pour le chirurgien, la meilleure pour le patient et pour l'anesthésiste (toutes anesthésies possibles, rachis peu sollicité).

Voies postérieures

* Trans-olécrânienne :

Elle donne un très bon jour opératoire, "trochantérotomie like". Les problèmes sont : la position du malade et surtout les difficultés de la synthèse osseuse (longue vis, montage type Müller) car l'os est très ostéoporotique et le matériel pratiquement sous-cutané (Fig. 1).

* Voie transtricipitale (Merle d'Aubigné, Campbell)

Le tendon du triceps est sectionné en triangle très allongé à sommet supérieur et rabattu en bas, en arrière. Le jour est excellent, il faut soigner attentivement la réparation tendineuse ; on est mieux en décubitus ventral ou latéral. Nous l'avons utilisée 7 fois sur 10 sans problèmes

* Dissociation verticale (Gschwend)⁴⁵

À partir du sommet de l'olécrane, il faut réaliser une dissociation vers le haut du tendon du triceps, et vers le bas une désinsertion ostéopériostée sur l'ulna. Le jour est excellent. La réinsertion est meilleure par fils souples non résorbables trans-osseux, solide et fiable sans matériel agressif sous la peau (inspirée de la fermeture du "Hardinge" de hanche). C'est notre voie actuelle : 3 cas sur 10, sans problèmes (Fig. 2).



Fig. 1. Voie trans-olécrânienne.



Fig. 2. Voie de Gschwend.

* Paratricipitale médiale^{12, 90}

Elle impose le repérage systématique du nerf ulnaire (Bryan et Morrey, Mayo). Il existe de nombreuses variantes (Wolfe, Ranawat, Blauth.) ; Elle est plus pratique en décubitus dorsal, plus “sécurisante” vis-à-vis du nerf ulnaire (Fig. 3).

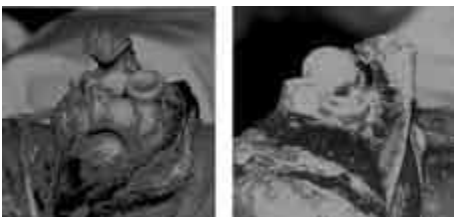


Fig. 3. Voie paratricipitale médiale.

Quelle que soit la voie choisie, il y a 3 problèmes

* Nerveux

Le nerf ulnaire est très proche, au contact de l'épitrôchlée : il faut le disséquer systématiquement (Morrey, Mansat...). Nerfs médian et radial sont en principe un peu plus éloignés.

* Vasculaires

Il faut faire attention lors de la luxation, car les vaisseaux sont souvent scléreux, et prendre garde au garrot parfois gênant mécaniquement ou... chronologiquement.

* Osseux

Le squelette est souvent très petit, très fragile : il faut surtout ne pas fracturer une colonne humérale (on peut être obligé de changer de modèle de prothèse !), surtout lors de la découpe osseuse et lors des manœuvres d'essai !

Ces problèmes “spécifiques” – le rachis cervical, la position opératoire, les risques osseux (fracture) et nerveux – doivent s'intégrer dans l'information au patient.

Remerciements à M. et P. Mansat pour leur aide amicale, en particulier iconographique.

COMPLICATIONS DES PROTHÈSES TOTALES DU COUDE

CAPELLI M., LETENNEUR J., PAUMIER S., SONNARD A., GAUDIOT V.

L'arthroplastie totale de coude est une intervention difficile qui expose à de nombreuses complications. Bien que les résultats aient progressé depuis 10 ans grâce à une meilleure sélection des patients, des implants plus sûrs, une amélioration de la technique et à l'expérience des chirurgiens, les taux de complications restent élevés atteignant 80 % dans certaines séries avec des taux de ré-intervention de 50 %³⁴.

Notre série n'échappe pas à ces problèmes et l'on compte 33 % de complications et 9 % de reprises. Les différentes complications peuvent être regroupées chronologiquement par rapport au temps opératoire et l'on peut ainsi distinguer les complications per-opératoires, post-opératoires précoces et post-

opératoires tardives.

Complications peropératoires

La principale complication est constituée par les fractures. Elles intéressent les colonnes de l'humérus (fractures des épicondyles (Fig. 1), supracondyliennes) ou l'olécrane et sont favorisées par les perforations corticales et la fragilité osseuse liée à la PR50.



Fig 1. Fracture de la colonne latérale ostéosynthésée par broches.

Notre série retrouve ainsi 17,5 % de fractures peropératoires (10 cas sur 57 dont 3 favorisées par une fausse route), ce qui est supérieur au taux moyen de 3,2 % (0 à 23 %) observé dans la littérature. Elles peuvent être à l'origine de descellements précoces et nécessitent une ostéosynthèse immédiate stable (brochage simple ou vissage, voire plaque vissée).

Complications postopératoires précoces

Elles regroupent les problèmes cutanés, les neuropathies ulnaires, l'instabilité, le désassemblage, l'infection et les ruptures du triceps.



Fig 2. Nécrose cutanée sur abord postérieur du coude

* Problèmes cutanés

Il s'agit de nécroses cutanées (Fig. 2), hématomes et infections superficielles.

Nous déplorons seulement une infection superficielle dans notre série (1,7 %).

Ces problèmes sont cependant loin d'être négligeables dans la littérature où l'on retrouve un taux moyen de 9 % pouvant atteindre 21 % dans les arthroplasties sur coude raide ou ankylosé pour Mansat⁸³.

Ils sont favorisés par un état cutané fragile, les incisions multiples et la rééducation précoce en flexion avant que la cicatrisation ne soit acquise. Ces complications peuvent être à l'origine d'infection profonde ou de luxation.

Leur traitement est préventif par le respect constant de la peau. Certains préconisent une immobilisation

post-opératoire en extension pour la soulager. Enfin la surveillance initiale doit être rapprochée et la reprise chirurgicale rapide en cas de nécrose faisant appel à des lambeaux locorégionaux⁸⁶.

* Neuropathies ulnaires

Contrairement à ce qui est dit dans la littérature, l'atteinte du nerf ulnaire n'a pas été un problème dans notre expérience. Nous déplorons un cas iatrogène, mais 10 patients sur 11 ont vu disparaître leurs signes postopératoires.

Leur fréquence dans les différentes séries est cependant de 14,3 % en moyenne (1,7 à 25,7 %).

Elles sont favorisées par les traumatismes lors de l'exposition avec des tractions excessives sur le nerf ulnaire, les dégâts thermiques occasionnés par une fuite de ciment, l'existence de signes neurologiques pré-opératoires et le mauvais centrage articulaire de l'implant entraînant des étirements du nerf.

Le rôle de la voie d'abord est controversé. Cependant les voies postérieures permettent un meilleur contrôle et donc une meilleure protection du nerf ulnaire.

Les signes de souffrance doivent être recherchés systématiquement en pré-opératoire en s'aidant au besoin d'un électromyogramme afin de prévoir une neurolyse ou une transposition. Le repérage per-opératoire sera systématique. Ljung préconise de réduire fréquemment le coude lors de l'intervention. Pour Morrey, un déficit moteur post-opératoire de plus de 12 heures nécessite une réexploration chirurgicale^{92, 94}.



Fig 3. Subluxation d'une prothèse non contrainte Kud

* Instabilité prothétique

La luxation ou la subluxation sont l'apanage des prothèses non contraintes (Fig. 3). La littérature en retrouve 11 % en moyenne (2 à 25 %). L'instabilité est favorisée par le dessin des implants peu rétentifs, une mauvaise restitution du centre de rotation prothétique, un stock osseux insuffisant, des éléments capsulo-ligamentaires déficients, un cubitus valgus important. Les voies d'abord qui fragilisent les ligaments collatéraux ainsi que la résection capsulaire antérieure pour corriger un flectum sont également incriminées. Elle peut être d'apparition précoce ou tardive. Son traitement dépend de la cause et nécessite dans tous les cas un examen sous anesthésie générale^{104,111}. Les options vont de la simple réduction-immobilisation par plâtre brachio-antibrachiale 3 semaines au traitement chirurgical pour réparation des tissus mous à un stade aigu ou la reconstruction ligamentaire (technique de Jobe ou Nestor) à un stade plus tardif^{19,104}.

La révision des implants pour mise en place d'une prothèse plus contrainte s'avère parfois nécessaire³³.



Fig 4. Désassemblage d'une prothèse semi-contrainte GSB III.

* Désassemblage prothétique

Le désassemblage prothétique est la traduction d'une instabilité avec déséquilibre des parties molles. Il concerne particulièrement la prothèse GSBIII (Fig. 4)⁵³. Nous n'avons pas rencontré de cas de désassemblage, mais une instabilité clinique importante a été notée dans 1 cas de prothèse descellée (2 %). Gschwend en rapporte 13,6 %⁵⁵, et Schneeberger 14,3 % dans un article récent¹²⁴.

Ce désassemblage se produit grâce à un mécanisme de piston autorisé par une libération excessive des parties molles ou à un mauvais positionnement du centre de rotation. Le traitement fait appel à l'ajout d'une pièce ulnaire, mais nécessite parfois la révision des implants. Des désassemblages ont également été décrits pour d'autres modèles de prothèses semi-contraintes liés à l'usure du polyéthylène axial (première version de la prothèse de Coonrad-Morrey ou prothèse triaxial)¹⁴⁸ ou à un descellement.

* Infection profonde

L'infection est une complication sévère. Nous déplorons 2 sepsis profonds (3,5 %) dont 1 cas repris par résection arthroplastique. L'incidence dans la littérature est de 5 % en moyenne (0 à 14 %) avec une tendance à diminuer ces dernières années^{85, 93, 109, 146, 150, 151}. Elle est favorisée par les terrains débilisés, les coudes multi-opérés ou post-traumatiques.

Les germes les plus souvent rencontrés sont le staphylocoque doré et le staphylocoque épidermidis.

Les options thérapeutiques possibles sont le débridement avec conservation des implants, la résection arthroplastique et le changement en 1 ou 2 temps. L'arthrodèse doit être abandonnée et l'amputation réservée aux cas désespérés.

L'indication dépend du stade de l'infection, de l'état du scellement, du terrain et des germes en cause. Le staphylocoque épidermidis est difficile à éradiquer et nécessite le plus souvent une résection arthroplastique du coude. Les complications de ces mêmes révisions sont nombreuses.

* Ruptures du Triceps

Les ruptures du triceps sont rares. Nous n'en avons pas rencontré dans notre série. La revue de la littérature en retrouve jusqu'à 10 %. Elles sont principalement liées au terrain (polyarthrite rhumatoïde) et surtout aux voies d'abord désinsérant le triceps⁹², notamment la voie transtricipitale avec plastie en VY. Le traitement doit avant tout être préventif en utilisant des voies préservant le triceps ou le relevant en continuité. La réparation fait appel à des sutures ou réinsertions transosseuses plus ou moins renforcées.

Complications postopératoires tardives

Les complications postopératoires tardives sont représentées par les descellements aseptiques, les ruptures d'implant et les fractures.

* Descellement aseptique

Le descellement aseptique (Fig. 5) est un problème majeur dans l'arthroplastie du coude.

Nous déplorons 2 descellements cliniques (3,5 %) à

4 ans de recul moyen et 2 radiologiques. Les 2 descellements cliniques ont été repris par changement d'implant avec un bon résultat.

Les différentes séries ont des taux de descellement variables, dépendants du type d'implant (non contraint

ou semi-contraint) et de l'indication, pouvant aller jusqu'à 31,5 % à 5 ans pour des prothèses non contraintes sur PR pour Sjöden¹²⁸.

La longévité des implants dépend du terrain (patients jeunes et actifs)⁶⁷, de la technique opératoire, notamment de la qualité du cimentage, de la bonne restitution du centre de rotation et surtout du type d'implant et de son indication¹⁴⁹.

Les prothèses de resurfaçage ont les taux de descellement les plus faibles sur les PR (0 à 3 %). Les résultats obtenus par Gschwend (GSB III) et Morrey (Prothèse Coonrad-Morrey) avec leur prothèse semi-contrainte à plus de 10 ans sur des étiologies de polyarthrite rhumatoïde sont proches de ceux obtenus pour les prothèses de hanche ou de genou avec respectivement des taux de descellement de 4,6 % à 13,5 ans et 5,1 % à plus de 10 ans.

Il faut retenir le chiffre de 26 % de descellement à 5 ans de la série du GEEC 1996 pour l'arthrose post-traumatique²².

* Ruptures d'implant

Les ruptures d'implants sont rares (Fig. 6). Il n'y en a pas dans notre série. Kudo en a rapporté 5 cas sur 32 à

2 ans de recul⁷². La cause en était une métallose, associée à une ostéolyse locale sur une pièce humérale en alliage titane avec une jonction tige-condyle fragile. L'implant a depuis été modifié. D'autres cas ont été rapportés chez des patients jeunes et actifs porteurs de prothèses semi-contraintes notamment dans le cadre d'arthrose post-traumatique.

* Fractures

Les fractures à distance sont peu fréquentes et concernent surtout l'humérus. Nous en rapportons un cas (1,7 %). La littérature en retrouve jusqu'à 11,4 %. Elles sont vues dans le cadre de chutes ou de descellements (Fig. 7).

Le traitement est souvent orthopédique, mais peut nécessiter une ostéosynthèse ou la reprise par prothèse semi-contrainte avec implants longue tige en cas de descellement⁵².

Conclusions

Sur l'ensemble de notre série, nous déplorons 33 % de complications pour une population représentant 12 % de la série soit 7 patients qui ont eu une à plusieurs complications.

Elles ont conduit à une ré-intervention chez 9 % des patients (5/57) sur l'ensemble de la série et correspondaient à 2 infections profondes, 2 descellements et une synovite (?).

Au vue de la littérature, les complications après prothèses totales de coude sont nombreuses. Elles sont potentiellement dévastatrices, mais leur incidence peut être diminuée par une meilleure sélection des patients, le choix d'un implant adapté, une technique rigoureuse, une surveillance et un bon prise en charge postopératoire.

Il s'agit d'une intervention difficile nécessitant des opérateurs entraînés.

Un quart de ces complications nécessitera une reprise avec des situations souvent complexes (Fig. 8).



Fig 5. Descellement aseptique sur prothèse contrainte de Mazas..



Fig 6. Fracture de tige ulnaire.



Fig 7. Fracture de la colonne médiale après chute.



Fig 8. Descellement majeur après prothèse contrainte

CAS DIFFICILES ET REPRISES CHIRURGICALES

BELLEMÈRE P.

L'élargissement des indications de prothèse totale de coude (PTC) et leur recul progressivement plus important font qu'un chirurgien habitué à ce type d'arthroplastie se trouve confronter un jour ou l'autre à des cas difficiles et des reprises chirurgicales pour une complication ou un échec. L'étude de la littérature montre d'ailleurs l'intérêt émergent pour ces problèmes avec cependant des expériences encore limitées^{25, 33, 66, 96}. Une grande partie des solutions apportées découle de principes chirurgicaux appliqués dans d'autres arthroplasties, de hanche ou de genou. Le contexte est cependant différent. La qualité osseuse souvent fragile, l'étroitesse des diaphyses, les contraintes mécaniques spécifiques, la diversité des implants utilisables et le risque de complication infectieuse, mécanique ou d'atteinte du nerf ulnaire confèrent à cette chirurgie les particularités propres au coude.

CAS DIFFICILES

Ils représentent des cas où l'indication de l'arthroplastie totale de coude n'est plus discutable mais pose des problèmes techniques.

* Le coude ballant

La destruction articulaire rhumatoïde ou traumatique est telle que le coude n'a plus aucune stabilité propre ce qui condamne l'utilisation globale du membre supérieur. En général l'épiphyse humérale distale est totalement détruite (Fig. 1). La solution repose sur l'utilisation d'un implant semi-contraint et rétentif avec un ancrage uniquement diaphysaire ce qui impose une longueur et un diamètre de queue adaptée. Parmi les modèles semi-contraints, la prothèse de Coonrad-Morrey nous semble la plus adaptée à cette situation. Son aileron antérieur antirotation assure également un ancrage complémentaire.



Figure 1.

Coude ballant d'origine rhumatoïde.

Aspect clinique (a) et radiographique préopératoire (b).

Résultat clinique (c, d) et radiologique (e, f) à 1 an d'une arthroplastie par prothèse Coonrad-Morrey.

Le danger peropératoire est représenté par les fausses-routes diaphysaires humérales et par une mise en tension excessive des parties molles liées au réalignement du coude par l'arthroplastie. Cela peut entraîner une souffrance du nerf cubital et du tissu cutané. Le réalignement du coude peut d'ailleurs être difficile du fait des rétractions musculo-tendineuses intéressant le triceps, les masses musculaires épitrochléenne et épicondylienne, pouvant imposer une libération étendue. On peut néanmoins effectuer une détente des parties molles par un raccourcissement diaphysaire de l'humérus jusqu'à 2 cm au-dessus de la fossette olécranienne sans que cela ne compromette la fonction du triceps.¹⁰⁸.

Ce type d'arthroplastie réalise une véritable intervention de sauvetage fonctionnel avec des résultats identiques à ceux qui sont obtenus dans des indications plus conventionnelles. Le taux de complication et de reprise chirurgicale reste cependant plus important^{57,108}.

* Les coudes séquellaires de traumatismes en cal vicieux ou en pseudarthrose de l'humérus distal

Il faudra privilégier pour ces coudes un traitement conservateur avec une reconstruction chez les patients de moins de 60 ans et à forte demande fonctionnelle.

Lorsque l'arthroplastie est indiquée, le choix de l'implant s'orientera de toute façon vers un implant semi-contraint. Avec une prothèse Coonrad-Morrey, on peut se passer de la reconstruction des piliers et une résection épiphysaire distale avec libération des insertions ligamentaires et tendineuses épitrochléennes et épicondyliennes peut-être envisagée⁹⁸. En revanche avec une prothèse GSB III, la reconstruction des piliers huméraux est nécessaire pour optimiser l'ancrage de la prothèse. De plus, la conservation du stock osseux épiphysaire autorisera en cas d'échec une résection arthroplastique dans de meilleures conditions^{36, 49}. La reconstruction fait appel à des greffons iliaques cortico-spongieux et le type d'ostéosynthèse par une plaque ou des broches doit être adapté à la qualité osseuse en préservant au maximum la vascularisation épiphysaire³⁵ (Fig. 2).

Les résultats fonctionnels aussi que le taux de complications et de reprises s'approchent là aussi de ceux qui sont obtenus dans les séries standard de coudes rhumatoïdes en notant cependant une moyenne d'âge plus importante et donc une demande fonctionnelle moindre^{37,108}.

Les reprises

Le taux de reprise chirurgicale après une PTC a été globalement estimé à 18 %, quel que soit le modèle de prothèse utilisé. Quatre éventualités pour l'implant sont à envisager selon le type de complication à traiter.

* L'implant peut-être laissé en place

– Les problèmes cutanés

Une désunion simple fera l'objet d'une excision avec suture sans tension en immobilisant le coude jusqu'à l'obtention de la cicatrisation. Lorsqu'il existe une petite escarre ou une petite perte de substance avec un risque de suture en tension, la couverture cutanée devra être assurée par un lambeau local de rotation fascio-cutané pédiculé sur les perforantes cutanées péri-articulaires. Les pertes de substance plus importantes justifient des lambeaux régionaux ou à distance [86].

- Les ruptures de triceps

Leur diagnostic est souvent retardé et lorsqu'elles sont fonctionnellement mal tolérées, ces complications justifient une réparation. La suture directe est illusoire, compte tenu du délai et de la qualité du tissu tendineux. Des plasties par lambeau aponévrotique de retournement proximal ou distal ont été décrites sur des cas isolés. Dans l'expérience de Morrey, les reconstructions peuvent faire appel selon l'importance du défaut tendineux, soit à un lambeau de rotation de l'anconé, soit à une allogreffe de tendon d'Achille¹¹⁵.

– Les fractures sur prothèses

La conservation de l'implant ne peut s'envisager que si la fracture survient dans un contexte traumatique sur un implant non descellé et un stock osseux conservé. Avec un implant semi-contraint, les fractures épiphysaires peu ou non déplacées peuvent être traitées orthopédiquement¹⁰³. En revanche au niveau diaphysaire, ces fractures qui surviennent en général au niveau de l'extrémité de la queue d'ancrage risquent de compromettre l'ancrage prothétique. Elles peuvent se traiter comme au niveau de la hanche et du genou par une ostéosynthèse solide (plaque) renforcée d'un cimentage diaphysaire si l'os est très ostéoporotique ou d'une greffe osseuse en cas de comminution^{52,103}.

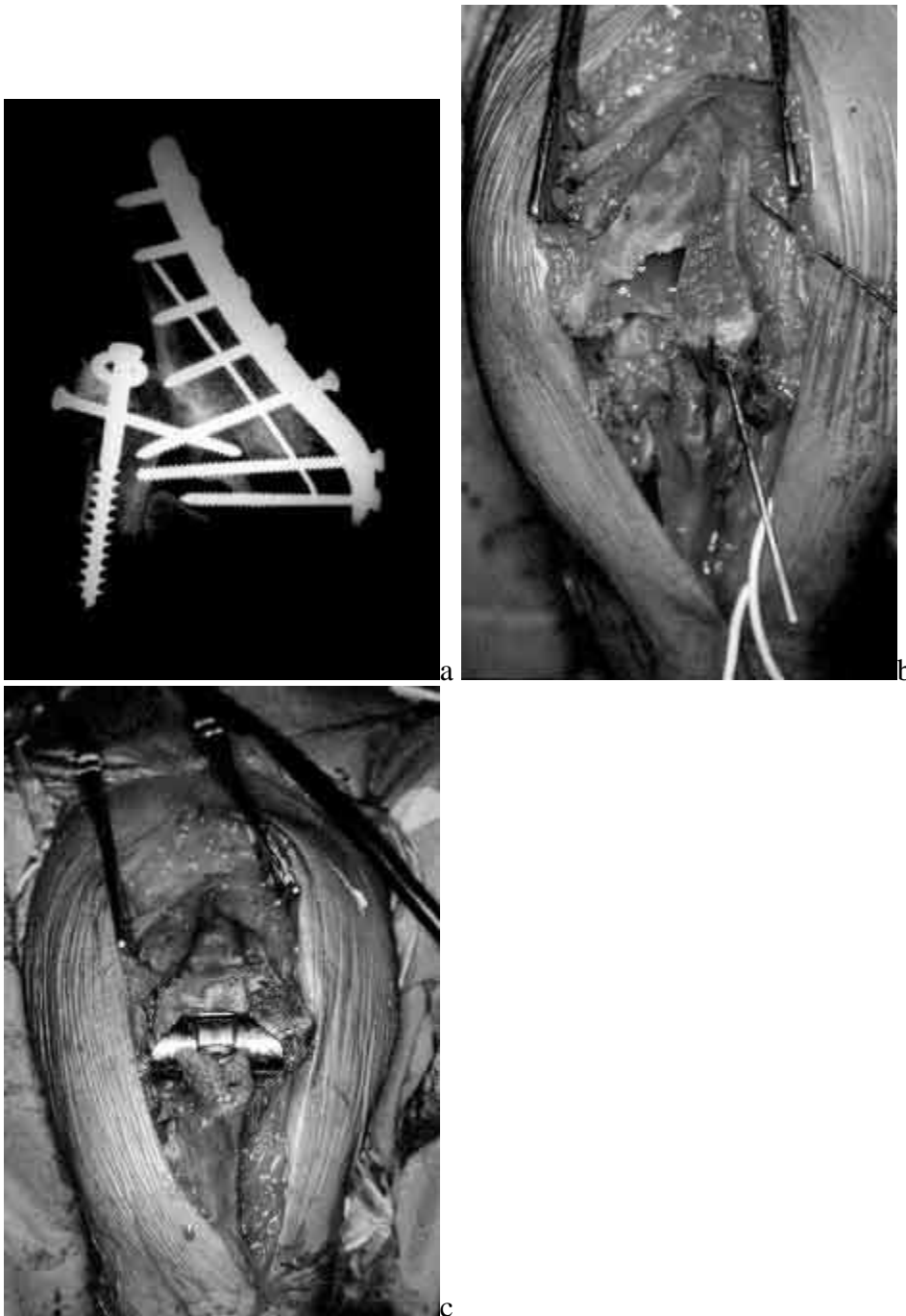


Figure 2.

Démontage précoce d'une ostéosynthèse d'une fracture épiphysaire distale de l'humérus chez une femme de 65 ans avec un os ostéoporotique.

a) Radiographie préopératoire.

b) Reconstruction du pilier interne par un greffon corticospongieux de crête iliaque ostéosynthésée par broches (vue opératoire).

c) Arthroplastie semi contrainte par une prothèse GSB III (vue opératoire).

– Le premier épisode de luxation

Une subluxation ou une luxation de survenue précoce d'une prothèse non contrainte peut être traitée orthopédiquement avec une réduction et une immobilisation de 3 semaines¹⁰⁴. Les coudes laxes et fortement instables après réduction peuvent faire l'objet d'une reprise pour une réinsertion ligamentaire, principalement interne, ou une réfection du tendon du triceps en cas de distension ou de rupture précoce (Fig. 3).



Figure 3. Luxation d'une prothèse glissement non contrainte (modèle Ewald).

La reconstruction d'un complexe ligamentaire incompetent, interne ou externe, peut s'effectuer par une ligamentoplastie (autogreffe ou allogreffe) mais les rares résultats connus avec ses techniques sont décevants dans 2/3 des cas^{19,104}.

Certains modèles possèdent un composant radial qui peut être implanté en complément de la réparation ligamentaire dans l'optique d'une meilleure stabilité en valgus et d'une répartition globale des contraintes plus proche de la normale⁶.

Un découplage d'une prothèse semi-contrainte de type GSB III nécessite une réduction à ciel ouvert éventuellement associée à un geste sur les parties molles (Fig. 4). Il est possible avec cette prothèse de mettre en place une rallonge ulnaire qui assure une remise en tension des parties molles capsuloligamentaires.



Figure 4. Découplage d'une prothèse semi-contrainte GSB III.

– Les infections précoces

Au cours d'une infection aiguë précoce, c'est-à-dire survenant dans les 21 premiers jours au maximum, la conservation de l'implant est possible car il n'est en général pas encore descellé. Le traitement comprend une synovectomie à ciel ouvert, un lavage articulaire abondant, un drainage et une immobilisation associée à une double voir une triple antibiothérapie pendant au moins 3 semaines, relayée par une monothérapie prolongée sur plusieurs semaines. Dans l'expérience de Yamaguchi, ce traitement est efficace 1 fois sur 3 si le germe est un staphylocoque doré. En revanche, une infection à staphylocoque épidermidis a toujours conduit à un échec¹⁵¹

* Le changement simple d'implant

– Luxation récidivante

Une luxation récidivante et tardive d'une prothèse à glissement témoigne en général de la conjonction plus ou moins prédominante d'un mauvais positionnement initial des implants, d'une incompetence progressive des parties molles internes par excès de valgus et d'une usure progressive du polyéthylène. Selon le type de prothèse utilisé et le bilan préopératoire, diverses solutions sont possibles allant du changement unipolaire d'un implant mal positionné, à un changement d'une embase en polyéthylène plus épaisse et semi rétentive voire à un remplacement prothétique complet par un modèle semi-contraint^{104,111}.

– Fracture ou usure d'implant

Pour certains implants semi-contraints, l'usure à long terme de la charnière en polyéthylène a pu entraîner des problèmes d'instabilité tardive qui ne peuvent se résoudre, si le modèle de prothèse le permet et si les implants sont bien fixés, par un simple changement de la pièce en polyéthylène¹⁴⁸.

Les fractures de queue d'implant justifient le remplacement simple de l'implant cassé. Son ablation peut s'avérer difficile et nécessiter la fenestration de la diaphyse.

– Descellement aseptique simple uni ou bipolaire

Lorsque le descellement n'a pas entraîné de fragilisation des corticales ni de perte du stock osseux, le changement simple de l'implant après ablation du ciment doit s'envisager avec un modèle ayant une queue d'ancrage plus longue. Selon le type de prothèse, ce changement peut s'effectuer par un modèle standard de la gamme sinon par un modèle sur mesure³³ (Fig. 5 et 6).



Figure 5.

a, b) Descellement unipolaire à 5 ans d'un implant ulnaire d'une prothèse Kudo.

c, d) Reprise avec un implant plus long de la gamme Kudo-IBP.



Figure 6.

a, b) Descellement unipolaire à 3 ans d'un implant huméral d'une prothèse GSB III avec fracture du pilier interne.

c, d) Deprise avec un implant huméral sur mesure et ostéosynthèse et greffe du pilier interne.

L'ablation du ciment doit être effectuée avec prudence pour ne pas fragiliser les corticales en s'aidant au besoin d'une fenêtre corticale au-dessus de l'extrémité de la queue ; certaines zones de ciment fortement adhérentes à l'os peuvent éventuellement être laissées in situ⁹⁶.



Figure 7a et b. Descellement massif d'une prothèse contrainte avec ballonnisation des corticales humérales.

* Changement d'implant avec geste de reconstruction

Il concerne les descelllements aseptiques massifs entraînant de larges ballonnisations des corticales pouvant entraîner des fractures de l'humérus ou de l'ulna (Fig. 7). Le remplacement prothétique fait appel à des implants semi-contraints de reprise ou sur mesure que l'on trouve maintenant dans la gamme de certains modèles. La queue d'ancrage doit être de diamètre adapté et surtout très longue permettant de dépasser la zone de descellement (Fig. 8). Redfern recommande un dépassement d'au moins 2 fois le diamètre de la queue 110. Les difficultés techniques vont être liées à l'ablation du ciment et surtout au problème de reconstruction des pertes de substance osseuse. Lorsqu'elles sont peu importantes, un comblement endomédullaire par auto ou allogreffe spongieuses morcelées, suivi du scellement prothétique peut s'envisager (Fig. 8)66, 75. Lorsque les pertes de substance sont plus larges et étendues avec une corticale pellucide ou une fracture diaphysaire, il est possible, comme le propose Sanchez-Sotelo, d'effectuer un renfort péri cortical par de longs greffons corticaux allogènes en baguette antérieure et postérieure maintenus par des cerclages, d'associer une reconstruction endomédullaire avec des greffons spongieux puis de mettre en place l'implant avec une fixation cimentée116. Les possibilités de raccourcissement diaphysaire que tolère le membre supérieur peuvent ici être exploitées pour faciliter la reconstruction116.



Figure 8

a, b) Descellement bipolaire d'une prothèse contrainte avec pseudarthrose de l'olécrânctomie.

c, d) Reconstruction par autogreffe endoméduleuse morcelée et cimentage d'une prothèse Coonrad-Morrey, modèle standard à longue queue.

Des reconstructions de pertes osseuses étendues ont été décrites isolément avec des allogreffes massives de coude ou avec des composites allogreffe-implant^{37, 62}.

Les séries de reprises pour descelllements aseptiques sont limitées à 3 publications dont une (Santéz-Sotelo) pour des descelllements associés à une fracture humérale^{66,110,116}. Les résultats fonctionnels sont satisfaisants, mais ils sont grevés d'un taux important de complications mécaniques et de souffrance du nerf ulnaire et les réinterventions secondaires peuvent concerner près d'un quart des cas (Tab. I).

* Ablation plus ou moins définitive de l'implant

Cette solution de sauvetage doit s'envisager dans le cas d'un processus infectieux chronique ou se déclarant au-delà de la 3e semaine opératoire, en cas d'échec d'un traitement conservateur après une infection profonde précoce, ou d'emblée lorsqu'il s'agit d'une infection à Staphylocoque epidermidis. Le coude est alors laissé en résection arthroplastique qui est d'autant mieux tolérée fonctionnellement que les massifs épiphysaires auront été conservés (Fig. 9). Cette possibilité permet de limiter les indications d'arthrodèses 107. Le coude conserve une fonction utile qui reste un compromis entre la raideur et l'instabilité.

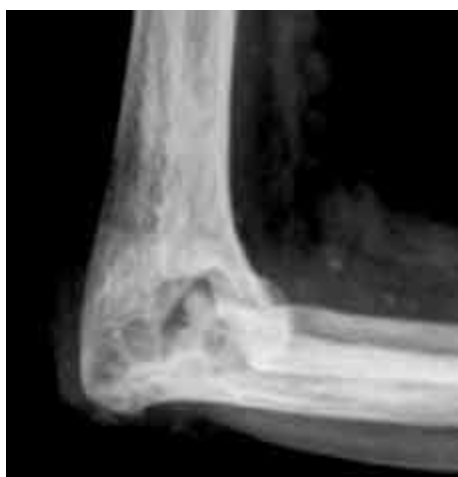


Figure 9a et b. Résection arthroplastique après infection profonde d'une arthroplastie totale de coude ayant préservée les piliers huméraux.

Un changement prothétique en 2 temps peut cependant s'envisager après un délai d'un an sachant qu'il y a un risque de complication dans 40 % des cas et un risque de récurrence infectieuse dans 20 % des cas¹⁵¹.

Conclusion

Les cas difficiles et les reprises chirurgicales, a fortiori si un changement prothétique est envisagé, demandent une planification pré-opératoire précise et une technique rigoureuse. Les taux de complications et de reprises secondaires demeurent élevés. Néanmoins, cette chirurgie exigeante, qui dans un certain nombre de cas réalise une intervention de sauvetage, donne des résultats fonctionnels satisfaisants.

	Nombre	Recul	Taux de complications	Taux de ré-interventions
King et al.(66)	41	6 ans	34%	27%
Redfern et al.(110)	45	4,4 ans	30%	27%
Sanchez-Sotelo et al. (116)	11	3,3 ans	55%	1%

SYNTHÈSE

LE NEN D.

Le coude rhumatoïde représente l'indication idéale de la prothèse totale. Mais le coude, articulation clé du complexe ostéo-articulaire du membre supérieur, reste une préoccupation tardive dans la maladie rhumatoïde et ce, toute série confondue, car la synovite est bien tolérée, les mobilités fonctionnelles longtemps conservées, le poignet et la main étant au premier plan du handicap. Et pourtant, c'est au stade ou l'articulation et le stock osseux sont encore conservés qu'il nous appartient de proposer une chirurgie de la synovite plutôt qu'une chirurgie des destructions articulaires.

Dès le stade de la synovite symptomatique, au mieux avant l'apparition des érosions (stade 2), la synovectomie chirurgicale trouve une place de choix par rapport aux thérapeutiques locales, associée selon les lésions à une résection de la tête radiale, en sachant que la synovectomie arthroscopique, dont la littérature fait état, n'a pas fait la preuve de sa supériorité en terme de résultat par rapport à la synovectomie à ciel ouvert. La synovectomie est aussi un recours à un stade plus avancé (stades 3 et 4), susceptible de donner un résultat utile chez le patient jeune.

En dehors de la synovectomie, il y a peu d'alternatives à la prothèse totale. Des interventions sacrifiant la mobilité du coude comme l'arthrodèse ou le rendant instable et peu mobile comme les résections arthroplastiques ou les arthroplasties d'interposition, doivent avoir des indications très restreintes, dans une maladie ou l'épaule, le poignet et /ou la main, le plus souvent concernés, potentialiserait le handicap. Ces interventions n'ont trouvé de place dans notre série et dans la littérature que dans de rares cas sélectionnés, en chirurgie de sauvetage, ou chez le sujet jeune.

La prothèse totale du coude, utilisée depuis 30 ans essentiellement, reste encore une intervention confidentielle : les grands poseurs sont rares, la plupart d'entre nous n'ayant l'expérience que de 10 à 15 prothèses.

Les implants ont évolué et évoluent encore depuis les premières tentatives. Les prothèses totalement contraintes, apparues tout d'abord, ont laissé place aux contraintes à 3 degrés de liberté, qui ont fait notablement restreindre le taux de descellement. Il fut aussi logique, à l'instar de ce qui fut observé pour le genou, d'évoluer vers des prothèses non contraintes, qui diminuent les sollicitations sur le scellement, mais qui exposent à d'autres risques et en particulier à l'instabilité. Pour diminuer ce risque ainsi que celui du descellement, dont un des facteurs est l'absence de la tête radiale, qui absorbe à elle-seule 60% des forces en compression, certains modèles, comme la capitello-condylar, pouvaient comporter une tête radiale prothétique ; les avantages théoriques d'une tête radiale étant d'augmenter la stabilité du coude, de diminuer la tension du ligament collatéral médial ainsi que les contraintes au niveau du compartiment huméro-ulnaire. Mais une publication de Trepman en 1991¹³⁷ a révélé des liserés précoces, non évolutifs et asymptomatiques, qui tendent à montrer que l'implant radial augmenterait plutôt les contraintes au niveau de la tige humérale. La guepar 2 a remis à l'honneur l'implant de tête radiale mais les résultats manquent encore de recul pour être interprétés.

Quel que soit le type de prothèse, semi-contraint ou non contraint, la différence ne se fait pas tant sur la fonction finale, car tous donnent cliniquement satisfaction, comme en témoigne par exemple une étude comparative de Wright en 2000¹⁴⁹, ni sur les complications aspécifiques, qui ont tendance à diminuer, que sur certaines complications liées au concept de la prothèse lui-même et sur le long terme. Ainsi, prothèses semi-contraintes et contraintes se montrent complémentaires, offrant un éventail de possibilités s'adaptant à toutes les situations du coude rhumatoïde.

Si au fil des années, les résultats s'améliorent, les complications n'en restent pas moins trop fréquentes et le taux de reprise élevé : citons Brumfield en 1990¹¹ qui rapportait un taux de 50% de reprises chirurgicales sur 38 prothèses totales. Diminuer le taux de complications et donc celui des reprises doit rester une préoccupation constante, et cela passe par une sélection rigoureuse des patients, le respect des techniques de pose, et un choix adapté des implants.

Revenons sur chacun de ces trois points.

- La sélection des patients

La prothèse totale dans le coude rhumatoïde détruit donne à la lumière de notre série et de la littérature un coude indolore et mobile, améliorant la fonction globale du membre supérieur. Elle semble aussi une bonne alternative à la réduction ouverte et à la fixation interne dans la prise en charge de certaines fractures complexes et irréparables du sujet âgé, avec quelques résultats encourageants dans les publications. Mais dans les séquelles de fractures ou les pseudarthroses, l'arthrose post traumatique, les taux de complications sont élevés et les résultats publiés incitent à la prudence. De même, Kozak et Morrey⁶⁷ vont jusqu'à déconseiller, au profit d'interventions conservatrices, la prothèse dans l'arthrose primitive en raison des complications.

- Le respect des techniques de pose

Il est inhérent à tout implant. Ici, il faut insister sur la protection du nerf ulnaire, le respect des parties molles et des structures ligamentaires dans les prothèses à glissement. Mais nous devons aussi mettre l'accent sur la technique de cimentage, dont l'insuffisance est un facteur réel de descellement, certaines publications en faisant état comme celles de Canovas¹⁶ ou de Schneeberger¹²⁴. A partir d'une comparaison in vitro de 2 techniques de cimentage, Faber en 1997³¹ avait montré que l'idéal consistait, après irrigation du canal endoméduillaire, séchage, en une obturation médullaire et l'utilisation d'un ciment à basse viscosité sous pression. Il est vrai qu'en pratique nous sommes tous confrontés à l'insuffisance de procédés adaptés pour le cimentage de canaux médullaires parfois très étroits (ulna). C'est donc un appel que nous pouvons adresser aux laboratoires pour qu'ils s'investissent à nos côtés dans la mise au point de systèmes fiables de cimentage.

- Choix adapté des implants

Peut-on aujourd'hui se prononcer pour une prothèse plutôt qu'une autre ? La question ne se pose pas ainsi et Christian Fontaine a parfaitement exposé la stratégie des indications actuelles, en tenant compte de 2 éléments essentiels : la qualité du stock osseux et l'équilibre ligamentaire du coude.

– L' épiphyse est utilisable et sans laxité : le choix est possible entre la semi-contrainte ou la contrainte, selon ses convictions, les prothèses à glissement respectant davantage le capital osseux.

– L' épiphyse est utilisable mais le coude est instable : la prothèse-contrainte peut être proposée ou la prothèse à glissement avec tête radiale.

– L' épiphyse est inutilisable pour l'ancrage d'une prothèse ou le coude est ballant : seules les prothèses-contraintes peuvent être employées et en particulier la Morrey-Coonrad.

Au terme de cette table ronde, nous ne devons pas perdre de vue que la prothèse de coude donne globalement satisfaction et nous ne pouvons qu'espérer que ses résultats à long terme approchent ceux de la PTH ou la PTG.

“Total elbow replacement by experienced surgeons employing contemporary designs and surgical techniques is associated with a high degree of success approaching that for total hip and knee replacement”.

BIBLIOGRAPHIE

1. Ackerman G, Jupiter JB. Non-union of fractures of the distal end of the humerus. J Bone Joint Surg Am 1988 ; 70-A : 75-83.
2. Allieu Y, Aubriot JH. Chirurgie de la polyarthrite rhumatoïde. Encycl Méd Chir, Appareil Locomoteur, 14220 B10, 1991, 16 p.
3. Alnot JY, Augereau B, Bellemère P. La prothèse totale de coude GUEPAR. Int Orthop 1994, 18 (2) : 80-89.
4. Amis AA, Hughes S, Miller JH, Dowson D. Elbow joint forces in patients with rheumatoid arthritis. Rhum Rehab 1979, 18 : 230-234.
5. Augereau B, Alnot JY, Bellemère P. Semi-constrained GUEPAR elbow prosthesis in rheumatoid arthritis : conception, results of 26 arthroplasties. J Bone Joint Surg 1991, 73-B : suppl. II, 6.

6. Augereau B, Bellemère P. Conception des prothèses totales de coude. In Conception des prothèses articulaires. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT, Paris, Expansion Scientifique Publications, Elsevier ; 1993, 44 : 156-172.
7. Baksi. DP. Sloppy hinge prosthetic elbow replacement for post-traumatic ankylosis or instability. J. Bone Joint Surg 1998 , 80 B : 614-619.
8. Benoit J, Dupont JY, Beaufils P, Lortat-Jacob A. Voies d'abord de coude. Encycl Med Chir, (Paris). Techniques chirurgicales, Traumatologie, 44230, 9p.
9. Boyd AD, Thornhill TS. Surgical treatment of the elbow in rheumatoid arthritis. Hand Clin 1989, 5 : 645-655.
10. Brumfield RH, Resnick CT. Synovectomy of the elbow in rheumatoid arthritis. J Bone Joint Surg 1985, 67A : 16-20.
11. Brumfield RHJr, Kuschner SH, Gellman H, Redix L, Stevenson DV. Total elbow arthroplasty. J Arthroplasty 1990, 5 : 359-363.
12. Bryan RS, Morrey BF. Extensive posterior exposure of the elbow: a triceps-sparing approach. Clin Orthop 1982, 166 : 188.
13. Burgess RC. Diagnosis and management of occupational disorders of the elbow. In : Kasdan ML, ed. Occupational hand and upper extremity injuries and diseases, 2nd edition. Philadelphia : Hanley and Belfus, 1998 : 129-139.
14. Burnett R, Fyfe IS. Souter-Strathclyde arthroplasty of the rheumatoid elbow. 23 cases followed for 3 years. Acta Orthop Scand 1991, 62 (1) : 52-54.
15. Campbell WC. Incision for exposure of the elbow joint. Am J Surg 1932, 15 : 65.
16. Canovas F. Le coude rhumatoïde. Thèse Médecine, Montpellier 1988.
17. Chantelot C, Fontaine C, Migaud H, Duquennoy A. Prothèses totales du coude pour arthropathie inflammatoire et hémophilique. Analyse rétrospective de 22 cas. Ann Chir Main Memb Sup 1997, 16 (1) : 49-57.
18. Chantelot C, Feugas C, Ala Eddine T, Migaud H, Gueguen G, Fontaine C (2002) Prothèses de coude non contraintes de KUDO dans l'arthropathie inflammatoire et hémophilique : analyse de 30 cas. Rev Chir Orthop 2002, 88 (4) : 398-405.
19. Chiodo Ch P, Terry CL, Koris MJ. Reconstruction of the medial collateral ligament with flexor carpi radialis tendon graft for instability after capitellocondylar total elbow arthroplasty. J Shoulder Elbow Surg 1999 ; 8 (3) : 284-6.
20. Cobb TK, Morrey BF. Total elbow arthroplasty as primary treatment for distal humeral fractures in elderly patients. J. Bone joint Surg 1997, 79A : 826-32.
21. Cozzolino F, Gigliotti S, Giuzio E, Angrisani C. Surgical synovectomy in the treatment of rheumatoid arthritis : the results obtained in a controlled study. Chir Organi Mov 1991, 76 : 341-346.
22. Daude O, Meyer zu Reckendorf G, Chammas M. Etude multicentrique. Groupe d'Etude de l'Epaule et du Coude. L'arthroplastie du coude. Sauramps médical 1996 : 175-184.

23. Davis RF, Weiland AJ, Hungerford DS, Moore JR, Volenec-Dowling S. Nonconstrained total elbow arthroplasty. *Clin Orthop* 1982, 171 : 156-160.
24. Dee R. Total replacement arthroplasty of the elbow for rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg* 1972, 54 B : 88-95.
25. Dent CM, Hoy G, Stanley JK. Revision of failed total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1995, 77 B : 691-695.
26. Duparc F. Stabilité du coude et articulation condylo-radiale. *Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT, Paris, Expansion Scientifique Publications, Elsevier* 2001 : 30-37.
27. Duranthon LD, Augereau B, Alnot JY, Hardy P, Dreano T. La prothèse totale de coude GUEPAR dans l'arthrite rhumatoïde. Etude multicentrique rétrospective de 38 cas avec un recul moyen de quatre ans. *Rev Chir Orthop* 2001, 87 (5) : 437-442.
28. Ewald FC. Malrotation of the humeral component of the Capitellocondylar total elbow replacement is not the sole cause of dislocation. *J Orthop Res* 1994, 12 (5) : 665-671.
29. Ewald FC, Simmons ED Jr, Sullivan JA, Thomas WH, Scott RD, Poss R, Thornhill TS, Sledge CB. Capitellocondylar total elbow replacement in rheumatoid arthritis. Long-term results. *J Bone Joint Surg* 1993, 75 A (4) : 498-507.
30. Ewald FC, Scheinberg RD, Poss R, Thomas WH, Scott RD, Sledge CB. Capitellocondylar total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1980, 62 A (8) : 1259-1263.
31. Faber KJ, Cordy ME, Milne AD, Chess DG, King G.J., Johnson JA. Advanced cement technique improves fixation in elbow arthroplasty. *Clin Orthop* 1997, 334 : 150-156.
32. Ferlic DC, Patchett CE, Clayton ML, Freeman AC. Elbow synovectomy in rheumatoid arthritis. Long-term results. *Clin orthop* 1987, 220 : 119-125.
33. Ferlic DC. Total elbow arthroplasty for treatment of elbow arthritis. *J.Shoulder Elbow Surg* 1999, 8 : 367-378.
34. Ferlic DC, Clayton ML. Salvage of failed total elbow arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 1995, 4 (4) : 290-297.
35. Figgie MP, Inglis AE, Mow CS, Figgie HE III. Salvage of non-union of supracondylar fracture of the humerus by total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1989, 71 A : 1058-1065.
36. Figgie MP, Inglis AE, Mow CS, Wolfe SW, Sculco TP, Figgie HE 3rd. Results of reconstruction for failed total elbow arthroplasty. *Clin Orthop* 1990, 253 : 123-132.
37. Foulkes GD, Mitsunaga MM. Allograft salvage of failed total elbow arthroplasty. A report of two cases. *Clin Orthop* 1993, 296 : 113-117.
38. Gendi NS, Axon JM, Carr AJ, Pile KD, Burge PD, Mowat AG. Synovectomy of the elbow and radial head excision in rheumatoid arthritis. Predictive factors and long-term outcome. *J Bone Joint Surg* 1997, 79 B : 918-923.
39. Goode JD. Synovial rupture of the elbow joint. *Ann Rheum Dis* 1968, 27 : 604-609.
40. Gordon DA, Stein JL, Broder I. The extra-articular features of rheumatoid arthritis. *Am J Med* 1973, 54: 445-452.

41. Gratz S, Göbel D, Behr TM, Herrmann A, Becker W. Correlation between radiation dose, synovial thickness, and efficacy of radiosynoviorthesis. *J Rheumatol* 1999, 26 : 1242-1249.
42. Gregoir C, Menkes CJ. The rheumatoid elbow : patterns of joint involvement and the outcome of synoviorthesis. *Ann Chir Main* 1991, 10 : 243-246.
43. Gschwend N. Surgical treatment of rheumatoid arthritis. Stuttgart: Thieme, 1980.
44. Gschwend N. Wiederaufbauplastik der Humeruskondylen nach Endoprothesenentfernung des Ellbogens versus Arthrodesse. *Orthopäde* 1987, 16 : 340-347.
45. Gschwend, Lochr J, Ivosevic-Radovanovic D, Scheier H, Muzinger U. Semiconstrained elbow prosthesis with special reference to the GSBIII prosthesis. *Clin Orthop* 1988, 232 : 104.
46. Gschwend N. Stratégie et thérapeutique dans les polyarthrites des membres supérieurs. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris, Expansion Scientifique Publications, Elsevier 1990, 38 : 151-164.
47. Gschwend N, Simmen B.R, Matejovsky Z, Late complications in elbow arthroplasty. *J. Shoulder Elbow Surg* 1996, 5 : 86-96.
48. Gschwend N, Scheier NH, Baehler AR. Long-term results of the GSB III elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1999, 81 B (6) : 1005-1012.
49. Gschwend N, Simmen BR, Schwyzer HK, Herren DB. Prothèse GSB III dans le coude traumatique. In *Prothèses de coude. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT*. Paris, Expansion Scientifique Publications, Elsevier 2001, 77 : 186-190.
50. Gschwend N, Simmen BR, Schwyzer HK, Herren DB. Prothèse totale de coude dans la polyarthrite rhumatoïde. In *Prothèses de coude. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT*. Paris, Expansion Scientifique Publications, Elsevier 2001 : 114-119.
51. Gschwend N. Present State-of-the-Art in Elbow Arthroplasty. *Acta Orthop Belg* 2002, 68, 2.
52. Hanyu T, Nakazono K, Ishikawa H. Humeral shaft fractures after total elbow arthroplasty. *J. Shoulder Elbow Surg* 1998, 7 : 541-544.
53. Herren DB, O'Driscoll SW, Kai-Nan A. Role of collateral ligaments in the GSB-linked total elbow prosthesis. *J. Shoulder Elbow Surg* 2001, 10 : 260-264.
54. Herzberg G, Rollier JC, Richard A. Anatomie du coude : application aux prothèses de coude. In *Prothèses de coude. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT*. Paris, Expansion Scientifique Publications, Elsevier 2001 : 9-16.
55. Ikävalko M, Lehto MU. Fractured rheumatoid elbow : treatment with Souter elbow arthroplasty : a clinical and radiologic midterm follow-up study. *J Shoulder Elbow Surg* 2001, 10 (3) : 256-259.
56. Ikävalko M, Lehto MU, Repo A, Kautiainen H, Hämäläinen M (2002) The Souter-Strathclyde elbow arthroplasty. A clinical and radiological study of 525 consecutive cases. *J Bone Joint Surg* 2002, 84 B (1) : 77-82.
57. Inglis AE, Inglis AE Jr, Figgie MM, Asnis L. Total elbow arthroplasty for flail and unstable elbows. *J Shoulder Elbow Surg* 1997, 6 (1) : 29-36.

58. Itoi E, King GJ, Neibur GL, Morrey BF, An KN (1994) Malrotation of the humeral component of the Capitellocondylar total elbow replacement is not the sole cause of dislocation. *J Bone Joint Surg* 1994, 76-A : 1000-1008.
59. Jager M, Baumann D. Is the activity of rheumatoid arthritis affected by repeated surgical operations ? *Munch Med Wochenschr* 1975, 117 : 1797-1804.
60. Jupiter J, Goodman LJ. The managment of complex nonunion of the distal humerus by triple plating, elbow capsulotomy and ulnar nerve neurolysis. *J Shoulder Elbow Surg* 1992, 1 : 37.
61. Kashiwagi D. intraarticular changes of the osteoarthritic elbow, especially about the fossa olecrani. *J. Jap Orthop Assoc* 1978, 52 : 1367-82.
62. Kay RM, Eckardt JJ. Total elbow allograft for twice-failed total elbow arthroplasty. A case report. *Clin Orthop* 1994, 303 : 135-139.
63. Kelly EW, Morrey BF, O'Driscoll SW. Complications of elbow arthroscopy. *J Bone Joint Surg* 2001, 83 A : 25-34.
64. Khan M.F. La polyarthrite rhumatoïde de l'adulte en 1991. *Cahier d'enseignement de la Société Française de Chirurgie de la Main, Expansion Scientifique Française* 1991, 3 : 61-68.
65. King GJ, Itoi E, Niebur GL, Morrey BF, An KN. Motion and laxity of the Capitellocondylar total elbow prosthesis. *J Bone Joint Surg* 1993, 76 A (7) : 1000-1008.
66. King GJ, Adams RA, Morrey BF. Total elbow arthroplasty : revision with use of a non-custom semiconstrained prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 1997, 79 (3) : 394-400.
67. Kozak TKW, Adams RA, Morrey BF. Total elbow arthroplasty in primary osteoarthritis of the elbow. *J Arthroplasty* 1998, 13 : 837-842.
68. Kraay MJ, Figgie MP, Inglis AE, Wolfe SW, Ranawat CS. Primary semiconstrained total elbow arthroplasty. Survival analysis of 113 consecutive cases. *J. Bone Joint Surg* 1994, 76 B (6) : 36-40.
69. Kudo H. Non-constrained elbow arthroplasty for mutilans deformity in rheumatoid arthritis : a report of six cases. *J Bone Joint Surg* 1998 80-B (2) : 234-239.
70. Kudo H, Iwano K, Watanabe S. Total replacement of the rheumatoid elbow with a hingeless prosthesis. *J Bone Joint Surg* 1980, 62 A (2) : 277-285.
71. Kudo H, Iwano K. Total elbow arthroplasty with a non-constrained surface-replacement prosthesis in patients who have rheumatoid arthritis. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg* 1990, 72 A (3) : 355-362.
72. Kudo H, Iwano K, Nishino J. Cementless or hybrid total elbow arthroplasty with titanium-alloy implants. A study of interim clinical results and specific complications. *J Arthroplasty* 1994, 9 (3) : 269-278.
73. Kudo H, Iwano K, Nishino J. Total elbow arthroplasty with use of a nonconstrained humeral component inserted without cement in patients who have rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg* 1999, 81A (9) : 1268-1280.
74. Larsen A, Dahle K, Eek M. Radiographic evaluation of rheumatoid arthritis and related conditions by standard reference films. *Acta Radiol Diagn* 1977, 18 : 481-491.

75. Lee DH. Impaction allograft bone-grafting for revision total elbow arthroplasty. A case report. *J Bone Joint Surg Am* 1999, 81 (7) : 1008-12.
76. Lee BP, Morrey BF. Arthroscopic synovectomy of the elbow for rheumatoid arthritis. A prospective study. *J Bone Joint Surg* 1997, 79 B : 770-772.
77. Lehtinen JT, Kaarela K, Ikavalko M. Incidence of elbow involvement in rheumatoid arthritis. A 15 years end point study. *J Rheumatol* 2001, 28 : 70-74.
78. Ljung P, Jonsson K, Larsson K, Rydholm U. Interposition arthroplasty of the elbow in rheumatoid arthritis. *J Shoulder Elbow Surg* 1996, 5 : 81-85.
79. Lonner JH, Struchin SA. Synovectomy, radial head excision, and anterior capsular release in stage III inflammatory arthritis of the elbow. *J Hand Surg* 1997, 22 A : 279-285.
80. Lyall HA, Cohen B, Clatworthy M, Constant CR. Results of the Souter-Strathclyde total elbow arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis. A preliminary report. *J Arthroplasty* 1994, 9 (3) : 279-284.
81. Mc Grath MH, Fleischer A. The subcutaneous rheumatoid nodule. *Hand Clin* 1989, 5 : 127-135.
82. Madsen F, Sjöberg JO, Sneppen O. Late complications with the Pritchard Mark II elbow prosthesis. *J. Shoulder Elbow Surg* 1994, 3 : 17-23.
83. Mansat P, Morrey BF. Semiconstrained total elbow arthroplasty for very stiff and ankylosed elbows. *J. Bone Joint Surg* 2000, 82 A : 1200-1268.
84. Mansat P, Bonnel F, Casanovas F, Captier G. Biomécanique du coude : application aux prothèses de coude. *Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT*. Paris, Expansion Scientifique Publications, Elsevier 2001 : 17-29.
85. Mansat P, Morrey BF. Complications infectieuses après prothèses totales de coudes. In *Prothèses de coude*. Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT. Paris, Editions scientifiques et médicales, Elsevier 2001 : 241-245.
86. Masquelet AC, Valenti P, Romana MC. Complication cutanée après prothèse totale de coude. In *Prothèses de coude*. Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT. Paris, Editions scientifiques et médicales, Elsevier 2001 : 232-240.
87. Minami M. Roentgenological studies of osteoarthritis of the elbow joint. *J Jap Orthop Assoc* 1977, 51: 1223-36.
88. Mitsunaga MM, Bryan RS, Linscheid RL. Condylar nonunions of the elbow. *J Trauma* 1982, 22: 787-791.
89. Morrey BF. Primary degenerative arthritis of the elbow: treatment by ulnohumeral arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1992, 74 B : 409-413.
90. Morrey BF. Limited and extensile triceps reflecting exposure of the elbow. In Morrey BF, ed : *Master techniques in orthopedic surgery : the elbow*, NY, Raven Press limited, 1994 : 3-19.
91. Morrey BF, Asken LJ, An KN, Chao EY. A biomechanical study of normal functional elbow motion. *J Bone Joint Surg* 1981, 63 A : 1396-1400.

92. Morrey BF, Bryan RS. Complications of total elbow arthroplasty. *Clin Orthop* 1982, 170 : 204-212.
93. Morrey BF, Bryan RS. Infection after total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1983, 65 A : 330-338.
94. Morrey BF, Bryan RS. Total joint replacement. In Morrey BF (ed) : *The elbow and its disorders*. WB Saunders, Philadelphia, 1985 : 546-569.
95. Morrey BF, An KN. Functional anatomy of the ligaments of the elbow. *Clin Orthop* 1985, 201 : 84-90.
96. Morrey BF, Bryan RS. Revision total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1987, 69 (4) : 523-32.
97. Morrey BF, Tanaka S. An KN. Valgus stability of the elbow. *Clin Orthop* 1991, 265 : 187-195.
98. Morrey BF, Adams R. Semiconstrained elbow replacement for distal humeral nonunion. *J Bone Joint Surg* 1995, 77 B : 67-72.
99. Morrey BF, Mansat P. Prothèse de Coonrad-Morrey dans le coude traumatique. *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT*. Paris, Expansion Scientifique Publications, Elsevier 2001, 77 : 178-18.
100. Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatsker J. *The comprehensive classification of fractures of long bones*. Berlin : Springer Verlag, 1990.
101. Nakamura H, Yoshino S, Nagashima M, Yoshioka T, Hirai H, Matsuzaki T. Anti-rheumatic effect of synovectomy : three years follow-up study of multiple synovectomy for refractory RA. *Arthritis and Rheumatism* 1998, 41, 9 (Suppl) : 1688.
102. O'driscoll SW, Jakoszynski R, Morrey BF, An KN. Origin of the medial ulnar collateral ligament. *J Hand Surg* 1992, 17A : 164-168.
103. O'Driscoll SW, Morrey BF. Periprosthetic fractures about the elbow. *Orthop Clin North Am*. 1999, 30 (2) : 319-325.
104. O'Driscoll SW, King GJW. Treatment of instability after total elbow arthroplasty. *Orthop Clin North Am*. 2001, 32 (4) : 679-695.
105. Pöll RG, Rozing P. Use of the Souter-Strathclyde total elbow prosthesis in patients who have rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg* 1991, 73 A (8) : 1227-1233.
106. Porter BB, Richardson BA, Vaino K. Rheumatoid arthritis of the elbow. The results of synovectomy. *J Bone Joint Surg* 1974, 56 B : 427-437.
107. Presnal BP, Chillag KJ. Radiohumeral arthrodesis for salvage of failed total elbow arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1995, 10 (5) : 699-701.
108. Ramsey ML, Adams RA, Morrey BF. Instability of the elbow treated with semiconstrained total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1999, 81 A, 1 : 38-47.
109. Rand JA, Morrey BF, Bryan RS. Management of the infected total joint arthroplasty- *Orthop Clin North Am* 1984, 3 : 491-504.

110. Redfern DR, Dunkley AB, Trail IA, Stanley JK (2001) Revision total elbow replacement using the Souter-Strathclyde prosthesis. *J Bone Joint Surg* 2001, 83-B (5) : 635-639.
111. Ring D, Koris M, Jupiter JB. Instability after total elbow arthroplasty. *Othop Clin North Am.* 2001, 32 (4) : 671-677.
112. Rosenberg GM, Turner RH. Nonconstrained total elbow arthroplasty. *Clin Orthop* 1984, 187 : 154-162.
113. Rozing P. Souter-Strathclyde total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 2000, 82 B (8) : 1129-1134.
114. Ruth JT, Wilde AH. Capitellocondylar total elbow replacement. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg* 1992 74 A (1) : 95-100.
115. Sanchez-Sotelo J, Morrey B. Surgical techniques for reconstruction of chronic insufficiency of the triceps. *J Bone Joint Surg* 2002, 84 B (8) : 1116-1120.
116. Sanchez-Sotelo J, O'Driscoll S, Morrey B. Periprosthetic humeral fractures after total elbow arthroplasty : Treatment with implant revision and strut allograft augmentation. *J Bone Joint Surg* 2002, 84 A, 9 : 1642-1650.
117. Sany J, Bataille R, Rosenberg F, Kalfa G, Serre H. Le coude rhumatoïde. Aspects symptomatiques. In : *Coude et Médecine de rééducation*, Paris, Masson 1979 : 181-186.
118. Sany J, Combe B, Jorgensen C. Polyarthrite rhumatoïde de l'adulte (I). Aspects cliniques. *Encycl Méd Chir, App Locom*, 14-220-A10, 1997, 19 p.
119. Sany J, Combe B, Jorgensen C. Immunopathologie et pathogénie de la polyarthrite rhumatoïde (II). *Encycl Méd Chir, App Locom*, 14-220-A15, 1997, 4 p.
120. Sany J, Combe B, Jorgensen C. Polyarthrite rhumatoïde de l'adulte (III). Traitement. *Encycl Méd Chir, App Locom*, 14-220-A20, 1997, 15 p.
121. Sauzières P, Dubert T, Dumontier C, Kerboull L. L'arthroplastie totale du coude rhumatoïde par la prothèse d'Ewald. In Mansat M et Morrey BF (ed) *Pathologie chirurgicale du coude*. Sauramps, Montpellier, pp 245-249.
122. Schemitsch EH, Ewald FC, Thornhill TS. Results of total elbow arthroplasty after excision of the radial head and synovectomy in patients who had rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg* 1996, 78 A : 1541-1547.
123. Schneeberger AG, Adams R, Morrey BF. Semiconstrained total elbow replacement for the treatment of posttraumatic osteoarthritis. *J Bone Joint Surg* 1997, 79 A : 1211-1222.
124. Schneeberger AG, Hertel R, Gerber C. Total elbow replacement with the GSB III prosthesis. *J. Shoulder Elbow Surg* 2000, 9 : 135-139.
125. Schneeberger AG, King GJ, Song SW, O'Driscoll SW, Morrey BF, An KN. Kinematics and laxity of the Souter-Strathclyde total elbow prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg* 2000, 9 (2) : 127-134.
126. Shah BM, Trail IA, Nuttall D, Stanley JK. The effect of epidemiologic and intraoperative factors on survival of the standard Souter-Strathclyde total elbow arthroplasty. *J Arthroplasty* 2000, 15 (8) : 994-998.

127. Sim FH. Nonunion and delayed union of distal humeral fractures. In : Morrey BF, ed .The elbow and its disorders. Philadelphia : WB Saunders, 1985 : 340-354.
128. Sjöden G, Blomgren G. The Souter-Strathclyde elbow replacement in rheumatoid arthritis. 13 patients followed for 5 (1-9) years. Acta Orthop Scand 1992, 63 (3): 315-317.
129. Sjöden GOJ, Lundberg A, Blomgren GA. Late results of the Souter-Strathclyde total elbow prosthesis in rheumatoid arthritis. 6/19 implants loose after 5 years. Acta Orthop Scand 1995, 66 (5) : 391-394.
130. Souter W. Le traitement chirurgical du coude rhumatoïde. Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT. Paris, Expansion Scientifique Publications 1987, 28 : 159-172.
131. Souter WA. Surgery for rheumatoid arthritis : 1. Upper limb. Surgery of the elbow. Curr Orthop 1989, 3 : 9.
132. Souter W. in : Prothèses de coude. Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT. Paris, Expansion Scientifique Publications 2001, 77 : 191-197.
133. Spinner RJ, Morgenlander JC, Nunley JA. Ulnar nerve function following total elbow arthroplasty: a prospective study comparing preoperative and postoperative clinical and electrophysiologic evaluation in patients with rheumatoid arthritis. J Hand Surg 2000, 25 A : 360-364.
134. Tanaka N, Kudo H, Iwano K, Sakahashi H, Sato E, Ishii S (2001) Kudo total elbow arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis: a long-term follow-up study. J Bone Joint Surg 2001, 83-A (10) : 1506-1513.
135. Trail IA, Nuttall D, Stanley JK. Survivorship and radiological analysis of the standard Souter-Strathclyde total elbow arthroplasty. J Bone Joint Surg 1999 81 B (1) : 80-84.
136. Trancik T, Wilde AH, Borden LS. Capitulocondylar total elbow arthroplasty. Two-to eight-year experience. Clin Orthop 1987, 223 : 175-180.
137. Trepman E, Vella IM, Ewald FC. Radial head replacement in capitulocondylar total elbow arthroplasty. J Arthroplasty 1991, 6 : 67-77.
138. Tsuge K, Mizuseki T. Debridement arthroplastie for avance primary osteoarthritis of the elbow. Résultats of a new technique used for 29 elbows. J. Bone Joint Surg 1994, 76 B : 641-646.
139. Tubiana R. Mc Cullough CJ, Masquelet AC. An atlas of surgical exposures of the upper extremity. Martin Dunitz Ltd, London 1990.
140. Tulp NJ, Winia WP. Synovectomy of the elbow in rheumatoid arthritis. J Bone Joint Surg 1989, 71 B : 664-666.
141. Vahvanen V, Eskola A, Peltonen J. Results of elbow synovectomy in rheumatoid arthritis. Arch Orthop Trauma Surg 1991, 110 : 151-154.
142. Vaino K. Synovectomies in the hand and wrist in rheumatoid arthritis. In Tubiana R. : La Main rhumatoïde, L'Expansion, Paris, 1969 : 114-116.
143. Van Gorder GW. Surgical approach in supracondylar "T" fractures of the humerus requiring open reduction. J Bone Joint Surg 1940, 22 : 278.

144. Verstreken F, De Smet L, Westhovens R, Fabry G. Results of the Kudo elbow prosthesis in patients with rheumatoid arthritis : a preliminary report. *Clin Rheumatol* 1998, 17 (4) : 325-328.
145. Weiland AJ, Weiss AP, Wills RP, Moore JR. Capitulocondylar total elbow replacement. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg* 1989,71 A (2) : 217-222.
146. Wolfe SW, Figgie MP, Inglis AE, Bohn WW, Ranawat CS. Management of infection about total elbow prosthesis. *J Bone Joint Surg* 1990,72 A : 198-212.
147. Woods DA, Williams JR, Gendi NS, Mowat AG, Burge PD, Carr A. Surgery for rheumatoid arthritis of the elbow : a comparison of radial head excision and synovectomy with total elbow replacement. *J Shoulder Elbow Surg* 1999, 8 : 291-295.
148. Wretenberg PF, Mikhail WE. Late dislocation after total elbow arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 1999, 8 (2) : 178-80.
149. Wright TW, Wong AM, Jaffe R. Functional outcome comparison of semiconstrained and unconstrained total elbow arthroplasties. *J. Shoulder Elbow Surg* 2000, 9 : 524-31.
150. Yamaguchi K, Adams R, Morrey BF. Infection after total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1998,80 A : 481-491.
151. Yamaguchi K, Adams RA, Morrey BF. Semiconstrained total elbow arthroplasty in the context of treated previous infection. *J Shoulder Elbow Surg* 1999, 8 (5) : 461-5.
152. Zinkernagel RM, Ehl S, Aichele P, Oehen S, Kündig T, Hengartner H. Antigen localisation regulates immune responses in a dose- and time-dependant fashion : a geographical view of immune reactivity. *Immunol Rev* 1997, 156 : 199-209.