PROTHÈSES DE HANCHE ET COUPLES DE FROTTEMENT

- Matériaux en contact dans une prothèse de hanche donc entre la bille fémorale et la pièce cotyloïdienne

- Leur choix dépend:
  - de la pathologie
  - de l'âge
  - de l'activité
  - des pathologies associées (tares)

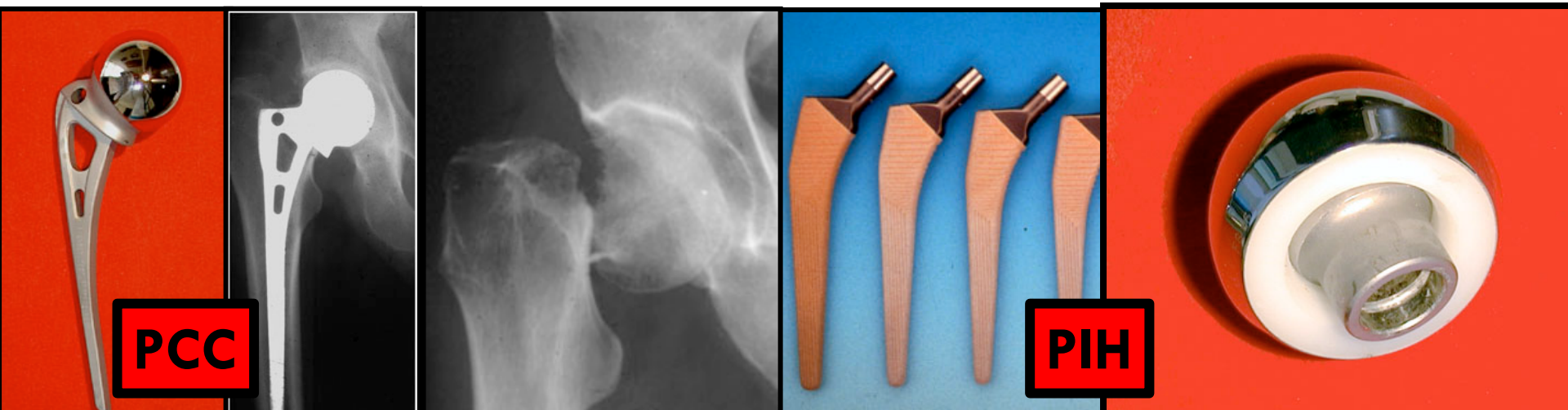
COUPLES DE FROTTEMENT

- **3 types de prothèse de hanche de 1ère intention:**
  - **La prothèse cervico-céphalique (PCC) ou prothèse intermédiaire de hanche (PIH)**
  - **La prothèse totale de hanche (PTH)**
  - **La PTH avec cotyle à double mobilité**

COUPLES DE FROTTEMENT

I- La prothèse cervico-céphalique (PCC)
ou prothèse intermédiaire de hanche (PIH)

- Pas de pièce cotyloïdienne, tige + bille + Tête
- Grosse tête en Polyéthylène blindée, bille acier clipsée
- Stabilité +++
- Risque d'user le cotyle natif (cotyloidite)
- Indication = fracture du col du fémur



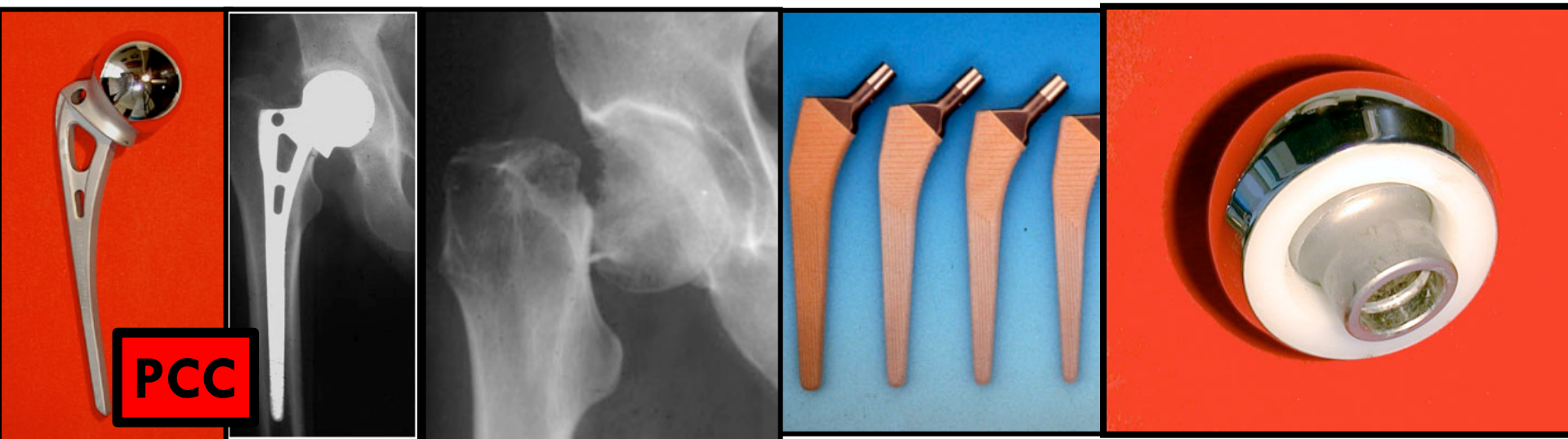
COUPLES DE FROTTEMENT

- **La prothèse cervico-céphalique (PCC)**
  ou intermédiaire de Hanche (PIH)

Si patient <60ans vissage

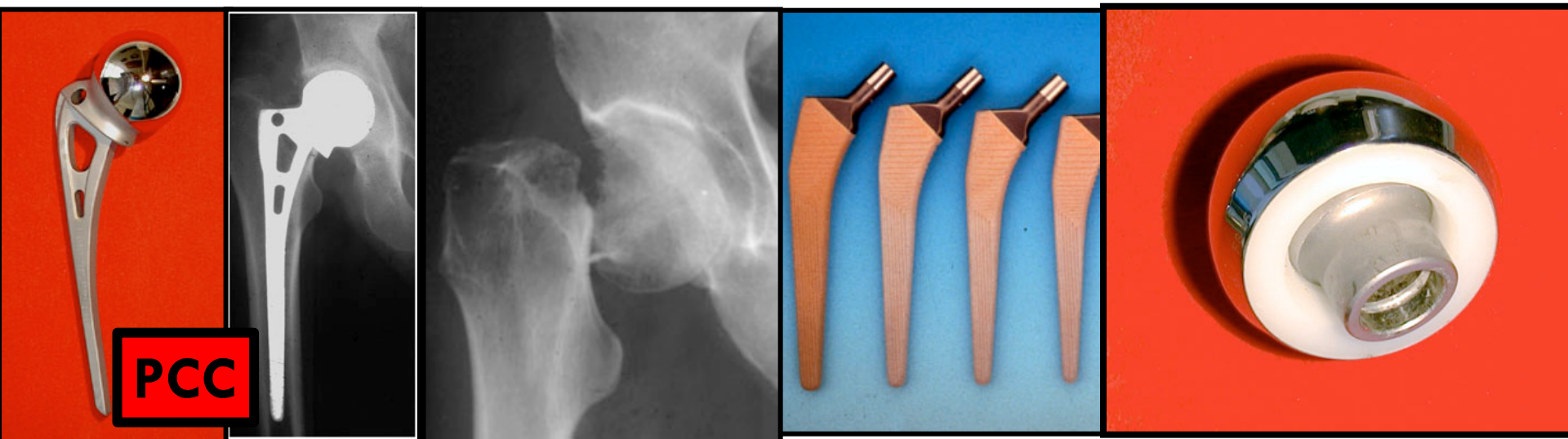
COUPLES DE FROTTEMENT

- **La prothèse cervico-céphalique (PCC)**
  - Monobloc donc Raccourcissement constant
  - Sujet grabataire (indolence, transfert)
- **La prothèse intermédiaire de hanche (PIH)**
  - Activité faible à modérée
  - Tares viscérales, espérance de vie limitée



COUPLES DE FROTTEMENT

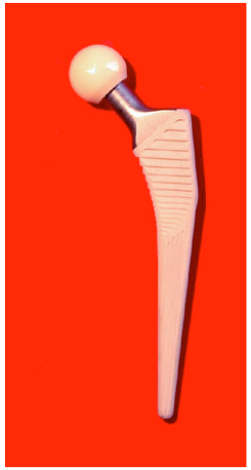
- **La prothèse cervico-céphalique (PCC)**
  - Uniquement métal sur cartilage du cotyle
- **La prothèse intermédiaire de hanche (PIH)**
  - <u>Métal – PE</u>
  - Métal sur cartilage du cotyle



COUPLES DE FROTTEMENT

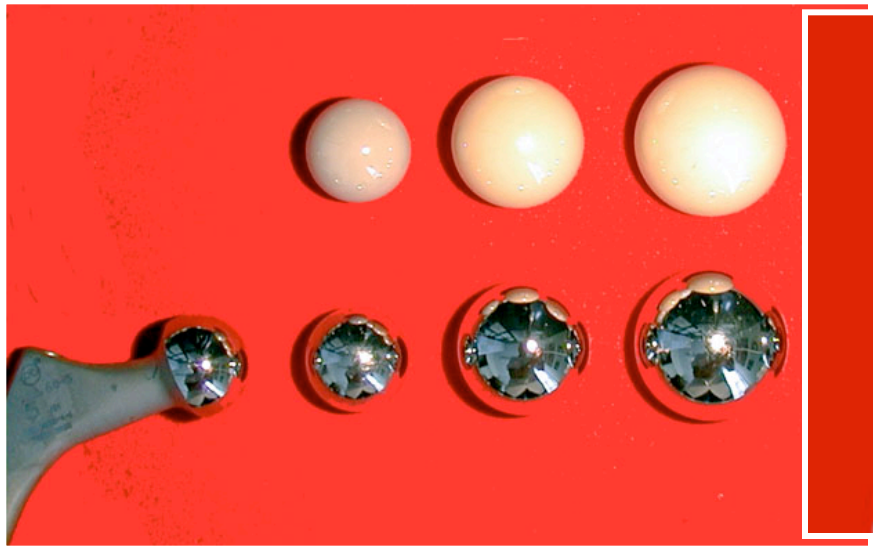
II- La prothèse totale de hanche (PTH)

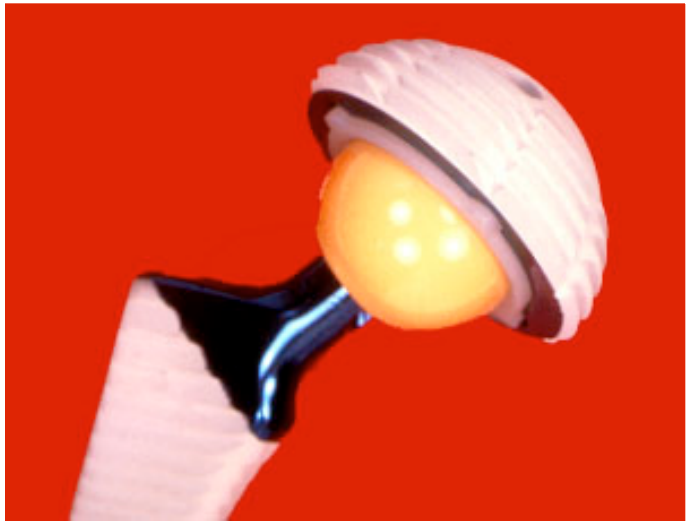
- Tige titane ou CrCo
  (cimentée ou non cimentée en press-fit)
- Implant fixé dans le cotyle (cimenté ou en press-fit)
  - Avec insert (PE, Métal, Alumine)
  - Sans insert (cotyle full PE cimenté)
- Bille sur tige en acier ou en céramique (cône morse)

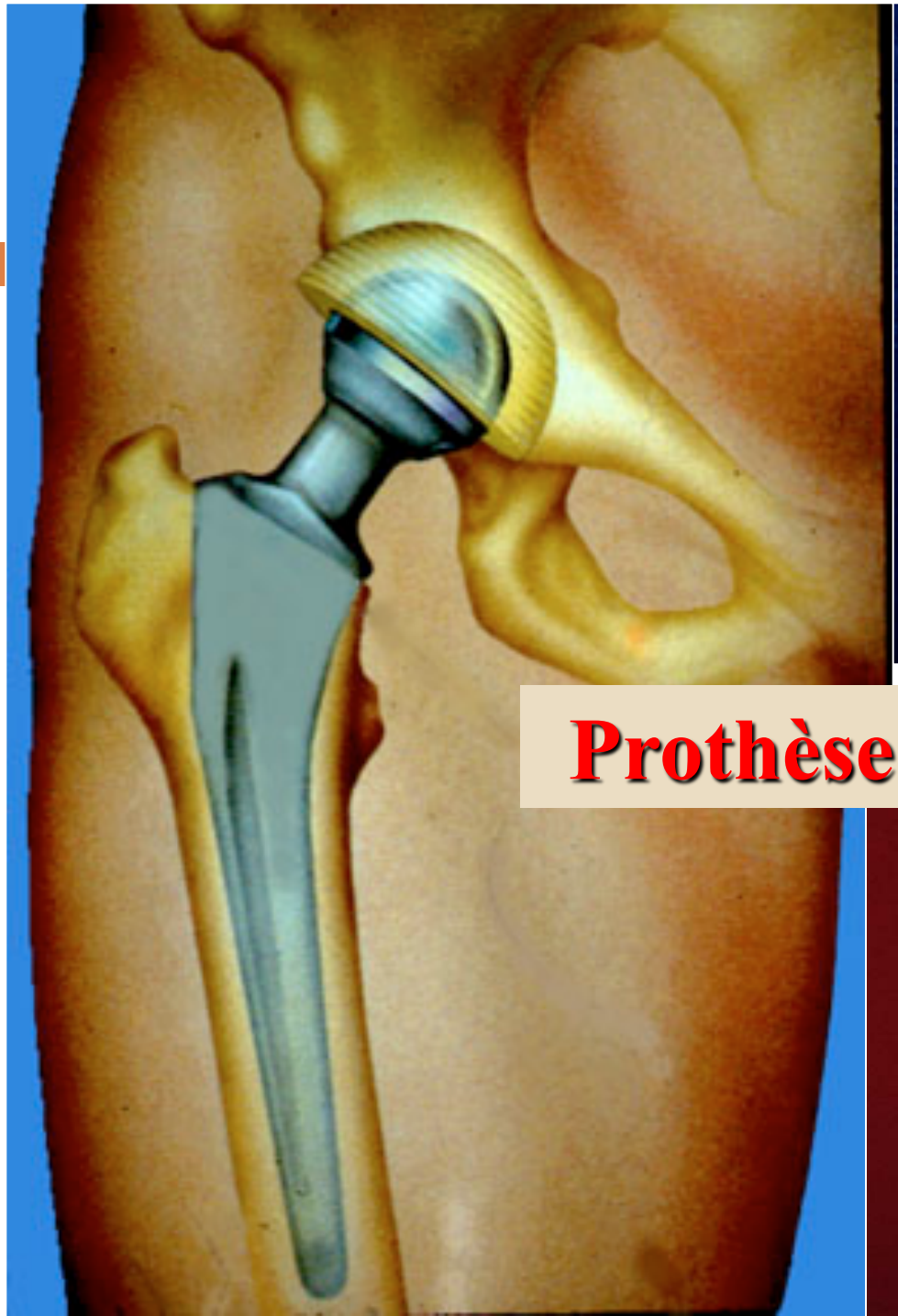


Prothèse totale de hanche

Prothèse non cimentée



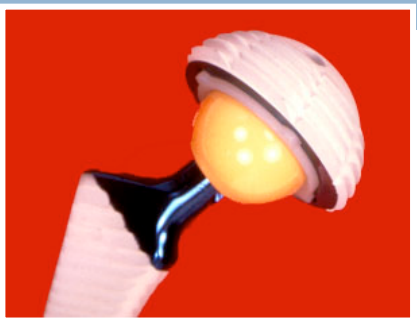




Prothèse cimentée

COUPLES DE FROTTEMENT

- **Prothèse totale de hanche (PTH)**
  - Couples frottement mou dur
    - PE - métal
    - PE - alumine
    - PEHR - métal
    - PEHR – alumine



PE ou PEHR cimenté ou insert dans cupule
Bille diamètre 22.2 , 28 , 32 mm

  - Couples frottement dur-dur
    - Métal – métal
    - Alumine - alumine

Cupule Cr-Co en press fit et grosse tête Cr-Co

Cupule titane, Insert alumine (cône morse)
Bille diamètre 28 , 32 , 36, 40, 44 mm

COUPLES DE FROTTEMENT

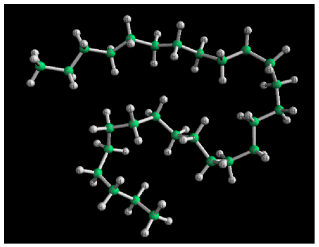
- **Prothèse totale de hanche (PTH)**
  - Couples frottement mou dur

    - Problème du PE = usure face au métal ou à l'alumine

    - Si petite tête, PE plus épais, moins d'usure (low friction) mais risque luxation +++

    - Si grosse tête moins de luxation mais usure plus rapide (alors que PE moins épais)

dualité USURE - STABILITÉ

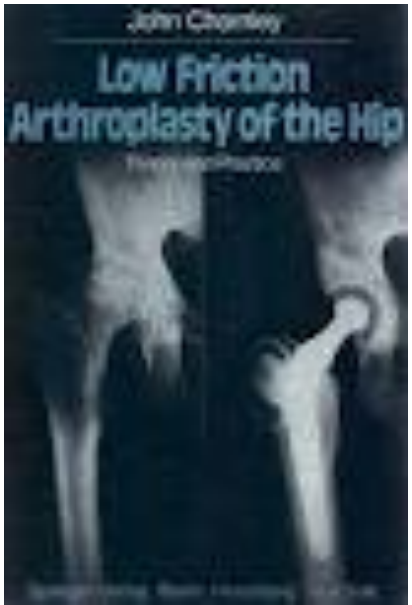


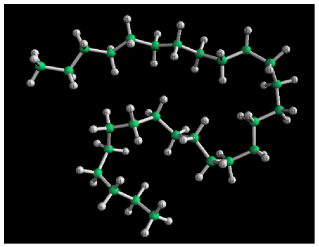
Polyéthylène conventionnel vs PE hautement réticulé

- PE introduit en 1959 par Sir John Charnley

- PE = paraffine définit par ses propriétés physico-chimiques (masse moléculaire et cristallinité)

LOW FRICTION
tête de 22.2

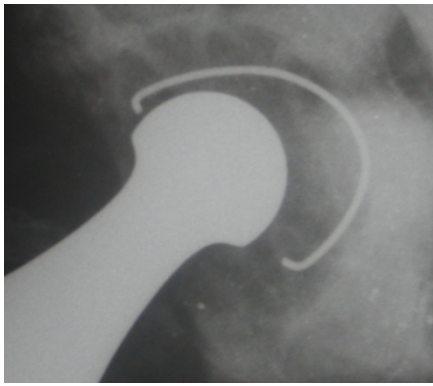




Polyéthylène conventionnel vs PE hautement réticulé

1 problème majeur = USURE

- Phénomène inéluctable au bout de quelques années:
  - Constant à partir de la 7ème année.
  - Usure linéaire **0.2 mm/an** en moyenne avec une bille en acier inoxydable

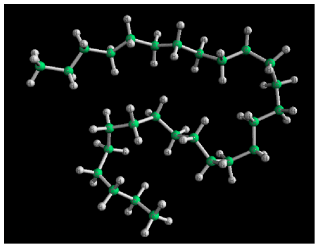


Usure du PE en fonction de l'interface:

- PE / bille acier Inox = 0.2 mm /an
- PE / bille 22.2 Low friction 0.1 mm/an
- PE / Zircone = 0.1 mm / an
- PE / Céramique AL = 0.1 mm / an

Rappel : Alumine / Alumine = 0.005 mm / an

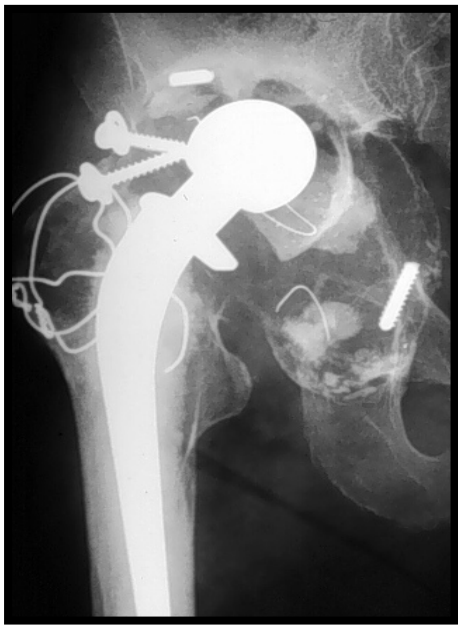
P. Massin. Cahier d'enseignement de la Sofcot.2007 Prothèse totale de hanches, les choix.



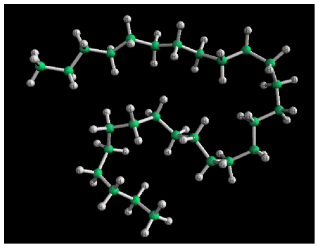
Polyéthylène conventionnel vs PE hautement réticulé

1 problème majeur = USURE

- Responsable de **réactions biologiques sources d'ostéolyse** dévastatrice pour le support osseux = environ **2 à 8%** selon les séries.



P. Massin. Cahier d'enseignement de la Sofcot.2007 Prothèse totale de hanches, les choix.

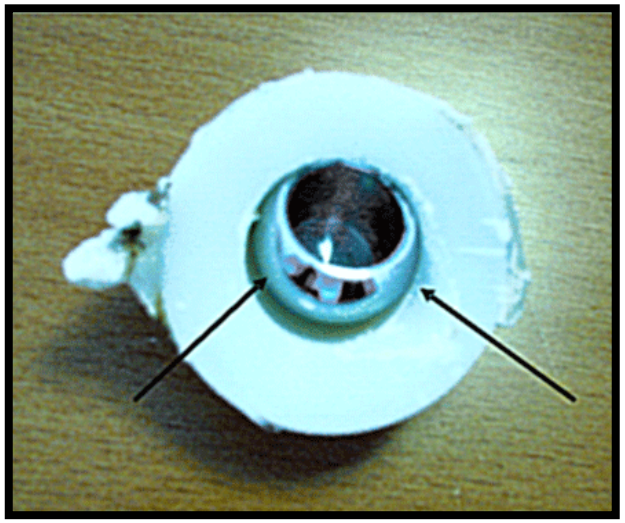


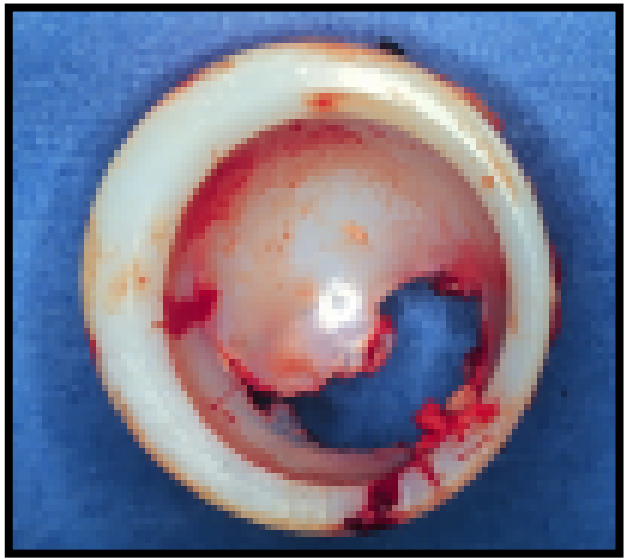
Polyéthylène conventionnel vs PE hautement réticulé

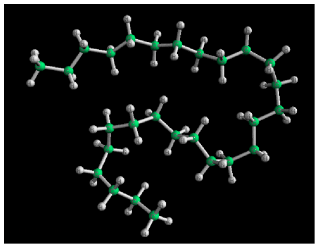
2 mécanismes: mécanique et chimique

1. Perte de substance par action **mécanique** selon 3 processus:
   - ***Abrasion du PE*** (usinage)
   - ***Mécanisme d'adhérence du PE***
   - ***Fatigue du PE (contrainte)***

Formation de débris d'usure







Polyéthylène conventionnel vs PE hautement réticulé

2. Dégradation du polymère par **oxydation**

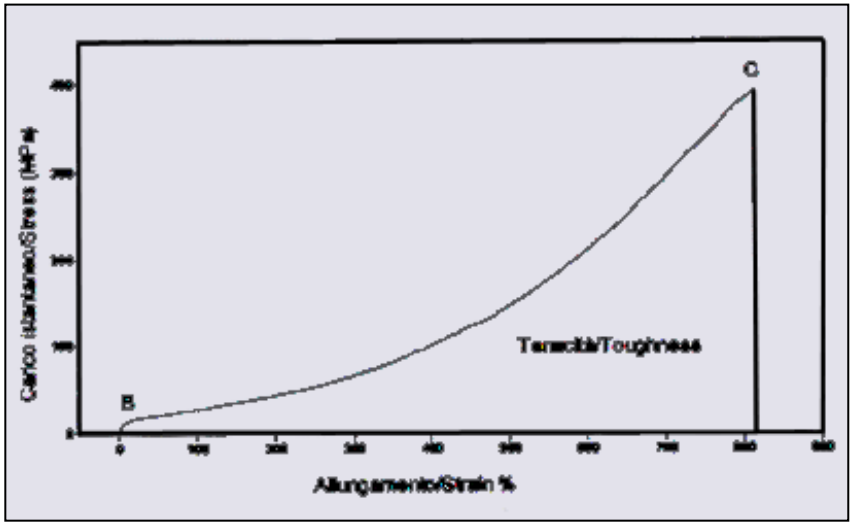
↓

Altération des propriétés physico chimiques:

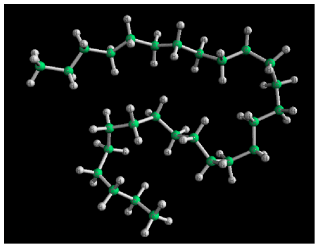
- Diminution masse moléculaire
- Diminution cristallinité

↓

Altération des propriétés mécaniques (courbe contrainte/déformation) = **délamination du PE**



P. Massin. Cahier d'enseignement de la Sofcot.2007 Prothèse totale de hanches, les choix.



Polyéthylène conventionnel vs PE hautement réticulé

1. Perte de substance par action mécanique = **abrasion du PE**

2. Dégradation du polymère par **oxydation**

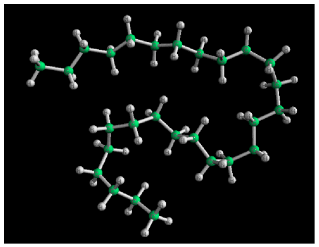
Débris d'usure

Favorise

= **délamination du PE**

Cercle d'auto-aggravation de l'usure

P. Massin. Cahier d'enseignement de la Sofcot.2007 Prothèse totale de hanches, les choix.



Polyéthylène conventionnel vs PE hautement réticulé

Débris d'usure inframicrométriques

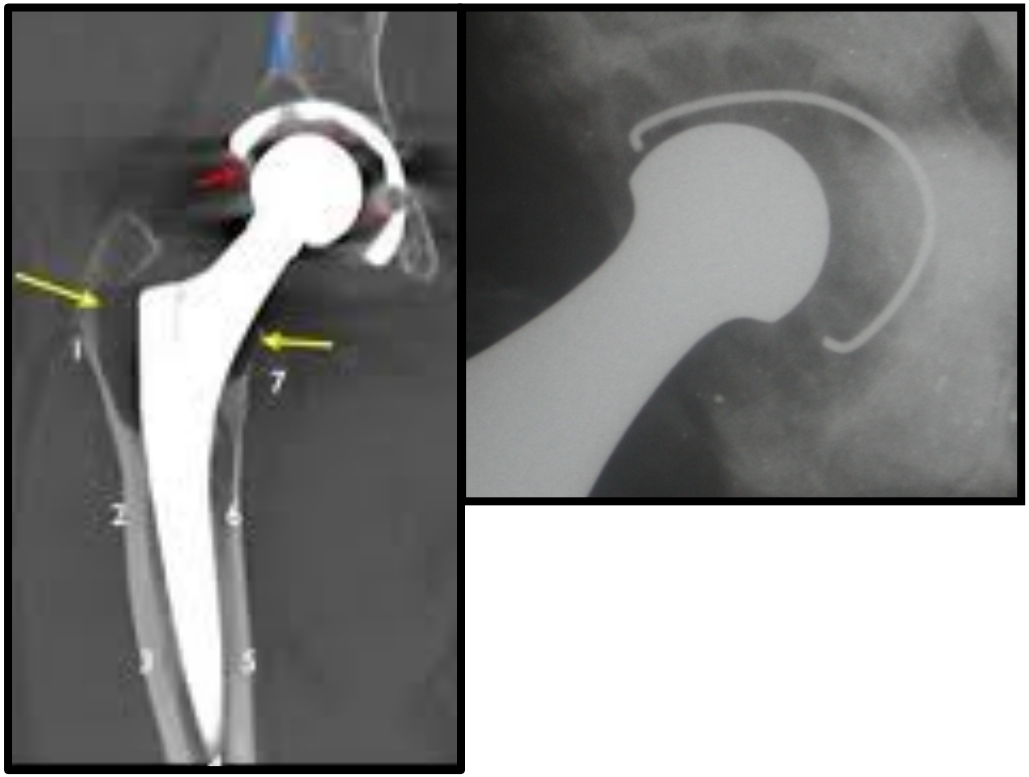
⬇

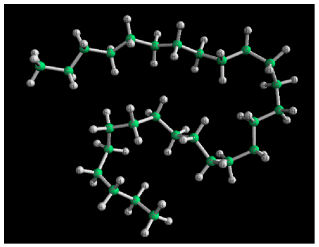
2 types de réactions

1. **Réaction inflammatoire avec libération de substances enzymatiques et protéines ostéolytiques**

⬇

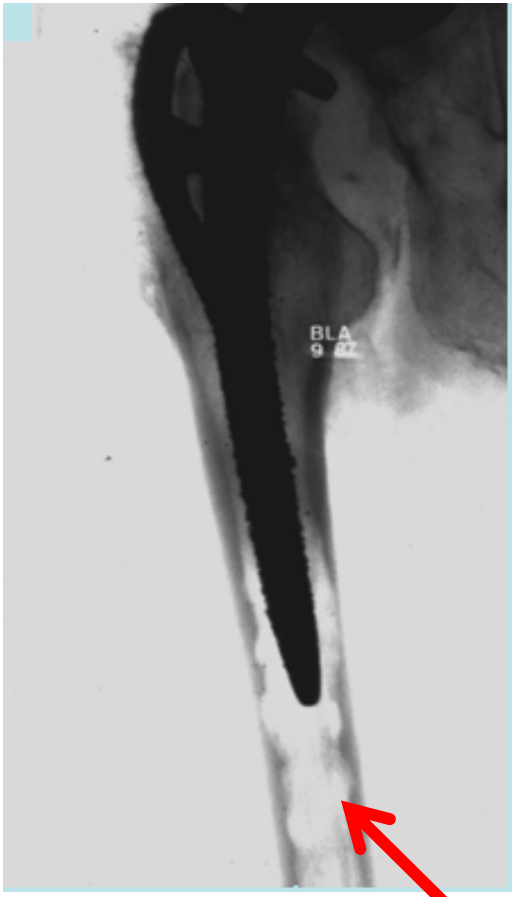
Ostéolyse de proximité au voisinage de la cavité articulaire





Polyéthylène conventionnel vs PE hautement réticulé

Débris d'usure inframicrométriques



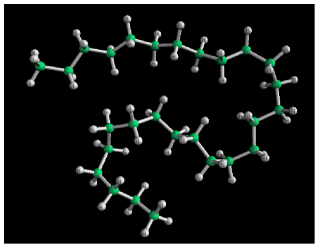
Ostéolyse à distance

2 types de réactions

2. **Migration des particules d'usures**

Ostéolyse à distance liée à la migration des particules d'usure aux interfaces de fixation (tiges fémorale)

Migration à distance du site d'implantation (ganglion, foie, rate, …)



Polyéthylène conventionnel vs PE hautement réticulé

Débris d'usure inframicrométriques

↓

2 types de réactions

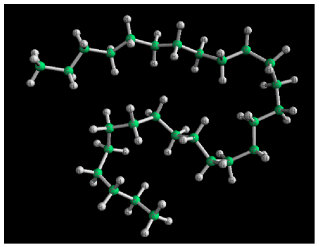
1. **Réaction ostéolytique**

2. **Migration des particules d'usures**

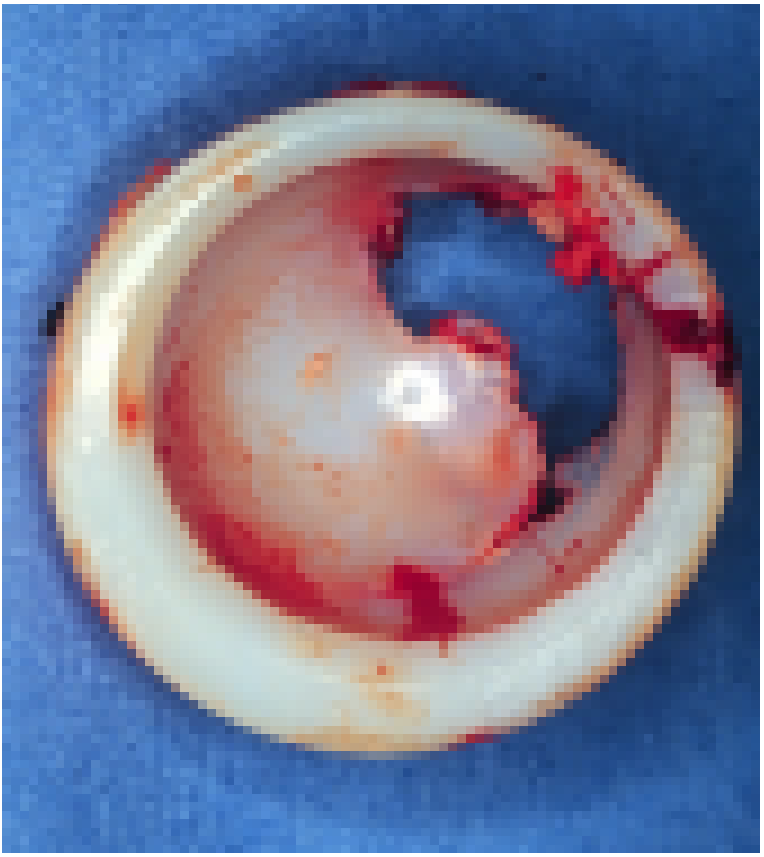
↓

Conséquences cliniques:

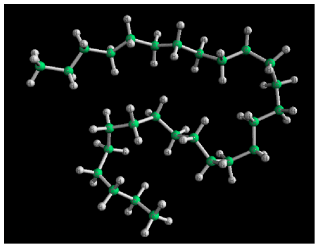
- Forme aigue: **Granulome à corps étranger** avec formation de géodes à l'emporte pièces.
- Formes subaigües: **Résorption osseuse** progressive et formation d'une membrane fibreuse autour de l'implant.



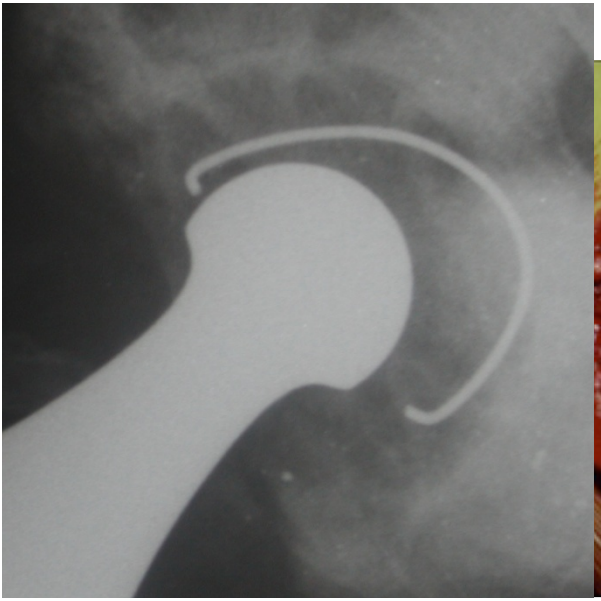
Polyéthylène conventionnel vs PE hautement réticulé



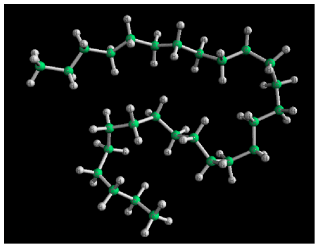
Usure excentrée et granulome



Polyéthylène conventionnel vs PE hautement réticulé



Métallose (repère métallique dans PE)



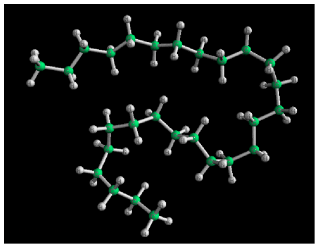
Polyéthylène conventionnel vs PE hautement réticulé

Optimisation des PE:

- Modification de la structure intrinsèque par irradiation, refonte ou re-cuisson (<130°)
- Adjonction de Vitamine E (anti-oxydant)
- Modification des facteurs extrinsèques
  (stérilisation finale +++, dessin prothétique, couple de frottement, diamètre de la tète, usinage…)

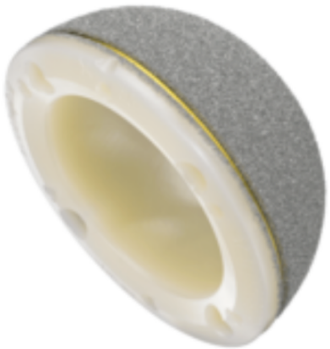
PE hautement réticulé

P. Massin. Cahier d'enseignement de la Sofcot.2007 Prothèse totale de hanches, les choix.



Polyéthylène conventionnel vs PE hautement réticulé

PE hautement réticulé

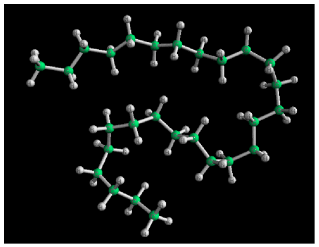


Diminution de l'usure = environ **0.02 mm/**

Usure du PE en fonction de l'interface:

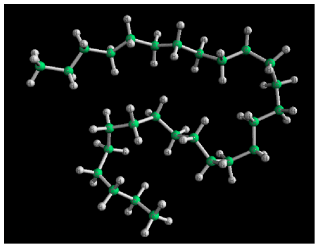
- PE / bille acier Inox = 0.2 mm /an
- PE / Zircone = 0.1 mm / an
- PE / Céramique AL = 0.1 mm / an

Rappel : Alumine / Alumine = 0.005 mm / an



Polyéthylène conventionnel vs PE hautement réticulé

Niveau de preuve	référence	Résultats: taux d'usure
I: étude prospective randomisée à forte puissance	Engh, 2006, J Arthroplasty.;21(6 Suppl 2):17-25	Recul: 5.7 ans (de 4.1 à 7.2 a s) Usure PE conv =: 0.2mm/an t PEHR=0.01mm/an
	Calvert, 2009, J Arthroplasty. ;24(4):505-10. Epub 2008 Jun 10.	Recul: 5.1 ans Usure PE conv =: 0.1276mm an et PEHR=0.0239mm an
	McCalden RW 2009 J Bone Joint Surg Am. 91(4):773-82.	Recul: 6,8 ans Usure PE conv =: 0,051mm/a n et PEHR=0.003mm/a
	Digas G, 2007, Acta Orthop;78(6):746-54	Recul: 5 ans Usure PE conv =: 0,06 mm/a et PEHR= 0,001 mm/a
	Ise K J, 2009,Arthroplasty. ;24(8):1216-20.	Recul: 3 ans minimum Usure PE conv =: 0.170mm/a n et PEHR=0.067mm/a
II: étude prospective randomisée à faibles puissance	Garcia-Rey, 2008, J Bone Joint Surg Br.;90(2):149-53.	Recul: 5.5 ans (de 5 à 7.7 ans Usure PE conv =: 0.038mm/a n et PEHR=0.006mm/a
	Kawate K, 2009, J Arthroplasty;24(8):1221-4	Recul: 5 ans Usure PEHR/Zi = usure PEH R/Ch-Co
	Glyn-Jones S J 2008 Bone Joint Surg Br.;90(5):556-61.	Recul: 3 ans Usure PE conv =: 0,07 mm/a et PEHR=0.03mm/an =0,01)
	Martell, 2003 , J Arthroplasty. 18(7 Suppl 1):55-9.	Recul: 5 ans mini Usure PE conv =: 0.26mm/a et PEHR=0.05mm/an
III: Cas témoin		
IV: étude rétrospective		



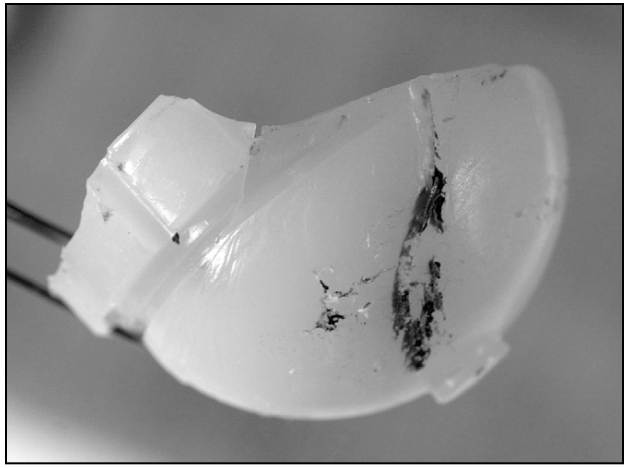
Polyéthylène conventionnel vs PE hautement réticulé

PE hautement réticulé

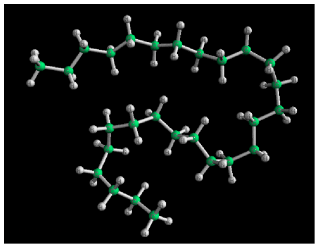
↓

mais

1- Diminution de résistance à la fracture et **augmentation de la propagation des fissures** de fatigue dans le polyéthylène



K. David Moore, Preston R. Beck, Donald W. Petersen, John M. Cuckler, Jack E. Lemons, and Alan W. Eberhardt. EARLY FAILURE OF A CROS S-LINKED POLYETHYLENE ACETABULAR LINER. J BONE J SURG VOL 90-A 11. NOVEMBER 2008



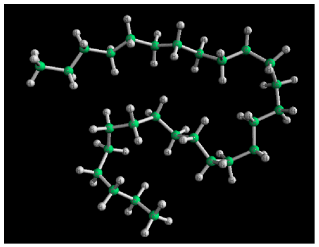
Polyéthylène conventionnel vs PE hautement réticulé

PE hautement réticulé

↓

mais

2- Taux de survie PE HR : **pas assez d'étude avec un long recul** (<12 ans en général)



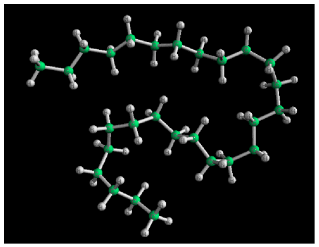
Polyéthylène conventionnel vs PE hautement réticulé

PE hautement réticulé

↓

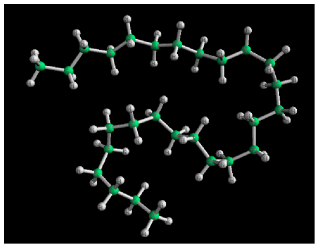
mais

3- Pas de différence en termes de scores cliniques entre PE conventionnel et PE HR.



Polyéthylène conventionnel vs PE hautement réticulé

Niveau de preuve	références	Résultats des scores fonctionnels
I: étude prospective randomisée à forte puissance	Garcia-Rey J Bone Joint Surg Br. 2008 Feb;90(2):149-53.	Recul = 5.5 ans Score de Merle d'Aubigné : PE conv = de 8.1 à 16.7 PE HR = de 7.4 à 17.4
	McCalden, J Bone Joint Surg Am. 2009 Apr;91(4):773-82	Recul = 5 ans Groupe PE convl: Score de Harris : 83.11 Score WOMAC : à 78.12 Groupe réticulé : Score de Harris : 86.03 Score WOMAC : 78
	Calvert J Arthroplasty. 2009 Jun;24(4):505-10	*Recul = 3 ans* *Score de Harris :* PE conv = *94.5* et *PE HR = 95* (p=NS)
II: étude prospective randomisée à faibles puissance	Röhrl Acta Orthop. 2007 Dec;78(6):739-45	*Recul = 5 ans* *Score de Harris :* PE conv = *43 à 82* et *PE HR de 47 à 98.* (p=NS)
	Lawrence D. Dorr J Bone Joint Surg Am. 2005 Aug;87(8):1816-21.	*Recul = 5 ans minimum* *Score de Harris :* PE conv = *96* et *PE HR = 94* (p=NS)
	Triclot J Bone Joint Surg Br. 2007 Nov;89(11):1439-45	*Recul = 5 ans,* *Score de Merle d'Aubigné : PE conv = 12 à 16.5 / PE HR = de 12.1 à 16.9*
	Olyslaegers, J Arthroplasty. 2008 Jun;23(4):489-94	*Recul = 5.1 ans minimum* *Score de Harris :* PE conv = *93.9* et *PE HR = 93.7*(p=NS)
	Beksaç Clin Orthop Relat Res. 2009 Jul;467(7):1765-72	*Recul = 5.2 ans* *Score de Harris :* PE conv = *38.8* et *PE HR = 38.6* (p=NS
III: Cas témoin		
IV: étude rétrospective		



Polyéthylène conventionnel vs PE hautement réticulé

- Le PE conduit à la faillite de la PTH à moyen terme par la « maladie des débris » qu'induit son usure

- Le PE HR porteur d'espoir mais recul clinique très insuffisant et doit faire ses preuves à recul identique

- Limitation du diamètre des têtes à 32 mm maxi sinon pas assez d'épaisseur du PEHD

COUPLES DE FROTTEMENT

- **Prothèse totale de hanche (PTH)**
  - Couples frottement dur-dur
    - Métal – métal
    - Alumine – alumine

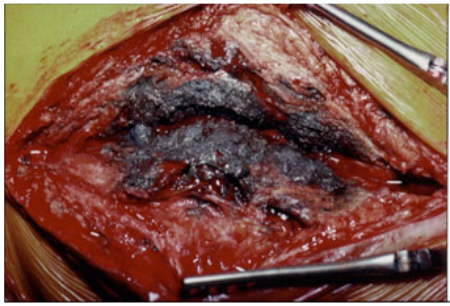
Usure moindre et luxation moindre

MAIS

Risque de fracture de l'alumine – alumine (4/100 000)
Risque de toxicité des débris pour le métal – métal

COUPLES DE FROTTEMENT

- **Prothèse totale de hanche (PTH)**
  - Couples frottement dur-dur
    - Métal – métal: **va probablement disparaître** car
      - relargages +++ ions chrome et cobalt
      - risque carcinologiques ?
      - réactions allergiques ++++
      - pseudotumeurs
      - contre indications chez les jeunes et la femme en âge de procréer

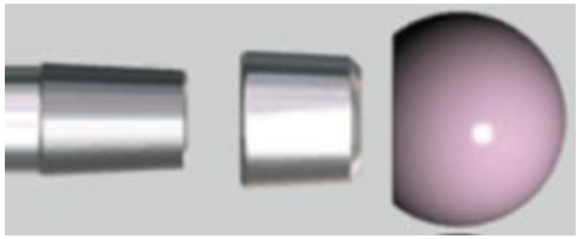


(Smith AJ, Dieppe P, Howard P, et al. Failure rates of metal-on-metal hip resurfacings: analysis of data from the National Joint Registry for England and Wales. Lancet. Oct. 2, 2012).

COUPLES DE FROTTEMENT

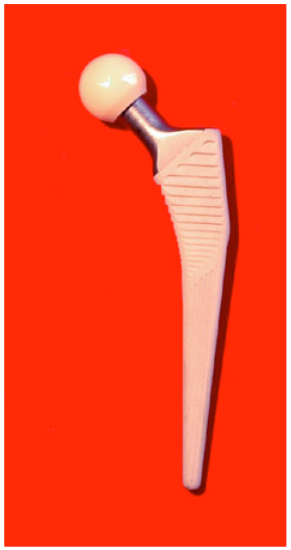
- **Prothèse totale de hanche (PTH)**
  - Couples frottement dur-dur
    - AL - AL: va probablement dominer car
      - meilleur couple (usure 0,005 mm/ an)
      - diminution risque de fracture
        - amélioration qualité des alumines
        - pré-assemblage cupule métal et Al en usine
        - intégration de manchon dans têtes en AL

Figure 10 – 2 types d'inserts en céramique pré-assemblés commercialisés. DeltaMotion® (with courtesy of DePuy) EXCLUSIF (with courtesy of ATF).



COUPLES DE FROTTEMENT

- **Indications de la prothèse totale de hanche (PTH)**
  - Coxarthrose I^{ive} et II^{aire}
  - Ostéonécrose
  - Rhumatisme inflammatoire (PR, SPA)
  - Fracture du col sujet jeune non ostéosynthésable



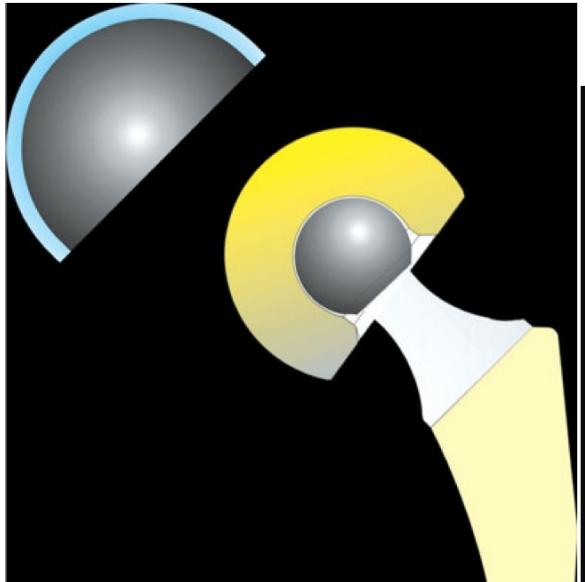
COUPLES DE FROTTEMENT

- **Indications du couple de frottement de la PTH**
  - Âge:
    - Si < 65 ans PEHD-AL ou AL-AL
    - Si > 70 ans PE-métal ou PE-AL
  - Activités intenses (risque luxation): AL-AL
  - Activités à risques de chute (fracture) PEHD-AL

COUPLES DE FROTTEMENT

III- La PTH avec cotyle à double mobilité

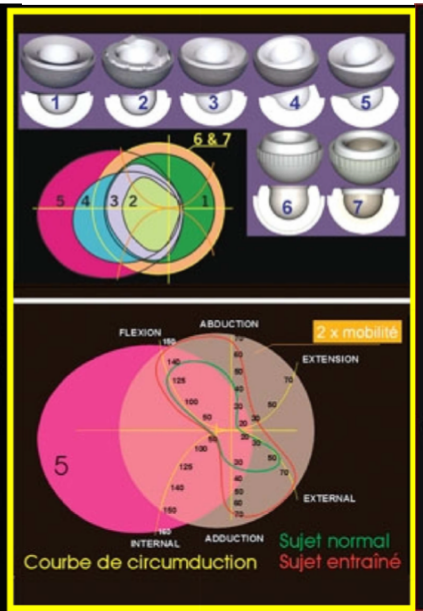
- Associer la « low friction » de Charnley (petite tête dans beaucoup de PE) à la stabilité de la grosse tête de la PIH
- Concept de Gilles Bousquet (St Etienne en 1975)

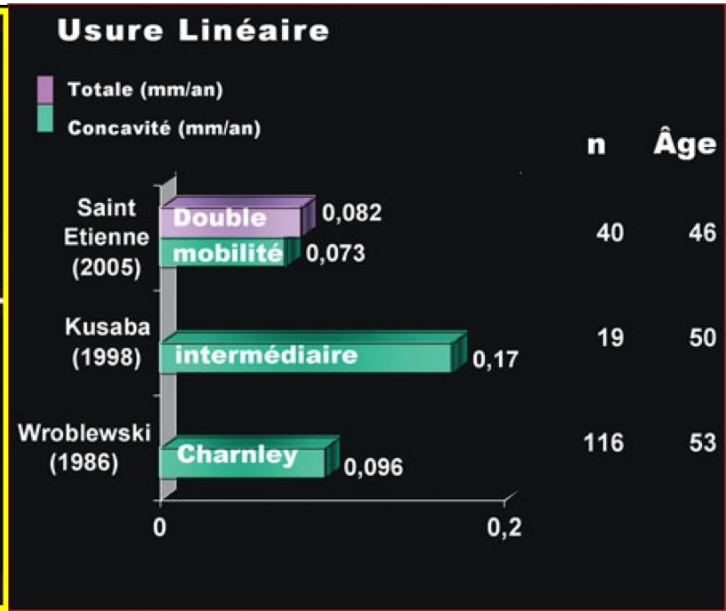


COUPLES DE FROTTEMENT

III- La PTH avec cotyle à double mobilité

- Meilleure stabilité (Tx de luxation le + bas)
- Meilleure mobilité (> Me-Me)
- Usure comparable à Low friction (22,2)

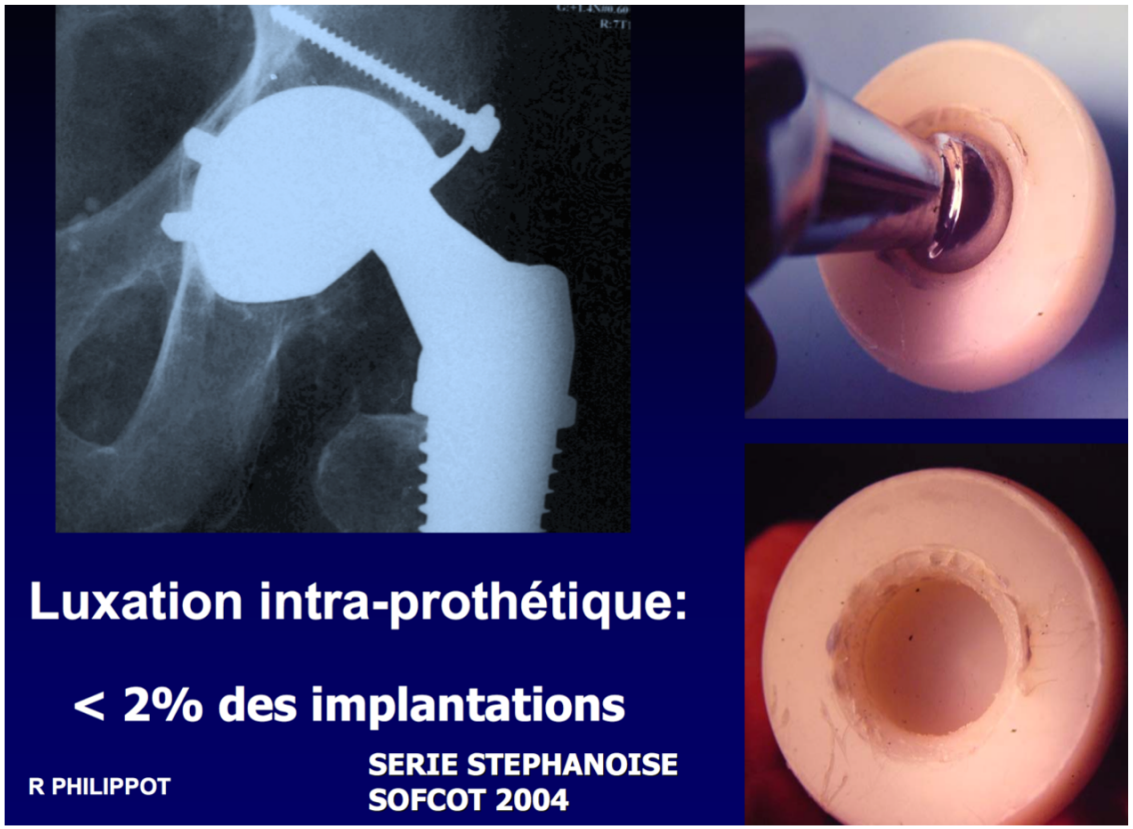




COUPLES DE FROTTEMENT

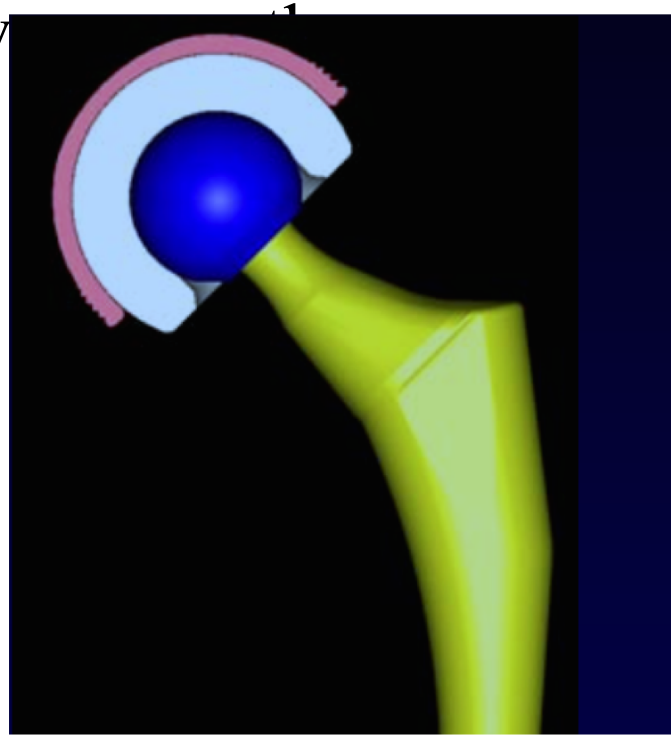
III- La PTH avec cotyle à double mobilité

- seule complication: luxation intra prothétique par usure de la collerette de rétention du PE



COUPLES DE FROTTEMENT

III- Indications de la PTH avec cotyle à double mobilité

- pour certain tous les patients (pas de luxation)
- logiquement, à réserver aux patients à risque de luxation:

- fracture du col du fémur av
- troubles cognitifs
- désarthrodèse
- tumeurs (muscle)
- reprise pour luxation +++
- atteinte neurologique
- patients de plus de 75 ans