

LES INQUIÉTUDES LIÉES AU COUPLE MÉTAL-MÉTAL DANS LES PROTHÈSES TOTALES DE HANCHE SONT-ELLES FONDÉES EN 2012 ?

C.A. VALCU (1), A. PERDREAU (2), A. WOUTERS (2), PH. GILLET (3)

RÉSUMÉ : Le couple métal-métal alimente les débats en orthopédie depuis que les statistiques ont montré un taux d'échecs à court terme anormalement élevé. Le problème du descellement précoce chez le patient jeune et actif ayant subi l'implantation d'une prothèse totale de hanche classique a mené à la recherche d'un autre couple articulaire. Plusieurs études avaient démontré les avantages du couple métal-métal. Les résultats des resurfaçages et des prothèses totales de hanche métal-métal observés dans notre service n'ont actuellement pas lieu de soulever des inquiétudes. Toutefois, les données de la littérature montrent des résultats disparates et les plus récentes, des résultats décevants, en particulier pour quelques marques spécifiques. Plusieurs institutions, aux États-Unis et en Europe, mettent en place des protocoles pour la prise en charge des patients porteurs d'un implant métal-métal. La tendance actuelle se dirige vers un moratoire en ce qui concerne la mise en place des prothèses métal-métal.
MOTS-CLÉS : *Complications - Arthroplastie de hanche - Métal-métal*

ARE THE CONCERNS REGARDING METAL-ON-METAL TOTAL HIP ARTHROPLASTIES FOUNDED IN 2012 ?

SUMMARY : Metal-on-metal total hip arthroplasty (MOM THA) fuels debate in the orthopedic community after statistics showed higher-than-expected short-term failures in comparison with metal-on-polyethylene THA. The problem of early failure in the young, active patient with a metal-on-polyethylene implant has prompted the research of another couple. Multiple studies showed the advantages of MOM THA. The results of MOM resurfacing and MOM THA in our hospital did not show concerning results. Nonetheless, the data in the literature shows divergent opinions. The most recent statistics indicate that the results are disappointing, particularly with specific types of implants. Several institutions, in the USA and in Europe, are developing protocols for the follow-up of patients with MOM hip implants. Today, we are headed towards imposing a moratorium on using MOM THA.
KEYWORDS : *Complication - Arthroplasty - Metal-on-metal*

Le couple métal-métal alimente la littérature orthopédique depuis longtemps. Après quelques années où ce sont ses avantages qui ont été mis en évidence, un débat est apparu après le retrait du marché d'une prothèse qui utilisait ce couple: l'ASR XL® (DePuy, Warsaw, Indiana, USA).

Nous avons nous-mêmes, en 2007, rapporté les avantages de ce couple qui justifiaient alors son utilisation dans une population ciblée (1). Le but du présent travail est de revoir la littérature publiée sur ce sujet et de présenter notre expérience avec les prothèses de hanche métal-métal.

INTRODUCTION

Le couple métal-métal dans les prothèses de hanche n'est pas d'utilisation récente. Il a derrière lui une longue histoire qui commence avec Wiles dans les années '30 (cité dans 2).

L'expérience a continué avec les prothèses de McKee-Farrar et de Ring dans les années '60 (2). Les résultats étaient acceptables, avec un

taux élevé d'échec mais certaines prothèses suivies jusqu'à 30 ans ont eu une excellente évolution (3).

Pendant les années '80, une deuxième génération de prothèses avec couple métal-métal a été introduite par Weber avec la prothèse Meta-sul® (Sulzer, Basel, Suisse) (4). La tête prothétique avait un petit diamètre, de 28 à 32 mm et ce type de couple a montré de très bons résultats (2).

Ces dix dernières années, une importante partie du marché des prothèses de hanche a été acquise au couple métal-métal utilisant de grands diamètres. Entre 2005 et 2006, approximativement 35% des prothèses posées utilisaient ce couple aux États-Unis (5). Les registres nationaux en Grande-Bretagne montraient environ 70.000 prothèses à couple métal-métal en 2010 (6); la mode du resurfaçage était en grande partie à l'origine de cette prééminence du couple métal-métal, avec des excès d'indications dépassant les populations ciblées respectées dans les autres pays d'Europe et, en particulier, dans notre service.

En 2010, des problèmes liés à l'ASR® ont jeté le discrédit sur le couple métal-métal, tout particulièrement lorsque utilisé pour des prothèses totales avec des têtes de grand diamètre, dans une moindre mesure dans le cadre du resurfa-

(1) Chef de clinique adjoint, (2) Candidat spécialiste, (3) Chargé de cours, Chef de Service, Service de Chirurgie de l'Appareil Locomoteur, CHU de Liège.

çage. Pour l'ASR®, des taux de révision élevés ont été observés à court terme : 17,1% de révisions à 3 ans (7), 11,8% pour le resurfaçage et 13,6% pour les prothèses totales à 7 ans (8), par rapport à des taux de révision de prothèses qui utilisent un autre couple de 3,3 à 4,9% pour les mêmes reculs. L'ASR® a été retirée du marché.

En Grande-Bretagne, l'autorité responsable des produits médicaux a émis des directives qui imposent la surveillance annuelle des patients porteurs d'une prothèse métal-métal (9).

POURQUOI MÉTAL-MÉTAL ET MÉGA-TÊTE ?

La recherche du couple idéal pour les prothèses de hanche est liée au problème de l'usure du couple métal-polyéthylène, couple de référence, qui reste largement utilisé aujourd'hui. Il résulte de cette usure une libération de particules de polyéthylène dans les tissus voisins de l'implant qui donne naissance à une ostéolyse avec descellement de la prothèse. Ce problème est inconstant, certains patients présentant une usure importante sans réaction biologique; d'autres, des granulomes de descellement avec une déperdition grave du stock osseux pour des usures prothétiques à peine mesurables. Cette imprévisibilité du comportement biologique face aux particules de polyéthylène reste incomprise. Le problème est particulièrement inquiétant chez le patient jeune, actif, qui va soumettre sa prothèse à des contraintes plus sévères et pendant plus longtemps qu'un patient âgé. Les registres nationaux confirment la longévité réduite des prothèses chez les sujets en dessous de 55 ans : 60% à 15 ans (6).

Suite à l'expérience favorable du couple métal-métal en petit diamètre, à plusieurs résultats favorables à long terme avec les prothèses de McKee Farrar et Ring qui utilisaient des grands diamètres et aux améliorations métallurgiques, ce couple a été accueilli comme une solution possible, surtout dans le cas des patients jeunes, pour augmenter la longévité de l'implant et réduire le nombre de révisions.

Plusieurs études ont montré que l'usure pour un couple métal-métal peut être de 20 à 200 fois plus basse que pour un couple métal-polyéthylène (2, 3). Sieber et al (10) ont montré une usure d'environ 5 µm/an.

Par ailleurs, l'amincissement possible des pièces cotyloïdiennes donne la possibilité d'utiliser des diamètres plus larges pour la tête prothétique, ce qui réduit encore plus l'usure des composants grâce à une meilleure lubrification par un effet d'entraînement du liquide

synovial (3, 11). Malheureusement, les conditions idéales de lubrification ne sont pas toujours obtenues *in vivo*. On peut expliquer les échecs plus fréquents dans le cas des prothèses métal-métal de première génération par un contact équatorial entre la tête de la prothèse et le composant cotyloïdien avec un effet de grippage; dans le cas des prothèses de nouvelle génération, ce contact est polaire et favorise la formation du film protecteur.

L'utilisation des méga-têtes permet d'améliorer la stabilité prothétique : le rapport est augmenté entre la tête et le col de la prothèse, ce qui réduit le risque de conflit fémoro-acétabulaire qui favorise la luxation. La stabilité de l'implant est aussi améliorée par l'augmentation de la «jump distance», la distance que la tête prothétique doit parcourir avant de se luxer (6).

INCONVÉNIENTS

Si les avantages du couple métal-métal sont évidents, il existe également des inquiétudes. Elles sont aussi liées à la libération de particules, métalliques cette fois.

Les forces de friction qui naissent à l'interface entre la tête prothétique et la partie acétabulaire sont beaucoup plus faibles que dans le cas d'une prothèse métal-polyéthylène. Elles vont néanmoins générer des particules métalliques qui seront libérées dans les tissus voisins, absorbées dans le sang, captées par les érythrocytes et éliminées dans les urines (2, 5, 12, 13). Très nombreuses, ces particules ont des diamètres qui se situent en dessous de 50 nm (5, 14). De ce fait, la surface au contact avec l'organisme est plus importante que pour les particules de polyéthylène, qui ont des dimensions de l'ordre du micron et peuvent engendrer des réactions contre corps étranger (10, 14). Cette surface, présentée aux cellules immunitaires, serait à l'origine de réactions d'hypersensibilité, d'épanchements articulaires, de nécroses tissulaires, d'infiltrations lymphocytaires, de réactions de type vasculite, de pseudotumeurs (2, 3, 12). Ces complications peuvent être localement graves, mais restent peu fréquentes.

Les effets que les ions cobalt (Co) et chrome (Cr), qui sont les principaux composants de l'alliage utilisé, peuvent engendrer à la suite d'une exposition de longue durée ont été mis en question. Si certains ont été démontrés *in vitro*, leur importance clinique reste méconnue. Aujourd'hui on parle de l'effet carcinogène possible du Co, mais surtout de celui du Cr

(15). Cet effet reste théorique dans le cas de l'implantation d'une prothèse métal-métal, car plusieurs travaux ont démontré qu'il n'y avait pas de risque carcinologique dans la population porteuse d'un tel implant comparé à la population générale (3, 16). Il existe aussi des effets mutagènes et tératogènes qui peuvent engendrer des aberrations chromosomiques chez la femme enceinte. Les ions Cr et Co étant excrétés dans l'urine, il pourrait exister une accumulation toxique dans le cas d'une insuffisance rénale.

Le seul élément incontestable est une augmentation des taux de Cr et de Co au niveau sanguin et urinaire chez les patients porteurs d'un implant métal-métal, mais ces taux sont très variables d'un patient à l'autre. La dynamique de ces substances est caractérisée par une augmentation, à 3 mois de l'intervention, qui continue jusqu'à environ 1 an et qui arrive à un niveau de stabilité (5), voire diminue (2).

Il n'y a actuellement aucune valeur officielle de seuil de toxicité, les seules références publiées se trouvent dans le contexte de la médecine du travail, varient d'un pays à l'autre et comportent une grande part d'arbitraire.

En Grande-Bretagne, il est suggéré que les patients porteurs d'un implant métal-métal avec un taux d'ions Co supérieur à 7 µg/l bénéficient désormais d'un protocole spécifique de prise en charge: contrôles à 1 mois et 3 mois de la cobaltémie et de la chromémie, et dans les cas des patients symptomatiques ou présentant des modifications radiologiques, investigation par échographie ou résonance magnétique nucléaire, à la recherche de kystes ou de pseudotumeurs (5).

Un taux de 7 µg/l de Cr ou de Co pourrait être considéré comme le seuil sanguin significatif, mais il ne peut pas être considéré comme seul critère dans une décision de révision (17).

FACTEURS QUI INFLUENCENT LE TAUX D'IONS MÉTALLIQUES

Tout implant métallique introduit dans l'organisme génère des ions métalliques (12, 14). Aujourd'hui les alliages ainsi que les techniques de fabrication des prothèses métal-métal ont évolué et on utilise des matériaux plus durs, avec une rugosité très basse qui réduit les forces de friction et, donc, l'usure (14). Le nombre de particules libérées a diminué par rapport aux prothèses qui ont servi de référence aux travaux des ingénieurs. Pourquoi l'augmentation des ions métalliques est-elle plus importante que celle prévue ?

Nous avons mentionné la lubrification au niveau d'une prothèse métal-métal avec mégatête. Elle devrait contrecarrer les forces de friction augmentées par le plus grand diamètre du couple articulaire. Dans des conditions *in vitro*, cette lubrification se fait au niveau de l'ensemble de l'interface tête-cotyle, protégeant d'un contact direct entre les surfaces métalliques. Ceci n'est pas toujours le cas dans des conditions *in vivo*. Le film liquidien peut ne pas couvrir la totalité de la surface de la prothèse et il peut exister des zones qui vont fonctionner dans un régime de lubrification suboptimale, engendrant une usure plus importante. Ceci est habituellement la conséquence d'un cotyle trop vertical, découvrant la tête prothétique et peut, en premier lieu, être dû à une technique chirurgicale déficiente. À cela s'ajoute la géométrie de certains implants, avec des cupules cotyloïdiennes qui présentent une ouverture de <180°, ce qui induit une couverture de tête fémorale moindre que celle supposée, même avec une bonne orientation de la cupule (40 à 45° d'inclinaison frontale et 20° d'antéversion). Ceci constitue une situation semblable à une dysplasie coxofémorale par défaut de couverture cotyloïdienne, avec des pics de contraintes. Une position optimale des implants peut néanmoins s'accompagner d'une cobaltémie et d'une chromémie élevées. Les facteurs géométriques n'expliquent donc pas tout et une technique opératoire irréprochable ne met pas toujours à l'abri de complications.

Un autre problème peut intervenir au niveau du cône morse de la prothèse fémorale qui sert à fixer la tête fémorale sur la tige centromédullaire. Pour plusieurs types de prothèses, surtout celles qui sont utilisées chez des personnes jeunes avec un bon stock osseux, celui-ci n'est pas constitué du même alliage que la tête prothétique. Les tiges non cimentées sont habituellement constituées d'un alliage à base de titane, les têtes étant obligatoirement constituées d'un alliage spécifique Co-Cr enrichi en carbures. Ceci pourrait engendrer des phénomènes de corrosion galvanique favorisant une augmentation de libération d'ions avec une usure anormale de l'interface tête-col qui se compliquera de phénomènes de jeu et d'usure plus importante.

La libération des ions Cr et Co dans la circulation et dans l'environnement local est multifactorielle et dépend de facteurs liés aux techniques de fabrication de l'implant, aux patients et à la technique chirurgicale (12, 14).

Des observations ont identifié certaines catégories de patients qui possèdent des taux de Cr

et de Co particulièrement élevés ou qui présentent des pseudotumeurs.

La population féminine aurait, selon plusieurs études, des taux d'ions Cr et Co plus élevés que la population masculine (6, 14, 18). Cette différence est probablement liée au fait que, pour les femmes, le diamètre de la tête fémorale (et, donc, le diamètre de la tête prothétique utilisée) est en moyenne plus petit. Ceci altère la tribologie de la prothèse et entraîne une usure accentuée et une libération accrue des ions métalliques. Une autre explication résiderait dans les différences métaboliques (absorption et excrétion rénale) ou dans les différences anatomiques et biomécaniques de la hanche entre les sexes (18). Chez les patients porteurs d'une arthroplastie bilatérale métal-métal, on n'observe pas une augmentation proportionnelle des taux d'ions (13).

Les études n'ont pas démontré de différence significative entre une prothèse totale métal-métal et une prothèse de resurfaçage métal-métal dans laquelle il n'existe pas l'interface supplémentaire du cône morse et où la surface totale de métal en contact avec le liquide articulaire et la membrane synoviale est moindre. Il existe néanmoins une tendance en faveur du resurfaçage avec des taux sériques d'ions plus bas pour ce dernier (19).

La littérature reste conflictuelle en ce qui concerne l'influence du diamètre de la tête prothétique sur les niveaux des ions métalliques (20, 21).

NOTRE EXPÉRIENCE

Deux études ont été réalisées au service de chirurgie de l'appareil locomoteur du CHU de Liège.

La première étude porte sur les prothèses de resurfaçage de hanche.

Entre 2003 et 2009, 62 patients d'âge moyen 51,9 ans ont été sélectionnés comme candidats à un resurfaçage. Toutes les interventions (70 prothèses) ont été réalisées par le même chirurgien senior avec le même matériel : prothèse métal-métal, alliage Cr-Co Metasul®, DUROM Hip Resurfacing®, (ZIMMER, Warsaw, Indiana, USA). La durée moyenne du suivi a été de 59 mois (minimum 12 mois).

Le score de Harris a présenté une amélioration significative ($p < 0,001$) de 59,9/100 en préopératoire à 98,5/100 à la dernière consultation. Ces résultats sont comparables à ceux de la littérature. Le taux de survie était de 96,9%, 4 patients étaient perdus de vue (5,7%) et 4

patients décédés sans complications au niveau de l'implant (5,7%). Deux reprises chirurgicales (2,8%) ont été justifiées: dans un cas en raison d'un enraidissement articulaire dû à des ossifications périarticulaires avec transformation en PTH classique, dans l'autre en raison de douleurs inguinales, sans conflit démontré avec la prothèse, une ténotomie du tendon droit antérieur a été réalisée, les implants sont restés en place.

La deuxième étude porte sur les prothèses totales de hanche avec couple métal-métal et méga-tête.

Entre 2004 et 2009, 47 patients d'âge moyen de 60 ans ont subi l'implantation de 52 prothèses par le même opérateur. Il s'agissait d'une tige CLS® Spotorno® munie d'une tête Metasul® et d'une cupule DUROM® (ZIMMER, Warsaw, Indiana, USA). À noter qu'il s'agit de prothèses conçues en Italie pour la CLS® il y a plus de 25 ans, et en Angleterre pour la Durom® il y a 8 ans avec une fabrication en Suisse par la même firme que celle qui avait conçu et fabriqué le couple Metasul®, connu depuis plus de vingt ans en diamètre 28 et 32 mm. D'autres firmes ne peuvent pas se prévaloir de la même expérience de fabrication.

Avec 9 patients perdus de vue et un recul moyen de 33 mois (12 à 62 mois), les résultats montraient une augmentation significative du score de Harris, avec une moyenne de 53,3 en préopératoire passée à 94,2 en postopératoire. Aucune instabilité, descellement précoce ou migration cotyloïdienne n'ont été constatés. Des ossifications périprothétiques sans conséquence clinique ont été identifiées chez 10 patients. Une patiente a été réopérée dans un autre service pour une métallose.

Les patients porteurs d'un couple métal-métal se présentant en consultation pour leur suivi se voient aujourd'hui proposer une mesure de la cobaltémie. Les résultats montrent des valeurs banales entre 0,5 et 1,3 µg/l, avec occasionnellement des valeurs plus élevées, 6,07 et 7,34 µg/l, chez des patients, par ailleurs, asymptomatiques.

CONCLUSION

L'utilisation du couple métal-métal a été le fruit de plusieurs années de recherches. Il y a 10 ans, les espoirs liés à ce couple étaient très élevés. Plusieurs études avaient montré l'efficacité de ce couple dans des conditions spécifiques. Après plusieurs années d'utilisation, on se voit confronté à des problèmes qui nous mènent à craindre que le couple métal-métal ne

réponde pas aux attentes des chirurgiens et des patients.

Les simulations *in vitro* avaient prédit un comportement favorable du couple métal-métal avec des têtes ultra-larges pour les prothèses de hanche, ce comportement n'a pas toujours été reproduit dans la pratique avec à peine dix ans de recul pour les méga-têtes et quinze pour les resurfaçages. Au contraire, ce type de couple donne des résultats décevants par rapport au couple métal-polyéthylène, avec des taux de révisions à court et moyen termes parfois plus élevés. Dans le cas du resurfaçage, il semble qu'on puisse considérer aujourd'hui qu'il ne survit pas plus mal que des prothèses traditionnelles, ce qui n'était pas le but recherché.

Des études ont montré un taux de révision qui peut atteindre 13% à 7 ans comparé avec des taux de révisions de prothèses qui utilisent d'autres couples avoisinant les 5%.

Il faut toutefois souligner plusieurs éléments.

Les 5% des révisions dans les prothèses qui utilisent d'autres couples sont probablement sous-estimés, car on ne révisé pas toutes les prothèses qui posent des problèmes.

On devrait comparer les patients par tranche d'âge, en sachant que pour les patients jeunes, les résultats des prothèses de hanche aux couples «classiques» sont beaucoup moins bons que pour les patients âgés; c'est la raison principale pour laquelle on cherche un autre type de couple.

Les résultats les plus alarmants émanent de pays où le couple métal-métal, et, en particulier le resurfaçage, a été victime d'un effet de mode qui a conduit à élargir les indications à des patients qui ne constituaient pas des candidats idéaux. Les pays et les services où une politique de choix plus sélective a été respectée peuvent espérer de meilleurs résultats. C'est le cas de notre service.

Le fait qu'un type bien précis de prothèse métal-métal (l'ASR®) ait donné des mauvais résultats peut être lié aux spécifications de cet implant : métallurgie, design, matériaux utilisés. Cela ne signifie pas que toutes les prothèses présentent les mêmes écueils. Il existe des populations plus à risque pour une révision après un implant métal-métal, mais ces groupes restent à identifier.

Le seuil cliniquement significatif des ions métalliques dans l'organisme n'a pas encore été établi.

Des protocoles de prise en charge pour les patients qui ont bénéficié d'une prothèse métal-

métal doivent être établis, les propositions existantes restent arbitraires et basées sur un principe de précaution.

Nos résultats ne sont pas inquiétants à ce jour, mais un suivi à long terme est nécessaire. Il nous semble sage, dans l'état actuel des connaissances, de respecter un moratoire concernant la pose des prothèses métal-métal, avec peut-être le maintien de quelques indications particulièrement ciblées pour le resurfaçage.

BIBLIOGRAPHIE

1. Gillet Ph.— Actualités thérapeutiques en chirurgie orthopédique : évolution des arthroplasties. *Rev Med Liège*, 2007, **62**, 335-343.
2. Nikolau VS, Petit A, Debiparshad K, et al.— Metal-on-metal total hip arthroplasty: 5- to 11- year follow-up. *Bulletin of the NYU Hospital for joint diseases*, 2011, **69**, S77-83.
3. Kim RH, Dennis DA, Carothers JT.— Metal-on-metal total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2008, **7**, 44-46.
4. Weber BG.— Experience with the Metasul total hip bearing system. *Clin Orthop Relat Res*, 1996, **329** 69-77.
5. Hasegawa M, Yoshida K, Wakabayashi H, et al.— Cobalt and chromium ion release after large diameter metal-on-metal total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2012, **6**, 990-996.
6. Smith AJ, Dieppe P, Vernon K, et al.— Failure rates of stemmed metal-on-metal hip replacements : analysis of data from the national joint registry of England and Wales. *Lancet*, 2012, **379**, 1199-1204.
7. Bernthal NM, Celestre PC, Stavrakis AI, et al.— Disappointing short-term results with the DePuy ASR XL® metal-on-metal total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2012, **4**, 539-543.
8. Cohen D.— Revision rates for metal on metal hip joints are double that of other materials. *BMJ*, 2011, **343**, d5977.
9. Kjaersgaard-Andersen P.— Global time-out may calm maelstorm of metal-on-metal THR. *Orthopaedics today Europe*, 2012, **2**, 3.
10. Sieber HP, Rieker CB, Köttig P.— Analysis of 118 second-generation metal-on-metal retrieved hip implants. *J Bone Joint Surg*, 1998, **80**, 46-50.
11. Burroughs BR, Hallstrom B, Golladay GJ, et al.— Range of motion and stability in total hip arthroplasty with 28-,32-,38- and 44-mm femoral head sizes : an *in vitro* study. *J Arthroplasty*, 2005, **1**, 11-19.
12. Barrett WP, Kindsfater KA, Lesko JP.— Large-diameter modular metal-on-metal total hip arthroplasty: Incidence of revision for adverse reaction to metallic debris. *J Arthroplasty*, 2012, **6**, 976-983.
13. Pelt CE, Bergeson AG, Anderson LA, et al.— Serum metal ion concentrations after unilateral vs. bilateral large-head metal-on-metal primary total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2011, **8**, 1494-1500.
14. Bernstein M, Gupta S, Petit A, et al.— The effect of operative factors on outlier ion levels in patients with metal-on-metal hip arthroplasties. *Bulletin of the NYU Hospital for joint diseases*, 2011, **69**, S20-26.

15. Cohen D. — How safe are metal-on-metal hip implants? *BMJ*, 2012, **344**, 1-5.
16. Visuri T, Pukkala E, Paavolainen P, et al.— Cancer risk after metal on metal and polyethylene on metal total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, 1996, **329** 280-289.
17. Medical Device Alert Ref.: MDA/2012/008 issued February 2012. Medecines and Healthcare products Regulatory Agency
18. Moroni A, Savarino L, Hoque M, et al.— Do ion levels in hip resurfacing differ from metal-on-metal THA at midterm? *Clin orthop relat res*, 2011, **469**, 180-187.
19. Kuzyk PRT, Sellan M, Olsen M, et al.— Hip resurfacing versus metal-on-metal total hip arthroplasty: are metal ion levels different? *Bull NYU Hospital for joint diseases*, 2011, **69**, S5-11.
20. Hallows RK, Pelt CE, Erockson JA, et al.— Serum metal ion concentrations : comparison between small and large head metal-on-metal total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2011, **26**, 1176-1181.
21. Clarke MT, Lee PTH, Arora A, et al.— Levels of metal ions after small- and large-diameter metal-on-metal hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg*, 2003, **85**, 913-917.

Les demandes de tirés à part sont à adresser au
Pr P. Gillet, Service de Chirurgie de l'appareil loco-
moteur, CHU de Liège, 4000 Liège, Belgique
E-mail : philippe.gillet@chu.ulg.ac.be