
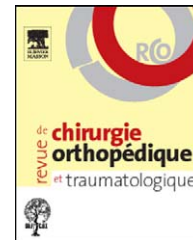




Disponible en ligne sur  
 ScienceDirect  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France  
  
www.em-consulte.com



## MÉMOIRE ORIGINAL

# Taux de fracture des inserts de céramique « sandwich » dans un cotyle ATLAS III<sup>TM</sup> : étude de 144 prothèses totales de hanche de première intention à 74 mois de recul<sup>☆</sup>

*Sandwich type ceramic liner fracture rate with the Atlas III<sup>TM</sup> socket: A study of 144 primary total hip replacements at a mean 74 months' follow-up*

C. Szymanski<sup>a,\*</sup>, S. Guériot<sup>b</sup>, O. Boniface<sup>a</sup>, J.-Y. Deladerrière<sup>a</sup>,  
S. Luneau<sup>a</sup>, C. Maynou<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Service d'orthopédie A, hôpital Salengro, CHRU de Lille, place de Verdun, 59037 Lille cedex, France

<sup>b</sup> Polyclinique d'Hénin-Beaumont, route de Courrières, BP 199, 62256 Henin-Beaumont cedex, France

Acceptation définitive le : 20 avril 2011

### MOTS CLÉS

Hanche ;  
Arthroplastie ;  
Sandwich céramique ;  
Fracture ;  
Rupture d'inserts ;  
Squeaking

### Résumé

**Introduction.** – Le frottement céramique a été proposé en arthroplastie totale de hanche afin de réduire les phénomènes d'usure. Afin de simplifier la modularité et se rapprocher des cupules métal-back disposant d'un noyau de polyéthylène, des sandwichs disposant d'un noyau en céramique ont été proposés. On ne connaît pas avec précision la fréquence des bruits anormaux en fonction sur ce type d'implant qui est par ailleurs exposé à la rupture du noyau de céramique.  
**Hypothèse.** – Les résultats des inserts « céramique-sandwich » sont superposables à ceux des cupules disposant d'un insert en polyéthylène sans exposer à des effets secondaires (bruits, ruptures).

**Patients et méthodes.** – Nous avons analysé rétrospectivement au recul moyen de 74 mois les résultats cliniques et radiologiques de 144 cupules impactées ATLAS III<sup>TM</sup> comportant un insert en céramique sandwich polyéthylène en diamètre 28mm couplé à une tête en céramique

DOI de l'article original : [10.1016/j.otsr.2011.04.006](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2011.04.006).

<sup>☆</sup> Ne pas utiliser, pour citation, la référence française de cet article, mais celle de l'article original paru dans *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, en utilisant le DOI ci-dessus.

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [arcadia.szymanski@gmail.com](mailto:arcadia.szymanski@gmail.com) (C. Szymanski).

Biolox Forte™. L'âge moyen était de 59,4 ans. Douze patients avaient été perdus de vue. Les tiges implantées étaient 61 pivots ESOP™ (anatomique) et 71 BHS™ (type CORAIL). L'étude radiologique a été guidée par l'utilisation du logiciel Imagika™.

**Résultats.** – Les scores fonctionnels globaux étaient satisfaisants avec un score de PMA à  $17,2 \pm 1,2$  points (9 à 18) et un score global de Harris de  $93,6 \pm 3,1$  points (49 à 100). Le taux de survie global était de 91,6% (IC à 95% 86,34–96,9). L'analyse radioclinique objectivait sept ruptures d'insert (5,3% des cas) après un délai moyen de 32 mois. Toutes ces ruptures étaient non traumatiques ou asymptomatiques. Les facteurs de risques cliniques de rupture d'insert étaient : le poids, un âge élevé, la survenue d'une luxation, la présence d'un conflit prothétique (effet came). Le facteur de risque radiologique était l'augmentation de l'offset en postopératoire.

**Discussion et conclusion.** – Malgré les résultats radiocliniques satisfaisants proches de ceux de prothèses métal-back comportant un insert en polyéthylène, une surveillance rapprochée de ce type d'implant est indispensable. Le taux élevé de rupture d'inserts sandwich céramique polyéthylène et leur caractère peu symptomatique, nous amène à recommander la prudence quant à leur utilisation.

**Niveau de preuve.** – niveau IV rétrospective ou série historique.

© 2011 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

## Introduction

Les prothèses totales de hanches (PTH) utilisant la céramique pour couple de frottement sont utilisées depuis les années 1970 à la suite du français Pierre Boutin [1] qui utilisait une cupule en céramique massive. Ce nouveau matériau était destiné à limiter la production de débris d'usure observée avec les arthroplasties à couple de frottement métal-polyéthylène [2]. Toutefois, l'extrême dureté des implants en céramique semble expliquer, pour certains, la survenue de fractures d'insert ou de têtes prothétiques. Ce taux de rupture est chiffré à 2/1000 et près de 2000 cas de rupture de tête en céramique ont été répertoriés [3,4]. L'utilisation de cupules métal-back semble avoir permis de résoudre les problèmes de fixations et actuellement, la plupart des inserts en céramique sont impactés au moyen d'un cône morse dans une cupule métal-back. Afin de prévenir ces risques de fracture, certains laboratoires ont voulu coupler les avantages du couple céramique–céramique en termes de dureté et d'usure, et les avantages du polyéthylène en termes d'amortissement et d'élasticité en proposant dans une cupule impactée élastique, un insert en polyéthylène recouvert dans sa concavité d'une couche de céramique. L'insert obtenu est communément appelé insert en « céramique sandwich polyéthylène ». Toutefois, de nombreuses séries dans la littérature font état de ruptures de ce type d'insert avec une fréquence élevée [5–7]. Si la fréquence de ces ruptures est connue, leurs facteurs favorisants et les bruits éventuels produits par ces inserts en céramique sandwich ne sont pas étudiés de manière précise. Notre objectif principal était de préciser le taux de rupture et les facteurs potentiels de ce phénomène avec la cupule ATLAS III™. Nos objectifs secondaires étaient de préciser la survie de ce type de composant, et de donner les résultats cliniques, notamment la fréquence des bruits anormaux en fonction et leur devenir clinique et radiographique.

## Patients et méthodes

### Patients

Il s'agit d'une étude rétrospective réalisée auprès de deux centres (CHRU de Lille et polyclinique d'Hénin-Beaumont) entre 1999 et 2005. Celle-ci portait sur 144 PTH chez 134 patients (10 bilatérales). Douze patients étaient perdus de vue, avec un taux de suivi de 90,2%. Au total 132 prothèses sur 122 patients ont été incluses avec une évaluation complète au recul moyen de  $74 \pm 22$  mois (62 à 120 mois). Les prothèses ont été implantées chez 60 hommes et 62 femmes. L'âge moyen au moment de l'implantation était de  $59,4 \pm 9,4$  ans (26 à 75 ans). Le poids moyen des patients était de  $81,9 \pm 15$  kg (50 à 120 kg). La moyenne était de 75 kg pour les femmes, et de 84 kg pour les hommes. L'indice de masse corporelle (IMC) moyen était de  $28,6 \text{ kg/m}^2$  ( $\pm 5,3$  de 19 à 40). Pour 40% des patients l'IMC supérieur ou égal à  $30 \text{ kg/m}^2$  indiquait une obésité.

### Méthodes

Un seul modèle de cupule non cimentée ATLAS III™ (fournitures hospitalières, Heimsbrunn, France) a été utilisé chez tous les patients (Fig. 1). Cette cupule de forme hémisphérique, était en alliage de titane (Ti6AL4V) d'une épaisseur de 2,5 mm. La face convexe de la cupule était revêtue par une projection par torche à plasma d'une couche de 120 à 145 microns d'hydroxyapatite. L'insert en polyéthylène comportait une pièce sertie en céramique d'alumine en Biolox Forte™. L'épaisseur minimale du polyéthylène était de 5 mm, de taille croissante avec la taille de la cupule. Dans le cas particulier, il ne s'agit pas d'augmenter la résistance au frottement, puisque aucune partie du polyéthylène n'est destinée à frotter, mais d'accroître la répartition des contraintes. L'épaisseur minimale d'alumine au niveau de



Figure 1 Cupule ATLAS III™ et insert « céramique sandwich ».

l'insert était de 4 mm, raison pour laquelle celui-ci n'est disponible que pour les cupules de diamètres supérieures à 50 mm.

Les tiges étaient anatomiques de type Esop™ (fournitures hospitalières, Heimsbrunn, France) dans 61 cas, et des tiges de type Corail BHS™ (SGM, St-Étienne, France) dans 71 cas. Les cônes morsés étaient de taille 12/14 mm (5,43°) sur les tiges ESOP et de taille 10/12 mm (6°) ou 12/14 mm (6°) sur les tiges BHS. Toutes les têtes étaient en céramique de type BioloX Forte™ de taille 28 mm (Ceramtec, Plochingen, Germany) disposant de trois longueurs de col de -3,5 mm, +0 mm et +3,5 mm. Soixante-quinze patients ont eu une voie postéro-latérale, et 57 patients une voie antéro-latérale de Hardinge.

## Méthodes d'évaluation

Tous les patients ont été revus par un examinateur unique et n'ayant pas participé aux interventions (C.S). Au recul, les patients ont été évalués au moyen des scores de Merle d'Aubigné (Postel Merle d'Aubigné [PMA]) [8] et de Harris et al. [9] qui ont été comparés aux données préopératoires. Le niveau d'activité a été relevé par le score de Devane [10] et UCLA [11]. Par ailleurs à la révision, la cotation de Charnley [12] permettait la prise en compte des autres antécédents orthopédiques et médicaux. Un piston axial a été recherché lors de la révision en décubitus dorsal par une traction exercée dans l'axe du membre, avec contre-appui sur l'autre jambe. Nous avons recherché particulièrement un conflit (*impingement*) en extension et rotation latérale, ainsi qu'en flexion et rotation médiale. Bien que l'insert de la cupule ATLAS III™ soit recouvert par le polyéthylène qui est débordant, le conflit, lorsqu'il était présent, était parfaitement perceptible. La présence d'un *squeaking* (bruit de grincement) était également recherchée. Enfin, une évaluation subjective était proposée à chaque patient, comprenant un indice de satisfaction par échelle visuelle analogique.

Tous les patients ont effectué à la révision le même protocole radiologique comportant un cliché de bassin de face en charge, visualisant le tiers supérieur du fémur, une radiographie de hanche de face centrée sur la prothèse, un profil urétral et chirurgical de hanche du côté de la prothèse. Le bilan radiographique a fait l'objet d'une analyse descriptive et de mesures à l'aide du logiciel informatique Imagika™ (ViewTeck, Saint-Maur, France) [13]. Afin d'apprécier la bonne ostéointégration de l'implant et la stabilité, nous avons utilisé les paramètres proposés par le score de Engh et le score Agora Roentgenography Assessment (ARA) [14]. Le logiciel Imagika™ a complété l'analyse par les mesures de l'offset global (Fig. 2). L'analyse du versant acétabulaire était effectuée en considérant les trois zones de De Lee et Charnley [15]. Sur ces clichés de révision, l'étude de l'interface os-implant recherchait l'existence de liserés, d'une ligne réactive ou d'une ostéolyse. Les signes de rupture d'insert ont été recherchés méticuleusement. L'inclinaison frontale de la cupule était mesurée par le logiciel Imagika™, et la mesure de l'antéversion était réalisée grâce à la méthode de Door et al. [16]. Enfin, l'apparition d'ossifications a été appréciée à la révision selon la classification de Brooker et al. [17].

L'analyse statistique a utilisé le test *t* de Student pour la comparaison entre deux groupes, le test de Khi² a été choisi pour la comparaison entre des facteurs qualitatifs, le test de Fisher pour la comparaison de moyennes de données quantitatives, le risque de première espèce a été fixé à  $p < 0,05$ .

## Résultats

### Complications et ruptures de céramique

Sept prothèses sur les 132 étudiées ont eu une rupture de l'insert en céramique en moyenne après un recul de 32 mois et ont eu une reprise chirurgicale. Ces ruptures représentaient 5,3% des inserts étudiés (sept cas sur 132).

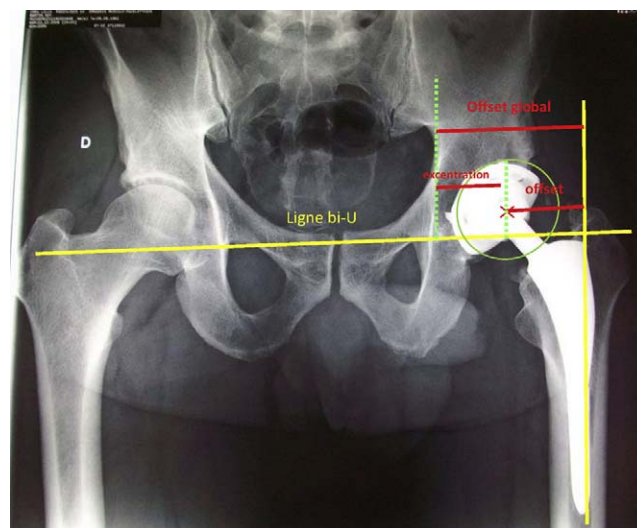


Figure 2 Mesures radiologiques réalisées avec le logiciel Imagika™ : offset fémoral, excentration de la cupule, offset global, mesure d'antéversion et d'inclinaison horizontale.

**Tableau 1** Comparaison des différents items cliniques et radiologiques dans la série globale et le groupe des ruptures d'insert au recul.

|                                   | Série globale  | Groupe rupture d'insert | p <   |
|-----------------------------------|----------------|-------------------------|-------|
| PMA (/18)                         | 17,2           | 15,8                    | 0,05  |
| Harris (/100)                     | 93,9           | 80                      | 0,01  |
| Flexion post op                   | 102°           | 91,6°                   | NS    |
| Devane                            | 3,2            | 2,6                     | NS    |
| UCLA                              | 3,9            | 4                       | NS    |
| Squeaking (cas/%)                 | 11 (8,3 %)     | 2 (28,5 %)              | NS    |
| Piston (cas/%)                    | 15 (12,3 %)    | 2 (28,5)                | NS    |
| Conflit (cas/%)                   | 25 (20,5 %)    | 3/6 (50%) <sup>b</sup>  | 0,01  |
| Indice de satisfaction (/10)      | 8,2            | 5,8                     | 0,05  |
| Δ offset global (mm) <sup>a</sup> | -1,4 (69,4→68) | +6,0 (70→76)            | 0,001 |
| Inclinaison cupule (en°)          | 44,3°          | 40°                     | NS    |
| Antéversion cupule (en°)          | 12,6°          | 7,8°                    | NS    |

PMA: Postel Merle d'Aubigné; NS : non significative ; NC : non communiqué.

<sup>a</sup> Variation de l'offset global après chirurgie. Valeurs mesurées par le logiciel Imagika™.

<sup>b</sup> Taux de conflit avant la reprise pour rupture d'insert.

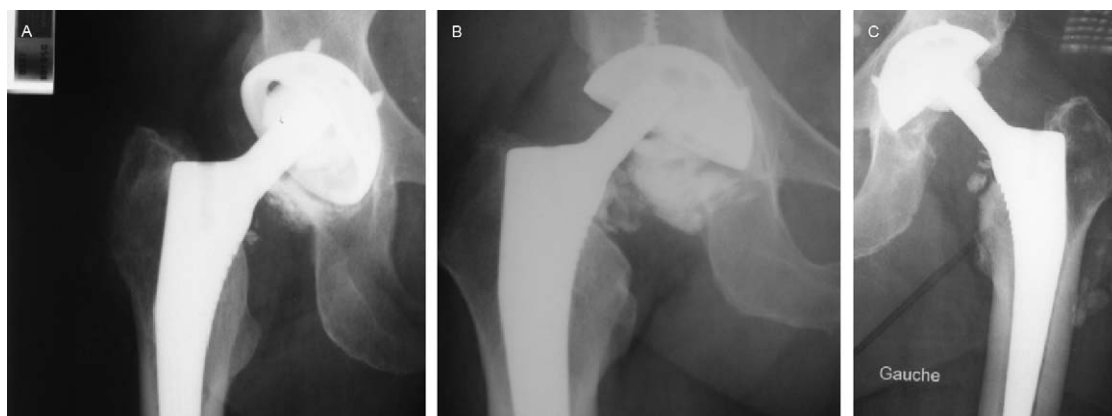
Aucune de ces ruptures n'a fait suite à un traumatisme. Une patiente a présenté une rupture itérative découverte lors de la reprise chirurgicale dans les suites de deux épisodes de luxations (Fig. 3). Ses radiographies préopératoires étaient sans particularité. Un autre patient a présenté une rupture d'insert passée inaperçue à l'examen clinique et radiologique, l'analyse poussée des radiographies préalables a permis de dater la rupture à plus de trois ans (Fig. 4C). Outre les ruptures d'inserts, nous avons relevé également trois autres cas (3,4% dans la série) de luxation, et un cas d'infection. Deux patients ont été réopérés d'un conflit antérieur par ténotomie du psoas (1,4%). L'évolution est actuellement favorable pour l'ensemble de ces patients, même si les patients ayant eu une rupture d'insert avaient un score fonctionnel significativement inférieur à la suite de leur reprise (Tableau 1).

L'âge moyen de la série globale était de 59,4ans, les patients ayant présenté une rupture d'insert étaient significativement plus âgés avec un âge moyen de 69,2ans ( $p < 0,009$ ).

En revanche, le taux de rupture était identique pour les hommes et les femmes. Bien que le poids moyen soit plus



**Figure 3** Explant de l'insert retrouvé chez la patiente ayant présenté deux épisodes de luxation. Découverte fortuite de la rupture lors de l'ablation de l'insert pour changement de cotyle pour instabilité.



**Figure 4** Formes radiographiques des ruptures d'insert. A : rupture récente de l'insert uniquement. B : rupture associée de la tête en céramique. C : rupture ancienne datée au moins de trois ans.



**Tableau 2** Évolution des principaux items cliniques et radiologiques dans l'ensemble de la série.

|                    | Préopératoire | Recul | p <   |
|--------------------|---------------|-------|-------|
| PMA (/18)          | 11,5          | 17,2  | 0,001 |
| Harris (/100)      | 54,1          | 93,9  | 0,001 |
| Flexion (en°)      | 88°           | 102°  | 0,001 |
| Offset global (mm) | 69,4          | 68,0  | NS    |

PMA : Postel Merle d'Aubigné ; NS : non significative.

élevé dans le groupe des ruptures d'insert (poids moyen de 91 kg (68 à 101 kg) contre 81,4 kg dans le reste de la série), nous n'avons pu mettre en évidence de lien statistique, à cause du faible effectif. (NS avec  $p < 0,09$ ).

Le taux de survie global de la série quelle que soit la cause de reprise (infection, ténatomie, luxation) à 74 mois, était de 91,6%. (IC à 95% 86,34–96,9). Si l'on considère uniquement les patients ayant présenté une rupture d'insert, le taux de survie était de 94,64% (IC à 95% 92,4–96,87).

### Résultats fonctionnels cliniques

La score de Merle d'Aubigné moyen est passé de 11,5 (8 à 14) en préopératoire à 17,2 (9 à 18) lors de la révision ( $p < 0,001$ ) (Tableau 2). Les patients ayant nécessité une reprise chirurgicale pour rupture d'insert avaient un score inférieur avec une moyenne de 15,8 (10 à 18) après leur reprise ( $p < 0,05$ ) (Tableau 1). Plus de 95% des patients avaient un score excellent, très bon ou bon. La flexion moyenne après chirurgie primaire était de 102° ( $\pm 8,73^\circ$ ) contre 88° en préopératoire. Les patients ayant présenté une rupture d'insert avaient une flexion moyenne inférieure, mesurée à 91,6°, mais la différence n'était pas statistiquement significative. Toutefois, une patiente ayant présenté une rupture d'insert ne présentait aucun autre facteur de risque qu'une mobilité articulaire très importante avec une flexion de hanche à plus de 130°. Le score de Harris évoluait dans le même sens avec des différences significatives pour tous les items entre les deux groupes de patients (Tableau 1).

Concernant le niveau d'activité, le score de Devane moyen dans la série était de  $3,2 \pm 1,04$  (de 2 à 5). Ce score était légèrement plus faible chez les patients ayant bénéficié d'une révision pour rupture d'insert :  $2,6 \pm 1,21$  (de 2 à 5), mais nous n'avons pas pu mettre en évidence de différence significative (NS). Le score UCLA permet l'analyse des activités à caractère sportif avec notamment l'analyse des sports violents avec impact. Le score moyen était dans la série globale de  $3,9 \pm 1,5$  (de 2 à 9). Il était de 4 dans le groupe PTH avec rupture d'insert, mais il n'y avait pas de différence statistique (NS) entre les deux groupes (Tableau 1).

Concernant les bruits anormaux, ceux-ci étaient parfois associés à un effet came antérieur ou un piston. Nous avons mis en évidence 11 cas de *squeaking* (8,3%) dont deux chez les patients ayant présenté une fracture d'insert (28,5% des ruptures d'insert). Dans ces deux derniers cas, le *squeaking* a disparu après la révision. Un piston a été observé chez 15 patients (12,3%), dont deux chez les patients ayant présenté une reprise pour fracture d'insert (28,5% des ruptures d'insert). Dans un des deux cas, celui-ci a persisté après la

révision. Nous avons retrouvé un effet came sur 25 prothèses dans notre série (20,5%). Aucun cas n'était retrouvé dans le groupe « rupture d'insert » après la reprise. Toutefois cet élément de l'examen clinique ne figurait sur les comptes rendus de consultation pré-opératoire et le taux de conflit était de 50% chez trois des six patients ayant présenté une rupture d'insert ( $p < 0,01$ ). Dans trois cas, il s'agissait d'un effet came en extension et rotation externe et dans 22 cas d'un effet came antérieur (88%). Le cône morse n'avait pas d'influence sur la survenue de l'effet came puisque dans 13 cas, il s'agissait d'un cône morse 10–12 et dans les 12 autres cas, d'un cône 12–14.

L'indice moyen de satisfaction globale mesuré sur l'échelle visuelle analogique retrouvait un score de  $8,6 \pm 0,93$  (de 6 à 10) chez les patients après chirurgie primaire. Nous n'avons pas pu établir de lien significatif entre ce score et les paramètres de PMA ou du Harris. L'indice de satisfaction tombait à  $5,8 \pm 1,77$  (de 3 à 8) chez les patients ayant présenté une fracture d'insert ( $p < 0,05$ ).

### Résultats radiologiques

Selon les critères d'ARA et le score d'Engh, toutes les tiges étaient parfaitement intégrées. Les scores n'étaient pas différents entre les groupes avec ou sans rupture de céramique. Aucune ostéolyse n'a pu être mise en évidence à la révision radiologique. Les mesures au moyen du logiciel Imagika™ sur les radiographies pré- et postopératoires ont montré que l'offset global (fémoral + acétabulaire) avait diminué mais de façon non significative (NS) passant de 69,4 mm ( $\pm 11,4$  de 59,8 à 82,4) à 68 mm ( $\pm 8,49$  de 62,4 à 77,5). Dans le groupe des ruptures d'insert, l'offset global avait été augmenté de manière significative par la prothèse ( $p < 0,001$ ) passant de 70 mm ( $\pm 6,84$  de 61,44 à 79,35) à 76 mm ( $\pm 12,04$  de 64,92 à 84,1) en postopératoire. De plus, l'offset global était plus important chez les patients présentant une rupture d'insert avant la reprise chirurgicale (76 mm vs 69,4 mm  $p < 0,01$ ).

Des ossifications hétérotopiques étaient observées chez 23% des patients se répartissant en 17,4% de stade 1, 5,3% de stade 2, et 0,75% de stade 3, mais aucun stade 4. Ces ossifications n'étaient pas liées à une limitation de la mobilité, ni au score PMA ou Harris ou à la voie d'abord.

Une analyse des cupules a également été réalisée grâce au logiciel Imagika™. Dans le groupe des ruptures d'insert, les cupules étaient plus inclinées (40° vs 44,3°) mais la différence n'était pas statistiquement significative ( $p < 0,09$ ). L'inclinaison moyenne des cupules sur l'horizontale était de 44,3° (26° à 65°) avec 77 cupules (58%) se situant entre 40 et 50° d'inclinaison. Toutes nos cupules étaient antéversées

sauf deux. L'une d'entre elles présentait une rétroversion de 11° associée à une rupture d'insert nécessitant une reprise chirurgicale.

Différentes formes radiologiques de ruptures d'inserts ont été observés (Fig. 4). Dans la plupart des cas (6 sur 7) seul l'insert était fracturé, la tête restant parfaitement sphérique. Dans un cas, la tête et l'insert ont été fracturés sur la radiographie. Pour le cas de rupture ancienne, les fragments d'insert avaient migrés hors de l'articulation coxofémorale, vers le foramen obturé, ou en dehors du fascia lata, la rupture semblant remonter à plus de trois ans, elle était passée inaperçue sur les radiographies de contrôle datant de cette époque. Lors de la reprise une synovectomie carcinologique a été réalisée afin d'éliminer les fragments de céramique cloisonnés en amas fibreux. Un couple en céramique-polyéthylène a été utilisé afin de pouvoir tolérer d'éventuels débris de petite taille.

## Discussion

Nos résultats fonctionnels sont comparables aux séries utilisant des inserts en céramique massive mais notre étude fait état d'un taux de rupture plus élevé. Yoo et al. [18] sur 100 patients porteurs d'une cupule en céramique pleine, observaient au recul moyen de cinq ans un score de Harris de 97, et relevaient une seule fracture d'implant après un accident de la route. La série de 452 prothèses de Capello et al. [19] rapportait un score de Harris de 96 points et deux cas de rupture d'insert en céramique pleine à six et neuf ans de recul, sans cause traumatique.

Nos résultats sont également superposables à ceux rapportés avec les couples métal-métal en diamètre 28 mm implantés dans un sandwich de polyéthylène, mais ces séries ne présentaient aucune rupture d'insert métallique [20]. Grubl et al. [21] rapportaient avec les mêmes implants au recul de dix ans, un taux de survie de 96,7%. S'il n'y a pas de rupture décrites avec les sandwiches de couple de frottement métal-métal, des dissociations entre métal et le polyéthylène [22] ont cependant été rapportées. Cette complication n'a toutefois jamais été rapporté avec le Metasul™ original mais avec le Sikomet™ [23]. Une autre limite de la céramique-céramique, est la taille du couple de frottement, le couple métal-métal autorisant des diamètres plus important favorisant une meilleure stabilité, un taux plus faible d'effet came, et en théorie une meilleure proprioception [24].

Toutes les séries d'arthroplasties totales de hanche comportant un insert en céramique sandwich-polyéthylène font état de ruptures [5]. Le taux moyen de rupture atteint 4,44% pour Poggie et al. [7] et 3,5% pour Ha et al. [25]. D'autres séries sont plus alarmistes, Kircher et al. [6] retrouvant un taux de 18% de ruptures. Poggie et al. [7] évoquent un délai moyen de 25 mois, tout comme Hwang et al. [26], alors que le délai moyen avant rupture était dans notre série de 32 mois. Les ruptures d'inserts décrites par Popescu et al. [27] survenaient également après un délai plus long de 36 mois en moyenne. Les fractures d'insert se produisent donc relativement tôt après la pose et le plus souvent sans épisode traumatique.

Nous n'avons pas détecté de liseré ni d'ostéolyse lors de l'analyse radiographique. Ces excellents résultats sont

comparables à ceux rapportés avec des cupules impactées recouvertes d'hydroxyapatite et munies d'insert en céramique pleine [18,19,28-30].

Les effets comes peuvent avoir contribué aux cas de rupture observés dans notre série. Bergmann et al. [31,32] ont démontré que les forces exercées lors de la marche ou de la course pouvaient atteindre huit fois le poids du corps avec des pics de pression de 4,4 à 4,8 KN. D'autres événements de la vie courante sont susceptibles de créer des contraintes importantes sur la prothèse comme l'ont démontré Robnovitch et al. [33,34] qui révèlent qu'une chute de moins d'un mètre de hauteur pouvait exercer une force de 6 KN sur la prothèse. Certains de nos patients ont pu atteindre des valeurs critiques pour l'insert dans la vie courante puisque nous n'avons retrouvé aucun événement brutal à l'origine de la rupture de l'insert. Pour une de nos patientes, il semblerait que les luxations aient provoqué la rupture (Fig. 3). En effet, la deuxième rupture d'insert fut découverte fortuitement lors de la révision chirurgicale pour instabilité. Il s'agit du seul cas de ce genre, à notre connaissance dans la littérature. Le poids semble intuitivement être un facteur de risque de fracture car les contraintes exercées sur la hanche sont proportionnelles au poids du patient [35]. Cinq patients ayant présenté une fracture de céramique présentaient une obésité avec un IMC moyen de 31,4 kg/m<sup>2</sup>. Poggie et al. [35] ont montré un lien entre rupture d'insert céramique sandwich et le poids des patients, le risque relatif de fracture étant multiplié par 4,6 si le poids était supérieur à 91 kg. D'autres auteurs estiment le poids n'était pas directement un facteur de risque de fracture, mais retiennent le niveau d'activité, le mode de vie et les amplitudes articulaires [5,26,27]. La mobilité et les effets comes ont été incriminés par les auteurs asiatiques leurs patients continuant traditionnellement à s'asseoir les jambes croisées (*cross leg squatting*) [5,36,37]. Ces contacts anormaux entre col et rebord de la céramique provoquent des forces inhabituelles qui initient la fracture en produisant des petits fragments ou « chips » d'alumine qui se propagent à la concavité de l'insert. L'analyse de notre explant semble confirmer cette hypothèse (Fig. 3). Ces effets comes n'expliquent à eux seuls les ruptures car tous les patients présentant un effet came, n'ont heureusement pas rompu leur insert. De plus, Poggie et al. [7] dans leur étude biomécanique n'ont pas pu provoquer de fracture d'insert sandwich par des seuls impacts d'effet came. La laxité articulaire a été incriminée par Ha et al. [25] pour expliquer la rupture d'inserts agissant par la décoaptation de la tête lors du pas. Le contact anormal par effet came sur un des rebords de l'insert agit comme un levier provoquant la décoaptation de la tête qui va percuter le bord opposé de l'insert lors de son repositionnement, initiant le dessertissage de la céramique. La présence d'un piston, témoignant d'une décoaptation possible entre tête et insert, peut donc faciliter ce phénomène et était observée dans 12,3% des hanches dans notre série. Par ailleurs, nous retrouvions deux cas de piston sur les sept ayant présenté une rupture d'insert. L'effet came et le la laxité articulaire (piston) agissent sans doute de manière complémentaire comme le suggèrent Park et al. [36].

Le taux de *squeaking* dans notre étude était de 8,3%. Ce taux est variable dans les différentes séries de la littérature : très faibles pour Capello et al. [19] avec 0,8% et pour Lusty et al. [30] avec un taux de 0,3%, plus élevé pouvant

atteindre 10,7% pour Jarrett et al. [38]. L'explication de ces bruits anormaux semble être liée à une usure anormale de certaines zones des pièces en céramique appelée *stripe wear* [39]. De ce fait, une malposition des composants prothétiques et une certaine laxité peuvent être à l'origine de *stripe wear*, puis d'un *squeaking* [40]. Toutes ces données de la littérature nous font donc penser que piston, bruit et effet came sont liés et que les patients présentant ces signes sont à surveiller. Dans notre série, 11 prothèses avaient un *squeaking*, 25 un effet came, et 15 présentaient un piston.

Nous avons observé que les cupules présentant une rupture d'insert avaient une tendance à être plus horizontales, mais cette différence n'était pas significative. De même, d'autres séries retrouvaient pas de lien significatif malgré des cupules toujours plus horizontales dans les cas de rupture d'insert [36]. Des constatations similaires sont rapportées concernant l'antéversion acétabulaire. Ha et al. [25] retrouvaient une antéversion significativement plus importante dans la population présentant une rupture d'insert, toutefois il s'agissait d'une population asiatique adepte du *cross leg squatting* (position assise jambe croisées) particulièrement souple. Sur le versant fémoral, nous avons constaté que l'offset global était significativement plus important chez les patients ayant présenté une rupture d'insert. Nous n'avons pas retrouvé dans la littérature de lien direct entre une augmentation de l'offset fémoral et la survenue d'une fracture d'insert en céramique. Toutefois, il a été montré que les forces exercées sur la prothèse sont plus importantes en cas d'augmentation de l'offset [41]. Ainsi, on peut penser que celles-ci peuvent favoriser la survenue d'une rupture d'insert. Par ailleurs, une augmentation même de quelques millimètres d'offset global augmente l'amplitude des mouvements articulaires [42,43] et potentialise ainsi le risque de conflit et donc de rupture.

## Conclusion

Avec 91,6% de survie à six ans de recul, toutes causes confondues, nos résultats sont moyennement satisfaisants, grevés par 5,3% de ruptures d'insert en céramique. Malgré des ruptures en nombre, nous ne déplorons aucun cas d'ostéolyse, même sur des ruptures découvertes fortuitement et datant de plusieurs mois. Le taux de rupture de céramique de 5,3% est inacceptable, d'autant plus que la population était jeune et active. Les facteurs de risque de rupture étaient un poids et un âge élevé, un effet came, les accidents d'instabilité prothétique, la survenue d'une luxation et l'augmentation de l'offset en postopératoire. La présence d'un de ces facteurs impose une surveillance rapprochée, d'autant plus qu'une rupture peut passer inaperçue auprès du patient et du chirurgien. La fixation d'un insert de céramique dans un sandwich de polyéthylène est une technique difficile qui ne sera peut être pas résolue avec la céramique delta dont la résistance est théoriquement supérieure.

## Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

## Références

- [1] Boutin P. Total arthroplasty of the hip by fritted aluminum prosthesis. Experimental study and 1st clinical applications. *Rev Chir Orthop* 1972;58:229–46.
- [2] Charnley J. Low friction arthroplasty of the hip. Berlin: Springer Verlag; 1979.
- [3] Sedel L. Evolution of alumina-on-alumina implants: a review. *Clin Orthop Relat Res* 2000;379:48–54.
- [4] Willmann G. Ceramic femoral head retrieval data. *Clin Orthop Relat Res* 2000;379:22–8.
- [5] Hasegawa M, Sudo A, Hirata H, Uchida A. Ceramic acetabular liner fracture in total hip arthroplasty with a ceramic sandwich cup. *J Arthroplasty* 2003;18:658–61.
- [6] Kircher J, Bader R, Schroeder B, Mittelmeier W. Extremely high fracture rate of a modular acetabular component with a sandwich polyethylene ceramic insertion for THA: a preliminary report. *Arch Orthop Trauma Surg* 2009;129:1145–50.
- [7] Poggie RA, Turgeon TR, Coutts RD. Failure analysis of a ceramic bearing acetabular component. *J Bone Joint Surg (Am)* 2007;89:367–75.
- [8] Merle D'Aubigné R. Numerical classification of the function of the hip. *Rev Chir Orthop* 1990;76:371–4.
- [9] Harris WH. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation. *J Bone Joint Surg (Am)* 1969;51:737–55.
- [10] Devane PA, Horne JG, Martin K, Coldham G, Krause B. Three-dimensional polyethylene wear of a press-fit titanium prosthesis. Factors influencing generation of polyethylene debris. *J Arthroplasty* 1997;12:256–66.
- [11] Zahiri CA, Schmalzried TP, Szuszczewicz ES, Amstutz HC. Assessing activity in joint replacement patients. *J Arthroplasty* 1998;13:890–5.
- [12] Sutherland C. A ten-year follow-up of one hundred consecutive Müller curved-stem total hip-replacement arthroplasties. *J Bone Joint Surg (Am)* 1982;64:970–82.
- [13] Girard J, Touraine D, Soenen M, Massin P, Laffargue P, Migaud H. Measurement of head penetration on digitalized radiographs: reproducibility and accuracy. *Rev Chir Orthop* 2005;91:137–42.
- [14] Engh CA, Massin P, Suthers KE. Roentgenographic assessment of the biologic fixation of porous-surfaced femoral components. *Clin Orthop Relat Res* 1990;257:107–28.
- [15] De Lee JC. Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res* 1976;121:20–32.
- [16] Dorr LD, Kane TG, Conaty JP. Long-term results of cemented total hip arthroplasty in patients 45 years old or younger. A 16-year follow-up study. *J Arthroplasty* 1994;5:453–6.
- [17] Brooker AF, Bowerman JW, Robinson RA, Riley Jr LH. Ectopic ossification following total hip replacement. Incidence and a method of classification. *J Bone Joint Surg (Am)* 1973;55:1629–32.
- [18] Yoo JJ, Kim YM, Yoon KS, Koo KH, Song WS, Kim HJ. Alumina-on-alumina total hip arthroplasty. A five-year minimum follow-up study. *J Bone Joint Surg (Am)* 2005;87:530–5.
- [19] Capello WN, D'Antonio JA, Feinberg JR, Manley MT, Naughton M. Ceramic-on-ceramic total hip arthroplasty: update. *J Arthroplasty* 2008;23(Suppl. 7):39–43.
- [20] Delaunay C. Can metal-on-metal bearings improve the longevity of total hip prostheses? *Rev Chir Orthop* 2005;91:70–8.
- [21] Grubl A, Marker M, Brodner W, Giurea A, Heinze G, Meisinger V, et al. Long-term follow-up of metal-on-metal total hip replacement. *J Orthop Res* 2007;25:841–8.
- [22] Milosev I, Trebse R, Kovac S, Cor A, Campbell P. Dissociation of the metal inlay from the polyethylene liner in an uncemented threaded cup. *Arch Orthop Trauma Surg* 2005;125:134–41.

- [23] Girard J, Soenen M, Monnin C, Migaud H. Bilateral simultaneous metal inlay dissociation from the polyethylene liner of a metal-on-metal hip replacement. *Rev Chir Orthop* 2009;95:443–6.
- [24] Burroughs BR, Hallstrom B, Golladay GJ, Hoeffel D, Harris WH. Range of motion and stability in total hip arthroplasty with 28-, 32-, 38-, and 44-mm femoral head sizes. *J Arthroplasty* 2005;20:11–9.
- [25] Ha YC, Kim SY, Kim HJ, Yoo JJ, Koo KH. Ceramic liner fracture after cementless alumina-on-alumina total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2007;458:106–10.
- [26] Hwang DS, Kim YM, Lee CH. Alumina femoral head fracture in uncemented total hip arthroplasty with a ceramic sandwich cup. *J Arthroplasty* 2007;22:468–71.
- [27] Popescu D, Gallart X, Garcia S, Bori G, Tomas X, Riba J. Fracture of a ceramic liner in a total hip arthroplasty with a sandwich cup. *Arch Orthop Trauma Surg* 2008;128:783–5.
- [28] Bizot P, Larrouy M, Witvoet J, Sedel L, Nizard R. Press-fit metal-backed alumina sockets: a minimum 5-year follow-up study. *Clin Orthop Relat Res* 2000;379:134–42.
- [29] D'Antonio J, Capello W, Manley M, Naughton M, Sutton K. Alumina ceramic bearings for total hip arthroplasty: five-year results of a prospective randomized study. *Clin Orthop Relat Res* 2005;436:164–71.
- [30] Lusty PJ, Tai CC, Sew-Hoy RP, Walter WL, Walter WK, Zicat BA. Third-generation alumina-on-alumina ceramic bearings in cementless total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg (Am)* 2007;89:2676–83.
- [31] Bergmann G, Deuretzbacher G, Heller M, Graichen F, Rohlmann A, Strauss J, et al. Hip contact forces and gait patterns from routine activities. *J Biomech* 2001;34:859–71.
- [32] Bergmann G, Graichen F, Rohlmann A, Verdonschot N, Van Lenthe GH. Frictional heating of total hip implants. Part 2: finite element study. *J Biomech* 2001;34:429–35.
- [33] Robinovitch SN, Chiu J, Sandler R, Liu Q. Impact severity in self-initiated sits and falls associates with center-of-gravity excursion during descent. *J Biomech* 2000;33:863–70.
- [34] Robinovitch SN, Hayes WC, McMahon TA. Prediction of femoral impact forces in falls on the hip. *J Biomech Eng* 1991;113:366–74.
- [35] Willmann G. Ceramics for total hip replacement-what a surgeon should know. *Orthopedics* 1998;21:173–7.
- [36] Park YS, Hwang SK, Choy WS, Kim YS, Moon YW, Lim SJ. Ceramic failure after total hip arthroplasty with an alumina-on-alumina bearing. *J Bone Joint Surg (Am)* 2006;88:780–7.
- [37] Kim YS, Callaghan JJ, Ahn PB, Brown TD. Fracture of the acetabulum during insertion of an oversized hemispherical component. *J Bone Joint Surg (Am)* 1995;77:111–7.
- [38] Jarrett CA, Ranawat AS, Bruzzone M, Blum YC, Rodriguez JA, Ranawat CS. The squeaking hip: a phenomenon of ceramic-on-ceramic total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg (Am)* 2009;91:1344–9.
- [39] Walter WL, Insley GM, Walter WK, Tuke MA. Edge loading in third generation alumina ceramic-on-ceramic bearings: stripe wear. *J Arthroplasty* 2004;19:402–13.
- [40] Rieker C, Konrad R, Schon R. In vitro comparison of the two hard-hard articulations for total hip replacements. *Proc Inst Mech Eng H* 2001;215:153–60.
- [41] Giori NJ. Offset acetabular components introduce torsion on the implant and may increase the risk of fixation failure. *J Arthroplasty* 2003;18:89–91.
- [42] Kessler O, Patil S, Wirth S, Mayr E, Colwell Jr CW, D'Lima DD. Bony impingement affects range of motion after total hip arthroplasty: a subject-specific approach. *J Orthop Res* 2008;26:443–52.
- [43] McGrory B. Effect of femoral offset on range of motion and abductor muscle strength after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg (Br)* 1995;77:865–89.