

UNIVERSITE DE NANTES

---

FACULTE DE MEDECINE

---

Année 2010

N° 83

**THESE**

pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

Spécialité CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE

Par

**Guillaume-Anthony Odri**

Né le 07 janvier 1980 au Plessis Bouchard (95)

Présentée et soutenue publiquement le 04 octobre 2010

---

**RADIOGRAPHIE STANDARD DANS LE  
CONFLIT FEMORO-ACETABULAIRE :  
DESCRIPTION D'UN NOUVEAU PROFIL ET  
INTERET DIAGNOSTIQUE**

---

Président : Monsieur le Professeur Maugars

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Gouin

# SOMMAIRE

<b>I-</b>	<b>Le conflit fémoro-acétabulaire.....</b>	<b>8</b>
1)	Définition.....	8
a.	Le conflit par effet came.....	8
b.	Le conflit par effet pince.....	9
c.	Le conflit d'origine mixe.....	9
2)	Clinique .....	11
a.	Les signes fonctionnels.....	11
b.	L'examen physique.....	11
3)	Traitements.....	12
4)	Imagerie du conflit fémoro-acétabulaire.....	13
a.	Signes non spécifiques de conflit.....	14
b.	Imagerie du conflit par effet pince.....	14
c.	Imagerie du conflit par effet came.....	17
5)	Hypothèses et objectifs.....	24
<b>II-</b>	<b>Matériels et méthodes.....</b>	<b>25</b>
1)	Les patients et les témoins.....	25
2)	Les clichés radiographiques.....	26
a.	Le profil de col fémoral en position de conflit.....	26
b.	Le faux profil de Lequesne.....	26
3)	Arthroscanner.....	28
4)	Les mesures.....	28

a.	Mesure de l'angle alpha.....	29
b.	Mesure de l'angle VCA.....	29
<b>5)</b>	<b>Analyse statistique.....</b>	<b>29</b>
<b>III-</b>	<b>Résultats.....</b>	<b>32</b>
1)	Comparaison des angles alpha mesurés sur le scanner et sur le profil en position de conflit .....	32
2)	Reproductibilité de la mesure de l'angle alpha sur arthro-scanner.....	33
3)	Reproductibilité des mesures radiographiques.....	34
4)	Comparaison des mesures de l'angle alpha sur le profil en position de conflit entre les patients et les sujets contrôle.....	35
5)	Mesure de l'angle VCA.....	35
<b>IV-</b>	<b>Discussion.....</b>	<b>36</b>
<b>V-</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>42</b>
<b>VI-</b>	<b>Bibliographie.....</b>	<b>43</b>

# I –Le conflit fémoro-acétabulaire

## 1) Définition

Le conflit fémoro-acétabulaire (CFA), ou conflit antérieur de hanche, est une pathologie de description récente, due à un contact anormal et précoce entre le rebord acétabulaire et le col fémoral lors de la mobilisation de la hanche dans son arc de mobilité normal. Le CFA est à l'origine de douleurs de hanche du sujet jeune, de lésions du labrum acétabulaire, et est responsable d'une grande proportion des coxarthroses dites « primitives » [1-4]. C'est en 1991 que Klaue et al.[5] décrivent le syndrome du rebord acétabulaire qui associe cliniquement douleur de hanche en flexion, adduction et rotation interne avec des lésions du labrum sur des hanches non dysplasiques à l'imagerie. Un rapprochement sera ensuite effectué entre ces lésions du labrum dans sa partie antéro-supérieure et du cartilage acétabulaire adjacent, avec des anomalies anatomiques entraînant un conflit précoce entre le rebord acétabulaire antéro-supérieur et le col fémoral en flexion, adduction, rotation interne, tels que l'épiphysiolyse, les cals vicieux de fractures du col fémoral, une diminution de l'antéversion fémorale, une protrusion acétabulaire, une rétroversion acétabulaire et une tête fémorale asphérique [6-10]. Plusieurs études ont également montré que les lésions du labrum antéro-supérieur et du cartilage adjacent sont les premières lésions à apparaître dans la pathogénie de la coxarthrose [11-14], et le rapprochement entre CFA et coxarthrose est maintenant bien établi[2].

Trois types de CFA sont décrits [1]:

### **a) Le conflit par effet came (Fig. 1) :**

Il s'agit d'un conflit lié à la présence d'une tête fémorale non sphérique dans sa partie antéro-supérieure avec comblement de la jonction cervico-céphalique et augmentation de son rayon de courbure. Cette zone entre en contact avec le rebord acétabulaire lors des mouvements de flexion-adduction-rotation interne de la hanche. Cette anomalie peut être due à une séquelle d'épiphysiolyse [7, 15] dans l'enfance, ou être découverte à l'âge adulte sans notion de pathologie coxo-fémorale préalable. Le CFA par effet came se voit plus

fréquemment chez l'homme jeune et sportif. Certains auteurs pensent qu'il s'agit de séquelle d'épiphysiolyse infra clinique [16], ou de trouble de la fusion du cartilage de croissance épiphysaire [4]. En 2001 Ito et al. [16] décrivent le CFA par effet came en associant une diminution du rapport diamètre de la tête/ diamètre du col dans la zone antéro-supérieure et des lésions du labrum dans cette même zone. Cette anomalie est rapprochée de la déformation en « crosse de revolver » (pistol grip) de l'extrémité supérieure du fémur, décrite sur les radiographies de bassin de face. Nötzli et al. en 2002 définit l'angle alpha pour quantifier cette anomalie [17].

**b) Le conflit par effet pince** (Fig 2.) [1]:

Il s'agit d'un contact linéaire entre le rebord acétabulaire et la jonction cervico-céphalique antéro-supérieure, lié à une anomalie du rebord acétabulaire antéro-supérieur, la tête fémorale étant normale. Ainsi, il se voit en cas de protrusion acétabulaire, de rétroversion acétabulaire ou lors d'un excès de couverture de la tête fémorale antéro-supérieure par saillie du rebord acétabulaire [9, 18]. On assiste alors à un effet de levier lorsque la tête pénètre dans l'acétabulum avec des lésions antéro-supérieures et des lésions en contrecoup postéro-inférieures.

**c) Le conflit d'origine mixte** (acétabulaire et fémoral):

Dans ce cas, on retrouve une association des deux anomalies anatomiques précédemment décrites[19], une tête fémorale asphérique et une rétroversion acétabulaire ou une protrusion acétabulaire[3, 20].

Ainsi, le CFA regroupe sous le même terme différentes anomalies anatomiques, qui peuvent être associées ou non chez le même malade, et qui sont à l'origine d'un contact osseux précoce entre l'acétabulum et la tête fémorale. Ce contact osseux précoce est d'autant plus pathologique que le secteur de mobilité de la hanche est sollicité comme chez les sportifs. C'est pourquoi, initialement, le CFA était considéré comme une pathologie du sujet jeune et sportif. Cependant, les anomalies anatomiques décrites comme responsables du CFA sont également retrouvées dans la population générale non sportive, et sont à l'origine d'une grande proportion des coxarthroses dites primitives, d'évolution moins rapide[2, 21, 22].

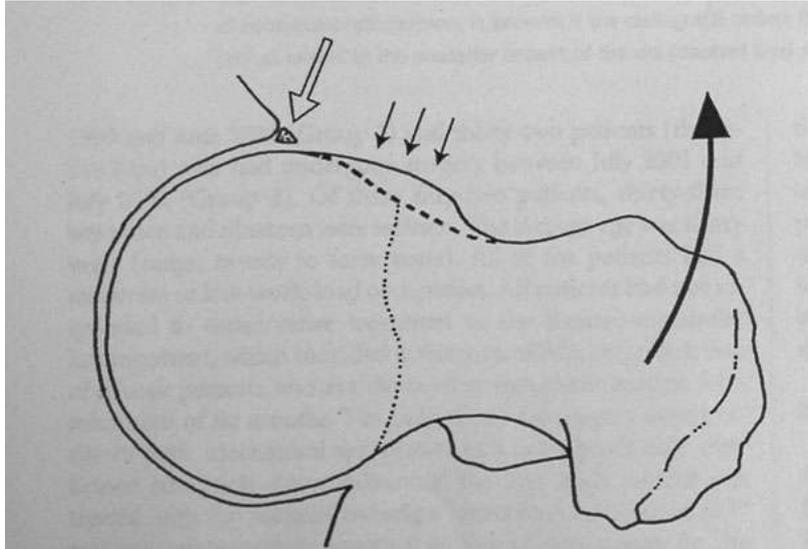


Figure 1 : conflit par effet came, il existe un « bosse » à la face antérieure de la tête du fémur, à la jonction tête-col qui va entraîner une hyperpression sur le rebord acétabulaire antéro-supérieur en flexion de hanche (d'après [23]).

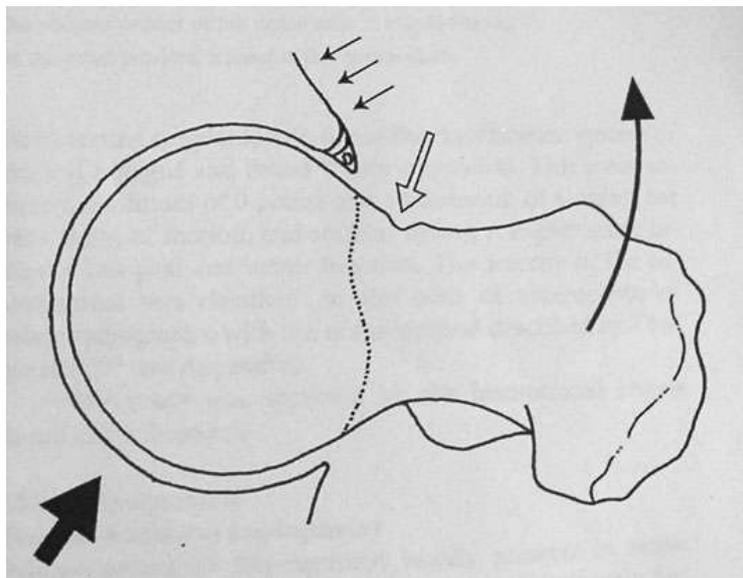


Figure 2 : conflit par effet pince, le rebord acétabulaire est saillant et entre en conflit avec la jonction tête-col (d'après [23]).

## 2) Clinique :

Le CFA s'observe le plus souvent chez l'homme jeune et sportif pour l'effet came et chez la femme autour de 40 ans pour l'effet pince. Le conflit en soit n'est pas douloureux, et il ne se manifeste que par une limitation de la rotation interne en flexion de hanche, ce qui n'amène pas les patients à consulter. C'est lors de l'apparition de lésions associées du labrum et du cartilage articulaire que le CFA devient symptomatique [24].

### a) Les signes fonctionnels décrits sont :

- **Une douleur mécanique de l'aîne [25]** d'apparition progressive, souvent après un traumatisme mineur décompensant une lésion du labrum. Au début, la douleur est intermittente, exacerbée après les activités sportives ou lors de la position assise prolongée sur une chaise basse, position reproduisant le conflit. Cette douleur est progressivement croissante jusqu'à devenir invalidante lors des activités sportives. Les douleurs peuvent également se produire la nuit lors de la mobilisation.

- **Des blocages et des ressauts** de hanche sont aussi décrits et sont à rapprocher d'une lésion du labrum qui peut s'incarcérer dans l'articulation. Les patients décrivent alors une impotence fonctionnelle totale et une boiterie liée à la douleur lors de la moindre mobilisation.

### b) A l'examen physique on retrouve :

- **Le signe du conflit** (impingement test) : en décubitus dorsal, douleur de l'aîne lors de la mobilisation passive en flexion-adduction-rotation interne. Ce mouvement met en contact le rebord acétabulaire antéro-supérieur et la face antérieure de la jonction cervico-céphalique et met en pression une éventuelle lésion du labrum ou des lésions cartilagineuses. Décrit initialement par Ganz pour définir le syndrome du rebord acétabulaire, il est présent dès l'apparition d'une lésion du labrum. Lorsque les patients sont symptomatiques, une lésion du labrum est retrouvée à l'imagerie dans 100% des cas [17]. Le conflit n'est pas douloureux

en soit, mais c'est lors d'une lésion du labrum ou du cartilage adjacent que les premiers symptômes apparaissent et que les patients consultent. Ce test est positif dans 95% à 100% des lésions du labrum[25-27].

- **Le test FABER** (Flexion-ABduction-External Rotation) [26, 28]: en décubitus dorsal, douleur lors de la mise en flexion, adduction, rotation externe de la hanche, genou fléchit de manière à ce que le pied homolatéral à la hanche testée soit sur le genou controlatéral.

- **Une raideur en rotation interne lors de la flexion** [36]: une diminution de la mobilité en flexion et rotation interne apparaît bien avant la douleur, limitation liée au contact osseux précoce définissant le CFA. Dans certains cas, la flexion au-delà de 90° ne peut se faire qu'avec une rotation externe associée. Lors de la position assise, ces patients associent la flexion de hanche à une rotation externe. Cette raideur en rotation interne constitue un élément clinique intéressant dans le dépistage des hanches à risque car il est en étroite corrélation avec l'anatomie osseuse et notamment le défaut de sphéricité de la tête fémorale et la rétroversion acétabulaire ( $r = 0,88$ ).

Les différentes études ont montré une bonne spécificité et une bonne valeur prédictive positive des signes de conflit et du test FABER pour détecter des lésions du labrum. Ainsi, lorsque ces deux tests sont positifs, il y a dans 100% des cas une lésion du labrum. La raideur en rotation interne est très fortement corrélée à l'anatomie osseuse et à la présence d'un CFA. La présence de ces trois signes permet alors de fortement suspecter le diagnostic de CFA avec lésion du labrum. Cependant, l'identification du type d'anomalie anatomique par des techniques d'imagerie est nécessaire pour orienter le traitement.

### **3) Traitement**

Le traitement du CFA consiste à traiter la lésion à l'origine de la douleur, c'est-à-dire la lésion du labrum, et à traiter l'anomalie anatomique responsable du conflit dans l'espoir d'éviter la récurrence et d'empêcher l'évolution arthrosique. Ainsi, le traitement du CFA s'est

d'abord focalisé sur le traitement des lésions labrales de façon isolée, et c'est seulement récemment que différentes techniques chirurgicales ont été développées pour traiter les différentes anomalies anatomiques. Il existe ainsi des techniques entièrement sous arthroscopie permettant de traiter les lésions du labrum (fixation ou résection [23]) et le comblement de la jonction cervico-céphalique en cas d'effet came[29-31], des techniques à ciel ouvert comprenant luxation de l'articulation coxo-fémorale et ostéotomie pelvienne de réorientation du cotyle en cas de rétroversion acétabulaire[9, 18, 23, 32-36] et des techniques mixtes associant un temps arthroscopique et un mini abord antérieur[37]. Une revue de la littérature récente [38] sur des études cliniques avec plus de deux ans de suivi retrouve une littérature peu abondante à ce sujets (11 références exploitables), avec des séries peu comparables. Elle montre une amélioration des douleurs et de la fonction dans 68 à 96% des cas, avec un taux de complication de 0 à 18%, et un taux d'échec définit par la progression de l'arthrose et la mise en place de prothèse totale de hanche dans 0 à 21% des cas, avec pour facteur favorisant l'importance des lésions cartilagineuses préopératoires [39]. Aucune étude ne permet de dire actuellement si le traitement du CFA permet de réduire le risque d'arthrose à long terme.

#### **4) Imagerie du conflit fémoro-acétabulaire**

La plupart des études publiées dans la littérature en rapport avec le CFA concernent l'imagerie. Le CFA est une cause de coxarthrose à départ antéro-supérieur et l'atteinte cartilagineuse de la coxarthrose peut être diagnostiquée sur des radiographies standard devant un pincement localisé ou plus précocement par tomodensitométrie (TDM). Cependant, comme ce qui est observé pour la majorité des traitements chirurgicaux conservateurs des articulations (dysplasie fémoroacétabulaire, gonarthrose interne ou externe), les résultats des traitements du CFA dépendent de l'importance des lésions cartilagineuses présentes[39]. En effet, dès qu'il existe des lésions cartilagineuses, les résultats des traitements conservateurs se détériorent et l'évolution vers la coxarthrose est inéluctable, obligeant à une chirurgie non conservatrice prothétique. Ainsi, le diagnostic de CFA doit être précoce devant des signes cliniques débutants et des lésions modestes à l'imagerie, concernant le plus souvent le labrum. Il s'agit alors de mettre en évidence l'anomalie anatomique à l'origine du conflit. C'est donc

sur le dépistage et la quantification des anomalies morphologiques que se focalisent les études dans l'imagerie du CFA.

a) **Signes non spécifiques de conflit fémoro-acétabulaire (pouvant être rencontrés dans d'autres pathologies)**

- **les lésions du labrum acétabulaire** [40-42]: principalement des déchirures ou des avulsions dans la partie antéro-supérieure, elles sont présentes dans 97 à 100% des cas de CFA symptomatiques. Cependant, des lésions du labrum acétabulaire peuvent être observées chez des sujets asymptomatiques (surtout des labrums arrondis ou absent) et sont corrélées à l'âge.

- **Les lésions cartilagineuses** [42, 43] présentes dans la partie antéro-supérieure dans 95% des cas, en regard des lésions labrales et de la zone de conflit, mais aussi en postéro-inférieure dans 25% des cas. C'est un signe de mauvais pronostic.

- **Géodes dans la partie supérieure du col fémoral** [44, 45] pouvant être plus ou moins volumineuses.

- **Géodes sous-chondrales** : sur le versant acétabulaire en regard des lésions du labrum.

b) **Imagerie du CFA par effet pince :**

Plusieurs anomalies en rapport avec l'effet pince ont été décrites : la rétroversion acétabulaire, la protrusion acétabulaire et l'excès de couverture du rebord acétabulaire antéro-supérieur. Ces anomalies sont connues depuis longtemps et étaient associées à la coxarthrose. Elles partagent comme caractéristiques de provoquer un conflit par effet pince.

- **La rétroversion acétabulaire** : dans une hanche normale, l'acétabulum est ouvert vers l'avant par rapport au plan sagittal, suivant une progression en spirale vers l'avant de proximal en distal, la projection du rebord acétabulaire antérieur est plus médiale que la projection du rebord acétabulaire postérieur (Fig. 3 A et B). En cas de rétroversion acétabulaire, l'ouverture proximale est vers l'arrière, le rebord acétabulaire antérieur étant plus latéral que le rebord acétabulaire postérieur, et la progression cranio-caudale vers l'avant est moins marquée[46]. Cette rétroversion est retrouvée chez 6% de la population normale et

20% des patients souffrant de coxarthrose [47, 48]. Sur les radiographies de hanche de face, cette rétroversion est définie par le signe du croisement [49, 50]. La partie proximale du rebord acétabulaire antérieur est latérale par rapport au rebord acétabulaire postérieur, puis croise le rebord acétabulaire postérieur pour être plus médial. (Fig. 3 C et D). Ce signe a une sensibilité = 96%, une spécificité = 95%, une valeur prédictive positive = 90% et une valeur prédictive négative = 98%. D'autres signes sont associés sur la radiographie de bassin de face :

- **Augmentation de l'angle de couverture latérale (VCE)** [49]: angle formé entre la verticale passant par le centre de la tête fémorale et la ligne passant par le bord latéral de l'acétabulum et le centre de la tête fémorale. Pour une hanche normale, l'angle VCE moyen est de 30°, dans la rétroversion acétabulaire, il est de 35°.
  - **Le signe du mur postérieur** [49]: dans une hanche normale, la projection du rebord acétabulaire postérieur est latérale par rapport au centre de la tête fémorale. En cas de rétroversion acétabulaire, la ligne postérieure est plus médiale que le centre de la tête fémorale.
  - **La projection de l'épine sciatique dans le pelvis** [46]: le débord de l'épine sciatique dans le pelvis sur des radiographies de face est très fortement corrélé à la rétroversion acétabulaire. Sensibilité = 91%, spécificité = 98%, VPP = 98%, VPN = 92%.
  - **Des ossifications** en regard du rebord acétabulaire antéro-supérieur (os acetabuli) [49]: visualisées sur la radiographie de face, elles résultent d'une fracture du rebord acétabulaire ou d'une calcification d'une lésion du labrum.
- **La protrusion acétabulaire [51]**: l'arrière fond du cotyle dépasse médialement la ligne ilio-ischiatique de plus de 3 mm chez l'homme et de plus de 6 mm chez la femme. Chez ces patients, on retrouve également un angle VCE augmenté (>45°) et une déformation de l'extrémité supérieure du fémur en coxa vara. Cette protrusion est à l'origine d'un CFA par effet pince avec atteinte cartilagineuse initialement postérieure.

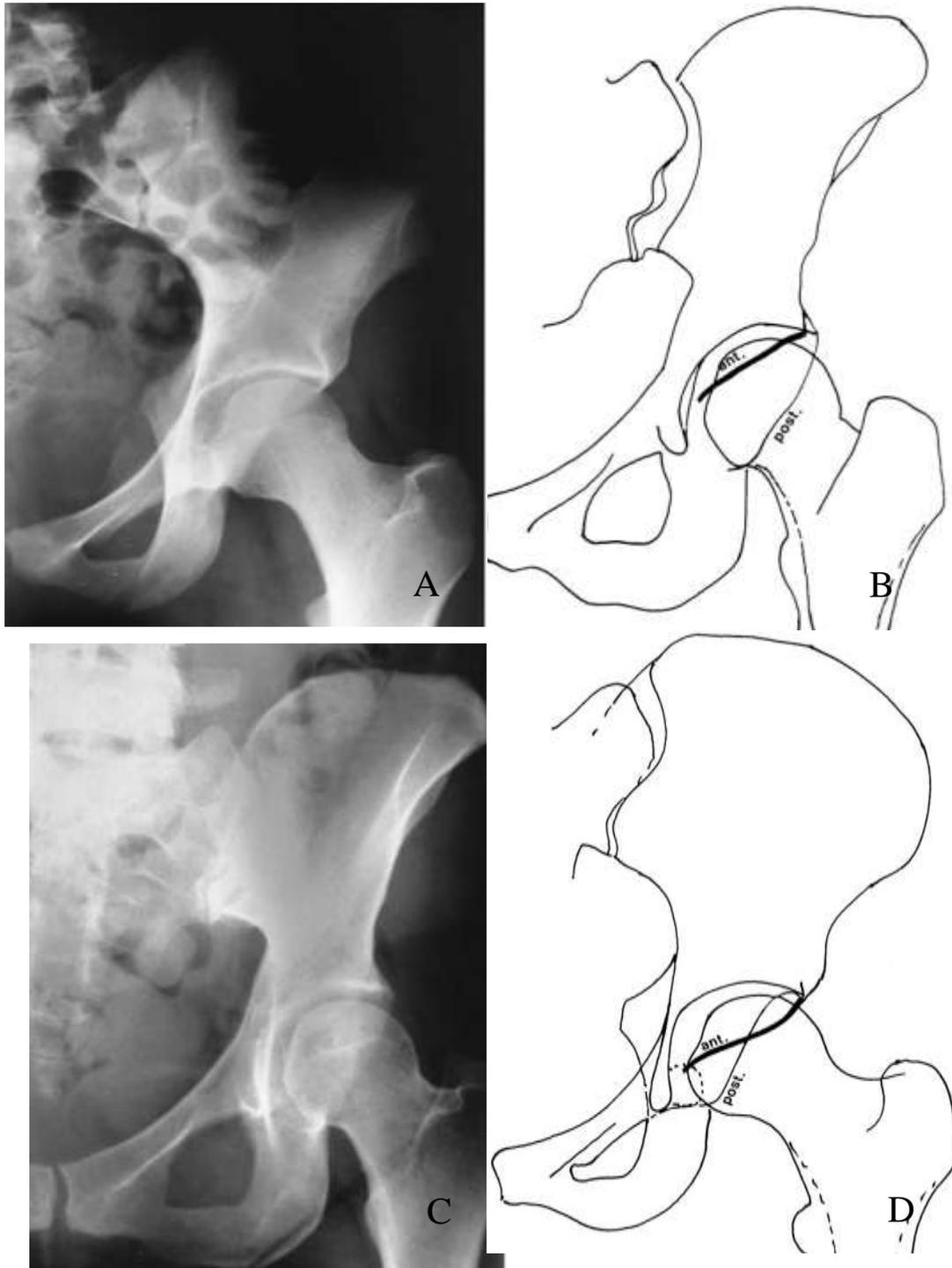
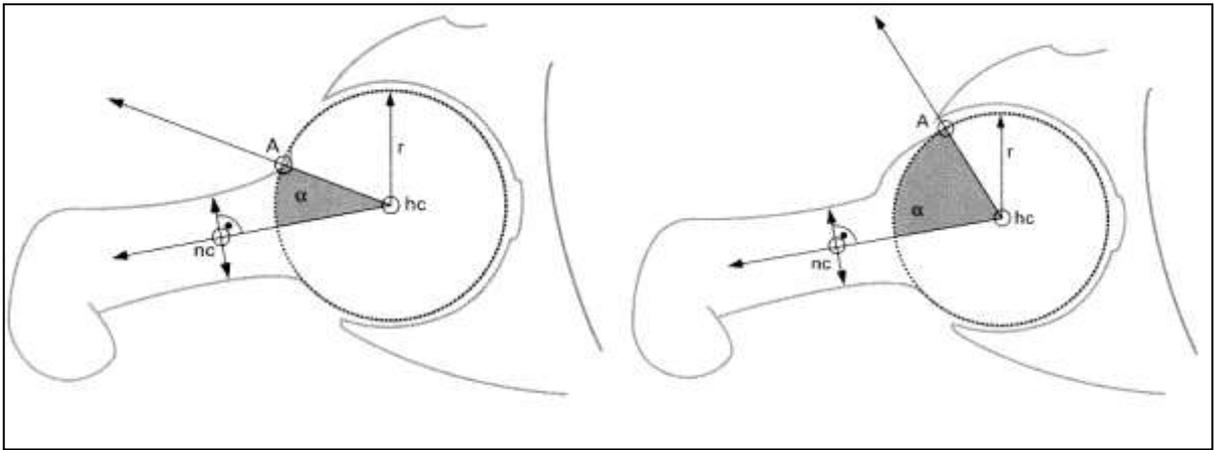


Figure 3 : A : radiographie de bassin de face avec acétabulum non rétroversé. B : la paroi antérieure se projette en dedans de la paroi postérieure. C : radiographie de bassin de face avec acétabulum rétroversé . D : la partie proximale de la paroi antérieure se projette latéralement

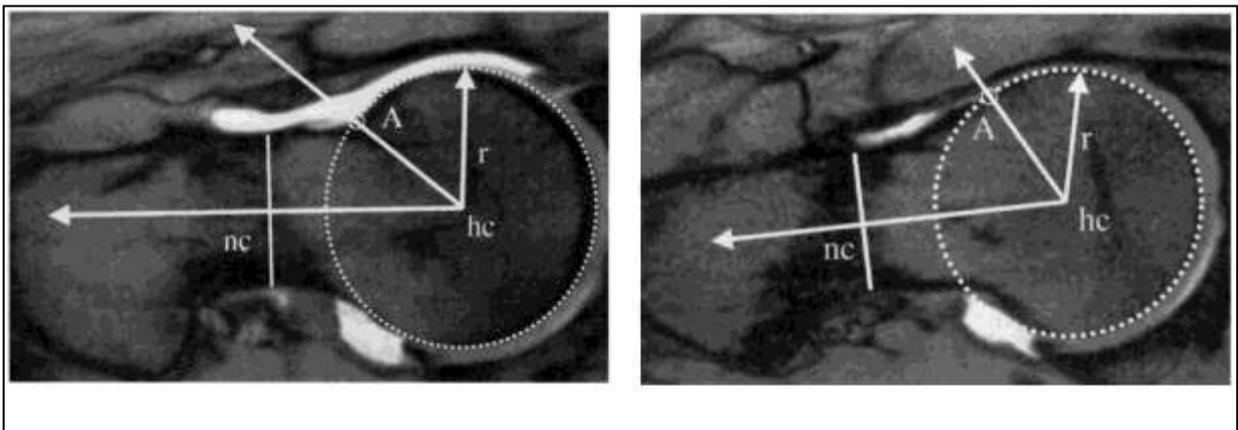
### c) Imagerie du CFA par effet came

L'anomalie qui caractérise le CFA par effet came est la tête fémorale asphérique. Initialement décrite sur les radiographies de hanche de face comme une déformation de l'extrémité supérieure du fémur en crosse de révolver (« Pistol Grip »[53]), elle a été quantifiée par arthro-IRM, puis par arthro-scanner et récemment par des clichés radiographiques de profil.

- **L'arthro-IRM** : Ito et al. [16] en 2001 quantifient l'antéversion fémorale et le dénivelé à la jonction cervico-céphalique (« offset ») chez des sujets sains et des sujets suspects de conflit fémoro-acétabulaire sans dysplasie sur des arthro-IRM. Pour cela, ils effectuent le rapport diamètre de la tête fémorale / diamètre du col fémoral. On observe une diminution de l'antéversion de la tête fémorale associée à une diminution de l'offset chez les patients par rapports aux sujets sains. L'anomalie de l'offset est principalement localisée en antéro-supérieur, en regard des lésions labrales et cartilagineuses. Cependant la technique de calcul est complexe et un seuil n'est pas défini pour déterminer les sujets sains et des sujets malades. En 2002, Nötzli et al. [17] définissent sur arthro-IRM l'angle alpha pour mesurer la perte de sphéricité de la tête fémorale sur une coupe de profil de col fémoral passant par l'axe du col fémoral et le centre de la tête fémorale. L'angle alpha est mesuré entre la ligne joignant le centre de la tête fémorale et le milieu du col fémoral et la ligne joignant le centre de la tête fémorale et le point où la tête fémorale perd sa sphéricité (point où la distance entre le centre de la tête et le bord externe de la tête devient supérieure au rayon de la tête fémorale). Ils trouvent ainsi un angle alpha moyen de 42° chez les sujets sains et de 74° chez les sujets suspects de conflit fémoro-acétabulaire sans dysplasie acétabulaire (Fig. 4 et 5).



**Figure 4** : Technique de mesure de l'angle alpha. Sujet sain à gauche, sujet présentant des signes de CFA à droite, d'après Notzli: J Bone Joint Surg Br, Volume 84-B(4).May 2002.556-560. [25]



**Figure 5** : Coupe d'arthro-IRM montrant la mesure de l'angle alpha chez le sujet sain (à gauche) et le patient présentant une symptomatologie de CFA (à droite), d'après Notzli: J Bone Joint Surg Br, Volume 84-B(4).May 2002.556-560.[25]

- **Le scanner et l'arthro-scanner** : Ils permettent aussi de quantifier le conflit par mesure de l'angle alpha, de visualiser les lésions du labrum et les lésions cartilagineuses comme l'ont montré Beulé et al.[54] avec un angle alpha de 66,4° chez les malades et 43, 8° chez les sujets sains, mesuré sur une coupe équivalente à celle décrite par Nötzli sur arthro-IRM. Plus récemment, des logiciels de reconstruction tridimensionnelle à partir de scanner permettent de localiser et de quantifier le conflit, de quantifier les mobilités de hanche ainsi

que de prévoir l'effet d'une chirurgie [55, 56]. Cependant, il s'agit de techniques invasives et longues, nécessitant des logiciels de reconstruction 3D.

- **La radiographie standard** : C'est un examen d'orientation de première intention devant une douleur de hanche, facile à obtenir en consultation. Classiquement, on réalise un bassin de face et un faux profil de Lequesne pour faire une coxométrie. En cas de CFA par effet came, elle permet d'exclure une coxarthrose, une nécrose avasculaire, une dysplasie ou un CFA par effet pince. Des signes qualitatifs ont été décrits sur le cliché de face en charge, en rapport avec le CFA par effet came : perte de la sphéricité de la tête fémorale, déformation en crosse de révolver (« pistol grip »[53]), mais ce cliché ne nous permet pas de visualiser la face antérieure de la jonction cervico-céphalique où se situe l'anomalie [57]. Ainsi, plusieurs études ont montré l'intérêt des clichés de profil dans le diagnostic de CFA par effet came:

- Meyer et al. en 2006 [58] comparent 6 clichés radiographiques (fig. 10) fréquemment effectués (hanche de face, Dunn à 90° de flexion, Dunn à 45° de flexion, profil chirurgical avec 15° de rotation interne, rotation neutre et 15° de rotation externe), pour déterminer celui qui visualise au mieux l'anomalie de la jonction cervico-céphalique antérieure sur 21 fémurs de cadavres, dont 11 avec une tête non sphérique et 10 avec une tête sphérique, en mesurant l'angle alpha tel que décrit par Nötzli et al. sur arthro-IRM. Ils en concluent que le profil de Dunn à 45° de flexion (fig. 8) est le cliché le plus fiable pour visualiser l'anomalie. Ainsi, ils trouvent un angle alpha moyen de 71° pour les têtes non sphériques et 50° pour les têtes sphériques sur ce cliché.
- Clohisy et al. en 2007 [5] évalue l'intérêt du profil urétral (fig. 7 et 9) pour quantifier l'anomalie de la jonction cervico-céphalique. Il mesure l'angle alpha sur 61 hanches malades et 24 hanches saines sur le profil urétral et trouve une différence significative entre hanches malades (angle alpha moyen = 65°) et hanches saines (angle alpha moyen = 47°). Il en conclut que le profil urétral est un bon cliché pour mesurer l'angle alpha.

- Récemment, Konan et al. [59] ont comparé l'angle alpha mesuré sur le profil urétral et sur scanner et ont trouvé une faible corrélation entre ces deux mesures. Ainsi, le profil urétral minimise l'angle alpha mesuré sur scanner.
- Dans une étude comparant la sphéricité de la tête fémorale sur la radiographie (face et profil chirurgical) et l'angle alpha sur l'IRM selon différentes coupes dans le quadrant antérosupérieur de la tête fémorale, Dudda et al. [57] montrent que la radiographie peut passer à côté de tête fémorales asphériques. Cependant, ils ne mesurent pas l'angle alpha sur les radiographies, et ne le comparent pas à celui mesuré sur IRM selon la coupe correspondant à la radiographie.

Nous voyons qu'il n'est pas certain que la radiographie standard permette de bien visualiser l'asphéricité de la tête fémorale, et qu'il n'y a pas de consensus concernant la position pour réaliser ce cliché. De plus, une étude récente [60] comparant l'angle alpha mesuré sur différentes coupes radiales d'IRM de la jonction tête-col dans le quadrant antérosupérieur montre que le maximum de l'anomalie n'est pas antérieur, mais qu'il peut se trouver à n'importe quel zone dans le quadrant antérosupérieur. Ainsi, sur la coupe oblique utilisée par Nötzli, l'angle alpha moyen est de  $53^\circ$ , alors que le maximum moyen pris sur n'importe quelle coupe est de  $70^\circ$ . La mesure de l'angle alpha sur la partie antérieure de la jonction cervico-céphalique semble donc minimiser l'importance de l'anomalie anatomique.



Figure 6 : tête non sphérique avec aspect en crosse de révolver (« pistol grip ») sur radiographie de face.

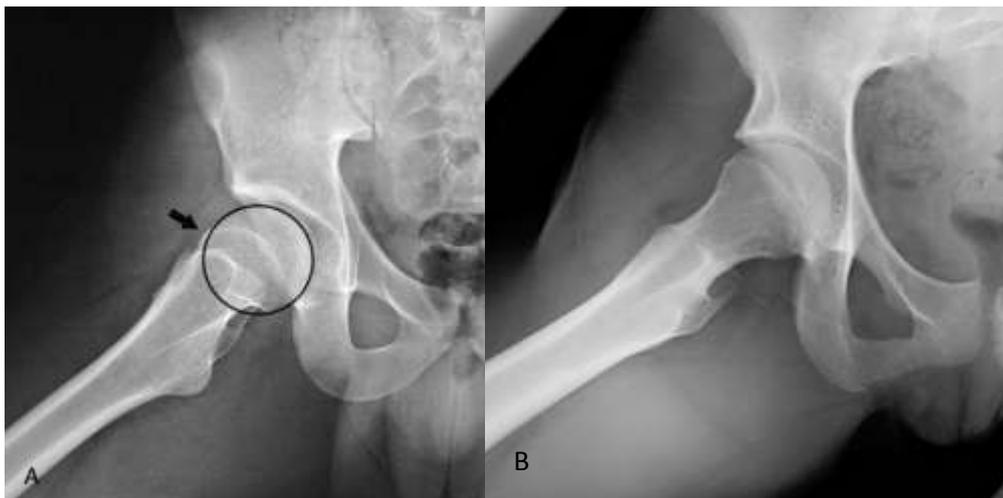


Figure 7 : Profil urétral. A : patient atteint de CFA (d'après [61]), B : sujets asymptomatique (d'après [62]).



Figure 8 : réalisation du profil de Dunn à 45° de flexion de hanche (d'après [62]).



Figure 9 : réalisation du profil urétral (d'après [62]).

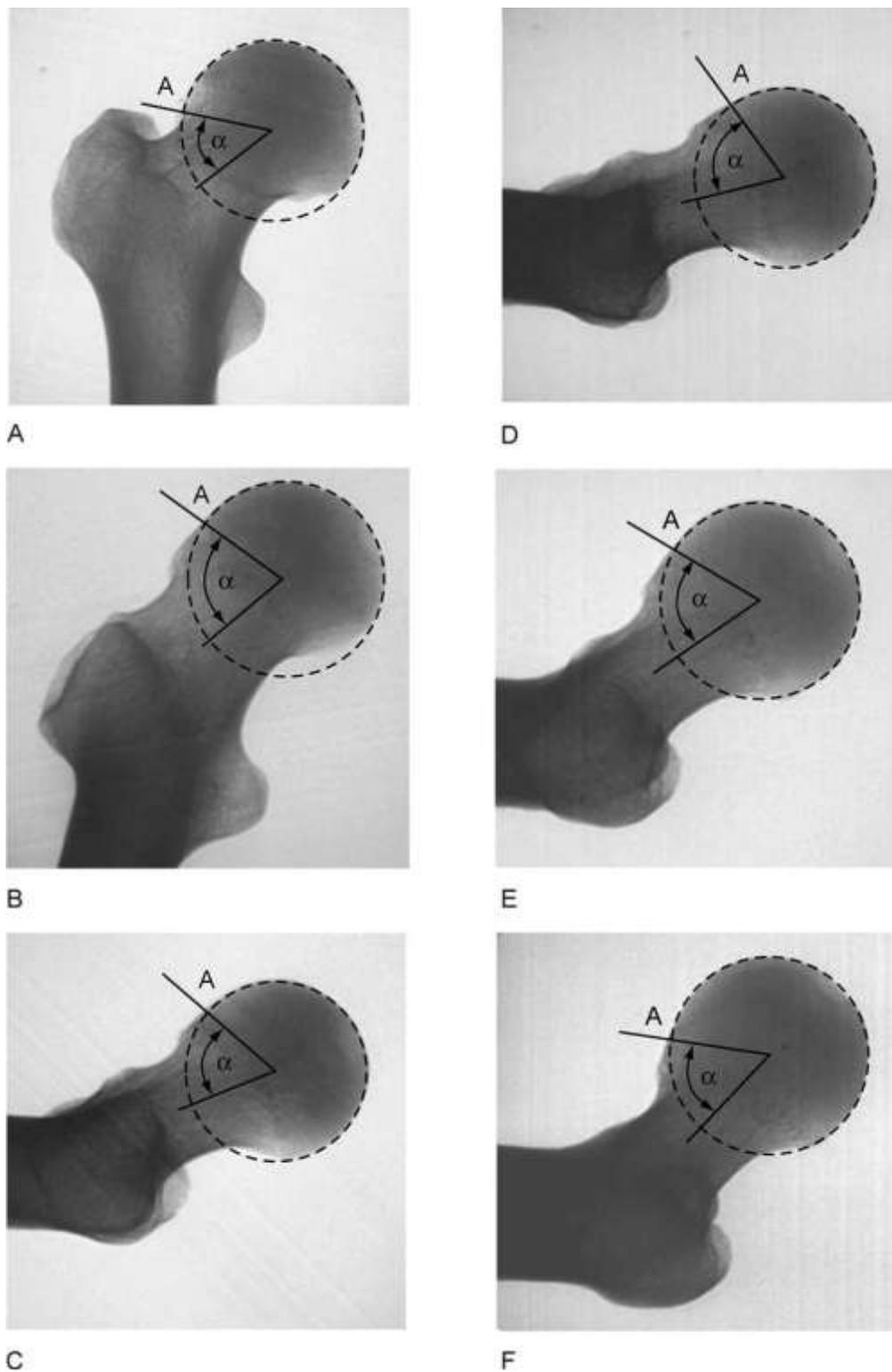


Figure 10 : mesure de l'angle alpha sur différents clichés radiographiques du même fémur (d'après [58]). A : Face, B : Dunn 45° flexion, C : Dunn 90° flexion, D : profil chirurgical 15° de rotation interne, E : profil chirurgical rotation neutre, F : profil chirurgical 15° de rotation externe.

## 5) Hypothèses et objectifs

Dans un premier temps, nous avons voulu savoir s'il était possible, devant une symptomatologie évocatrice, de faire le diagnostic de CFA par effet came dès la première consultation grâce à un bilan radiologique simple avant d'avoir recourt à des examens plus invasifs. En effet, les différentes études sur la quantification de l'angle alpha dans le CFA par effet came ne permet pas de conclure sur la meilleure position pour visualiser l'anomalie. De plus, plusieurs études évoquent la possibilité d'un conflit d'origine mixte associant une tête asphérique et un excès de couverture par le rebord acétabulaire. L'angle de couverture antérieur (VCA) mesuré sur le faux profil de Lequesne [63, 64] permet de déterminer l'étendue de la couverture antérieure, bien étudié en cas de dysplasie cotyloïdienne, mais jamais dans le CFA. Nous avons voulu savoir si l'angle VCA était augmenté chez les patients atteint de CFA et si ces patients présentaient un conflit d'origine mixte.

Pour tester ces deux hypothèses, nous avons mis au point un cliché radiographique, qui associe un profil du col fémoral et un profil de l'acétabulum comme sur le faux profil de Lequesne (FPL), facilement réalisable en consultation et qui tente de visualiser le comblement de la jonction cervico-céphalique sur la face antérieure du col fémoral et la saillie du rebord acétabulaire en position de conflit. Nous avons appelé ce cliché : profil en position de conflit (PPC). Pour déterminer l'intérêt de ce cliché, nous avons réalisé plusieurs études :

- comparer l'angle alpha sur ce cliché chez des sujets sains et chez des sujets atteints de conflit antérieur. Cette étude nous permet de savoir si le cliché permet différencier au moyen de l'angle alpha les malades des sujets sains.

- comparer l'angle alpha mesuré sur le cliché radiographique et celui mesuré sur une coupe d'arthro-scanner équivalente à celle décrite par Nötzli en arthro-IRM. Ceci permet de corréler les angles alpha mesurés sur les deux techniques d'imagerie différentes. Ainsi, nous connaissons l'efficacité du cliché pour visualiser l'anomalie de la jonction cervico-céphalique par rapport à une technique de référence utilisée pour quantifier l'anomalie.

- déterminer la reproductibilité inter et intra observateurs de la mesure de l'angle alpha sur les clichés radiographiques.

Ensuite nous avons mesuré l'angle VCA sur le profil en position de conflit et nous l'avons comparé à l'angle VCA mesuré sur le FPL pour savoir si le nouveau cliché permettait de correctement visualiser la couverture antérieure.

## II – MATERIELS ET METHODES

### 1) Les patients et les témoins

Nous avons analysé rétrospectivement les scanners et radiographies de 26 patients consécutifs opérés entre 2002 et 2004 par un seul chirurgien. Le diagnostic était posé devant l'association de signes cliniques, radiologiques et chirurgicaux. Tous les patients souffraient de douleurs antérieures de hanche et avaient un signe de conflit positif. L'arthro-scanner retrouvait une lésion du labrum chez tous les patients et une lésion cartilagineuse pour 16 d'entre eux. Une déformation en crosse de révolver et une tête asphérique étaient présentes sur les radiographies standards. L'âge moyen était de 39 ans (17 à 58 ans), incluant 10 femmes pour 16 hommes. Tous ces patients ont eu le PPC sur une ou deux hanches selon la présence des douleurs, et 17 ont eu un arthro-scanner de la hanche la plus douloureuse, réalisé au CHU de Nantes. Nous avons donc 17 hanches sur lesquels nous pouvions comparer l'angle alpha entre scanner et PPC, et 18 PPC supplémentaires de hanches douloureuses en position de conflit. Quinze de ces patients ont également eu un FPL, ce qui nous a permis de comparer l'angle VCA.

Nous avons parallèlement constitué un groupe de 19 patients ne souffrant pas de la hanche, recrutés en consultation pour un autre problème. Après accord de leur part, nous avons réalisé un PPC sur une des deux hanches. L'âge moyen était de 39 ans (16 à 56 ans), incluant 7 femmes pour 12 hommes. Ces radiographies nous ont permis de comparer l'angle alpha sur le PPC entre les patients et les sujets sains.

Nous avons ainsi 54 PPC (malades et sujets sains confondus) sur lesquels nous pouvions mesurer l'angle alpha. Trois observateurs ont analysé les radiographies pour établir la fiabilité inter et intra-observateurs. Deux sont chirurgiens orthopédistes : un interne (observateur n°1), l'autre est le chirurgien qui a réalisé les interventions (observateur n°2), le troisième est radiologue (observateur n°3). L'observateur n°1 a réalisé deux mesures (observations) en aveugle de l'angle alpha à deux mois d'intervalle sur les arthro-scanner et sur les PPC, une mesure du VCA sur le PPC et sur le FPL. L'observateur n°3 a réalisé une

mesure de l'angle alpha sur les arthro-scanner et deux mesures en aveugle sur les radiographies. L'observateur n°2 a réalisé deux mesures de l'angle alpha sur les radiographies en aveugle. Pour réaliser l'aveugle, deux numéros sans relation et sans rapport avec les noms des patients ou des sujets contrôle ont été attribués à chaque radiographie par l'observateur n°1 et les mesures ont été effectuées sur les radiographies selon l'ordre de leur numérotation par tous les observateurs, sans que le nom et la pathologie ne soient connus.

## **2) Les clichés radiographiques**

### **a) le profil de col fémoral en position de conflit**

Ce cliché de profil de col fémoral hanche en flexion, a pour but de visualiser la face antérieure du col fémoral et d'explorer les rapports entre le bord antéro-supérieur de l'acétabulum et la face antérieure du col fémoral.

Il est réalisé patient debout. La hanche étudiée est fléchie à 90°. Afin de maintenir cette position, le pied du patient est mis en charge sur un appui réglable en hauteur, afin de garder la cuisse dans un plan horizontal (Fig. 11). Le patient est alors positionné de 3/4, afin que l'axe de son fémur étudié réalise un angle de 50° par rapport à la plaque radiographique. Dans cette position, le col fémoral est parallèle à la plaque puisque l'angle cervico-diaphysaire (CC'D) moyen est de 130°. Le rayon est horizontal, perpendiculaire à la plaque et donc au col fémoral, réalisant un profil de celui-ci. De plus, le bassin du patient est perpendiculaire à l'axe du fémur, et il forme un angle de 65° avec la plaque comme dans le FPL, ce qui nous permet de visualiser le bord antérieur de l'acétabulum et de mesurer l'angle VCA. Le fémur réalise un angle de  $180^\circ - 50^\circ - 65^\circ = 65^\circ$  avec le bassin, ce qui correspond à une position d'adduction reproduisant le conflit. Nous obtenons ainsi un profil de col fémoral qui dégage bien sa face antérieure et un cliché de l'acétabulum qui dégage son bord antérieur (Figure 12).

### **b) Le faux profil de Lequesne :**

Réalisé selon la technique décrite initialement par Lequesne. Le patient est positionné debout, le bassin réalisant un angle de 65° avec la plaque radiographique, le pied de la hanche

analysé est parallèle à la plaque radiographique. Les rayons sont horizontaux, perpendiculaires à la plaque.



Figure 11 : A : Patiente debout, hanche à 90°, pied sur un appui. B : Angle de 50° entre le fémur et la plaque radiographique (rayon horizontal venant de la droite).



Figure 12: cliché de profil de col fémoral en position de conflit

### **3) Arthroscanner :**

Un arthro-scanner a été réalisé pour chaque hanche suspecte de CFA ou de lésion du labrum par un radiologue ostéo-articulaire.

#### - La technique d'arthrographie :

Après désinfection cutanée et anesthésie locale à la xylocaïne 0,1%, elle est réalisée par ponction antérieure de la hanche, guidée par l'amplificateur de brillance. La hanche est infiltrée à l'aide d'une aiguille 21 G avec 7 à 10 ml d'ioxaglate de méglumine et de sodium 320 mg/ml (Hexabrix ® 320, Laboratoire Guerbet). La hanche est doucement mobilisée après le retrait de l'aiguille.

#### - L'acquisition scannographique volumique

Réalisée sur un appareil à 16 détecteurs (Siemens Sensation 16®, Erlangen Allemagne) selon une épaisseur de 0,75 mm (16x0,75 mm) avec avancée de table par rotation de 6mm (soit un pitch de 0,5). Les images sont reconstruites en coupes de 1 mm chevauchées tous les 0,5 mm en champ de vue centré de 150 mm sur la hanche concernée (FOV 150 mm, matrice 512x512), permettant des reformatages multiplanaires (MPR) sur console de post-traitement Wizard ® d'une épaisseur de 1 mm à intervalle de 1 mm selon trois plans: para-axial (dans le plan horizontal passant par le centre de la tête et l'axe du col fémoral), para-sagittal (parallèle à la lame quadrilatère) et para-coronal (perpendiculaire à la lame quadrilatère).

- La coupe sélectionnée pour la mesure de l'angle alpha est la coupe para-axiale médiane passant par le centre de la tête fémorale et son point le plus antérieur. Il s'agit de la coupe décrite par Nötzli en arthro-IRM pour calculer l'angle alpha.

### **4) Les mesures**

Toutes les radiographies argentiques ont été numérisées à l'aide d'un scanner vertical (Vidar® Sierra Plus), afin d'en obtenir un traitement numérique, permettant une lecture plus précise et évitant tout problème de parallaxe. Les différentes mesures ont été réalisées, sur

ces images numériques, de façon informatique, à l'aide du logiciel Déclic (version 32 bits 5.22.1.0). Pour s'affranchir des problèmes d'agrandissement radiographique et d'échelle, nous n'avons réalisé que des mesures d'angulation ou de rapport de longueur.

**a) Mesure de l'angle alpha :**

Il est mesuré selon la technique décrite par Nötzli sur arthro-IRM, entre la droite passant par le centre de la tête fémorale et le milieu du col fémoral, et la droite passant par le centre de la tête fémorale et le point antérieur de perte de sphéricité de la tête fémorale. Ce dernier est déterminé en traçant un cercle correspondant à circonférence de la tête fémorale, le point où le rayon de la tête fémorale dépasse ce cercle est le point de perte de sphéricité de la tête fémorale. Ainsi, quand la tête fémorale est bien sphérique, ce point correspond au début du col fémoral, quand la tête fémorale n'est pas sphérique, ce point correspond au début de la bosse comblant la jonction cervico-céphalique (fig. 14 et 15).

**b) Mesure de l'angle VCA :**

Il est mesuré entre une droite verticale passant par le centre de la tête fémorale et la droite passant par le point le plus antérieur du rebord acétabulaire (dans sa partie condensée correspondant à la surface articulaire) et le centre de la tête fémorale (Fig. 13). Cet angle exprime la couverture antéro-externe de la tête fémorale par l'acétabulum chez le patient en charge. Nous analysons donc par cet angle la deuxième anomalie morphologique suspectée dans le conflit antérieur de hanche : l'excès de couverture antéro-supérieure par le rebord acétabulaire.

**5) Analyse statistique**

Toutes les données ont été analysées à l'aide du logiciel SSPS 16.0 pour Windows. Une valeur  $p < 0.05$  était considérée comme statistiquement significative. La distribution normale des valeurs continues a été contrôlée par le test de Kolmogorov-Smirnov. Comme toutes les données étaient distribuées normalement, des tests paramétriques ont été réalisés. Un test de Student bilatéral pour variables appariées et le coefficient de corrélation de Pearson ont été réalisés pour comparer les angles alpha mesurés sur le scanner et sur le PPC. Un test de Student bilatéral pour deux variables a été réalisé pour comparer les mesures d'angles alpha

chez les patients et chez les sujets contrôle, et pour les mesures de l'angle VCA sur le PPC et sur le FPL. Une différence statistique a été recherchée entre les séries de mesures de chaque observateur et entre les observateur sur scanner et sur radiographies par un test de Student bilatéral pour mesures appariées. Une différence statistique a été recherchée entre les séries de mesures de chaque observateur et entre les observateurs sur radiographie par une analyse de variance à deux facteurs croisés pour mesures répétées et le test de Student -Newman-Keuls pour comparaison multiple. Les reproductibilités intra et inter observateurs ont été déterminée par le coefficient de corrélation intraclass (modèle ICC 2.1[65]). Pour illustrer les différences entre les deux mesures de l'angle alpha sur le PPC de chaque observateur, une représentation de Bland et Altman a été réalisée.

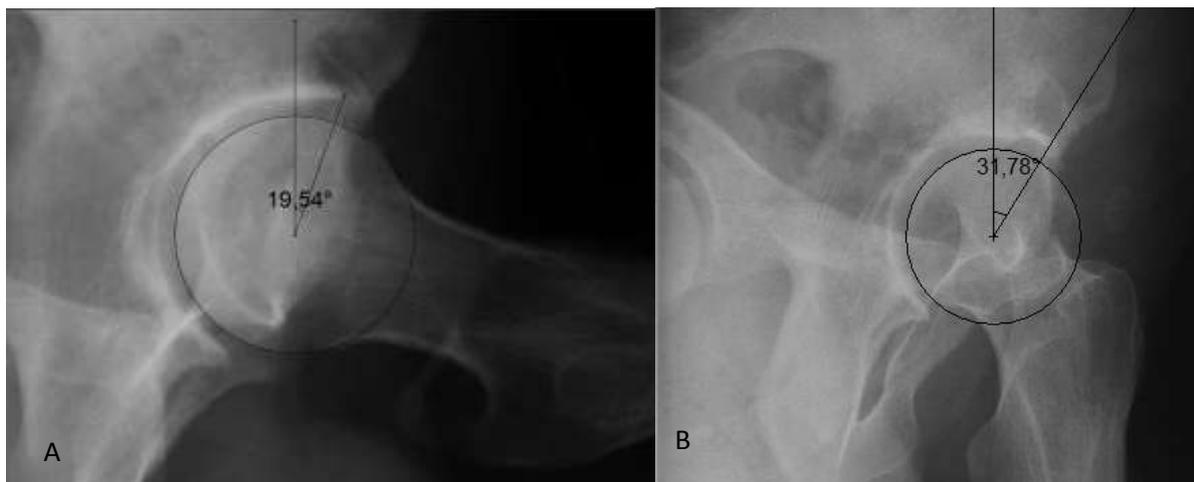


Figure 13 : mesure de l'angle VCA. A : sur PPC, B : sur FPL

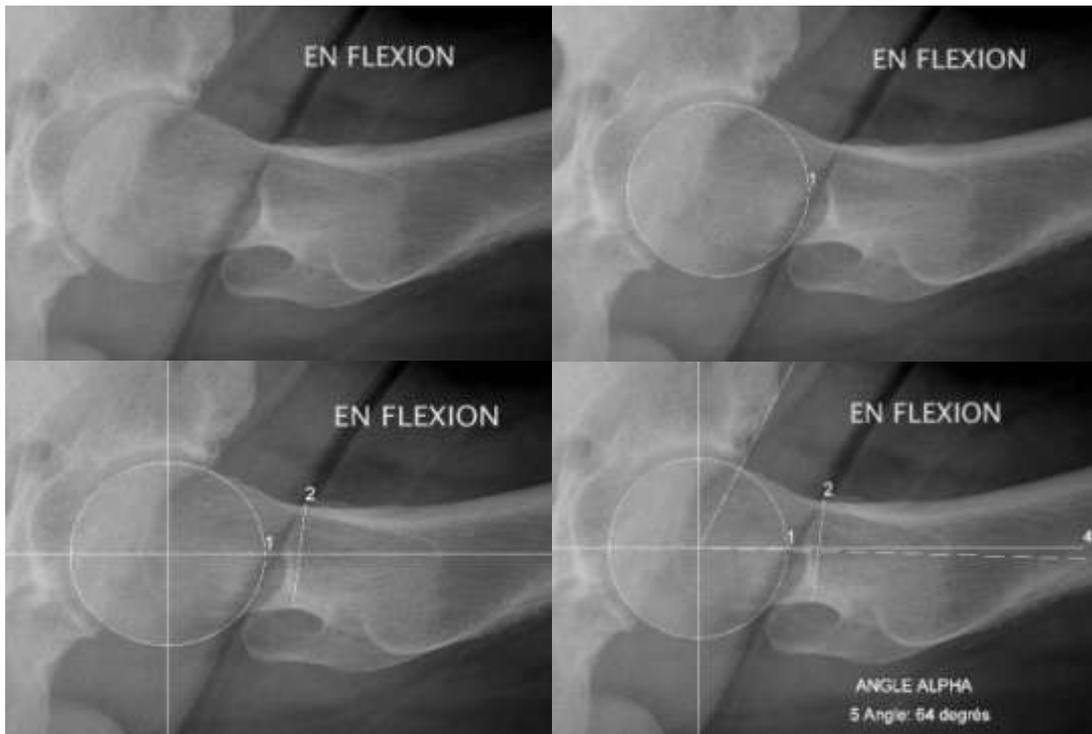


Figure 14: Mesure de l'angle alpha sur le PPC

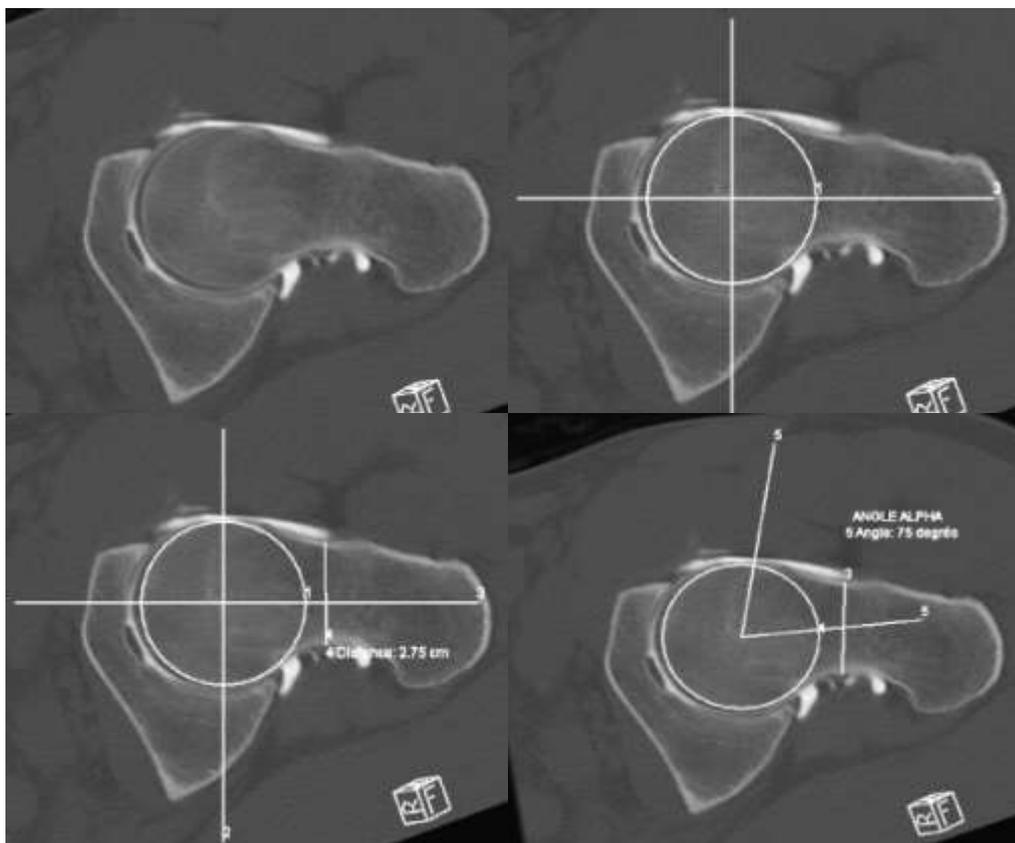


Figure 15 : Mesure le l'angle alpha sur arthro-scanner

### III - RESULTATS

#### 1) Comparaison des angles alpha mesurés sur le scanner et sur le PPC (tableau 1, fig. 16)

L'angle alpha moyen du scanner était de  $65,8^{\circ}$  ( $48^{\circ}$  à  $85^{\circ}$ ) pour l'observateur n°1 et de  $65,6^{\circ}$  ( $49^{\circ}$  à  $84^{\circ}$ ) pour l'observateur n°3 (différence non significative). L'angle alpha moyen était de  $63,6^{\circ}$  ( $50^{\circ}$  à  $87^{\circ}$ ) pour l'observateur n°1 et de  $64,3^{\circ}$  ( $50$  à  $87^{\circ}$ ) pour l'observateur n°2 (différence non significative). Un test de Student bilatéral pour variables appariées pour comparer les moyennes entre les mesures arthro-scanner et les mesures radiographiques pour chaque observateur n'a pas mis en évidence de différence significative. Le calcul du coefficient de corrélation de Pearson entre les mesures radiographiques et arthro-scanner est de  $r = 0,73$  ( $p=0,0004$ ) pour l'observateur n°1 et de  $r = 0,8$  ( $p=0,001$ ) pour l'observateur n°2.

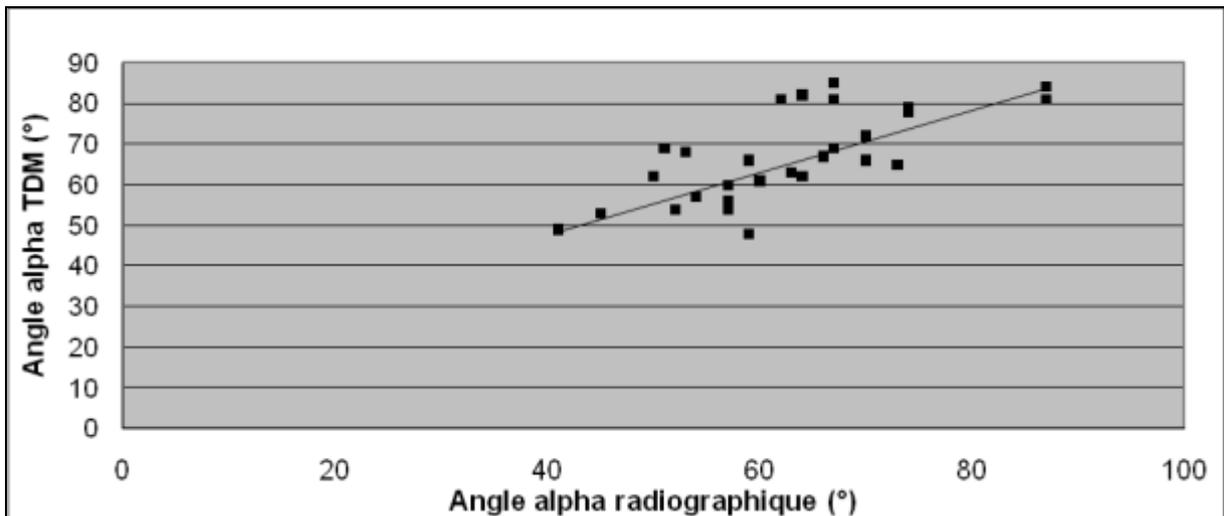


Figure 16 : corrélation entre l'angle alpha mesuré sur le PPC par chaque observateur et l'angle alpha mesuré sur l'arthro-scanner.

## 2) Reproductibilité de la mesure de l'angle alpha sur arthro-scanner

### (Fig. 17):

Le coefficient de corrélation intraclass pour la reproductibilité inter-observateur sur les mesures arthro-scanner est de  $r = 0,86$ , intervalle de confiance 95% : [0,64-0,95] ( $p < 0,0001$ ). Le coefficient de corrélation intraclass pour la reproductibilité intra-observateur est de  $r = 0,91$  [0,82-0,94] ( $p < 0,0001$ ). Le test de Student pour variables appariées ne retrouvait pas de différence significative en comparant les moyennes arthro-scanner et radiographiques pour chaque observateur.

	<b>Arthroscanner</b>	<b>PPC</b>	<b>p</b>	<b>r (Pearson)</b>
<b>Observateur n°1</b>	65.8°(48° à 85°)	63.6°(50° à 87°)	ns	0.73
<b>Observateur n°2</b>	65.6°(49° à 84°)	64.3°(50° à 87°)	ns	0.8
<b>p</b>	ns	ns		
<b>CCI</b>	0.86[0.64-0.95]	0.81[0.62-0.92]		

Tableau n° 1: comparaison de mesures de l'angle alpha sur arthro-scanner et sur PPC : moyennes (extrêmes). (CCI = coefficient de corrélation intraclass).

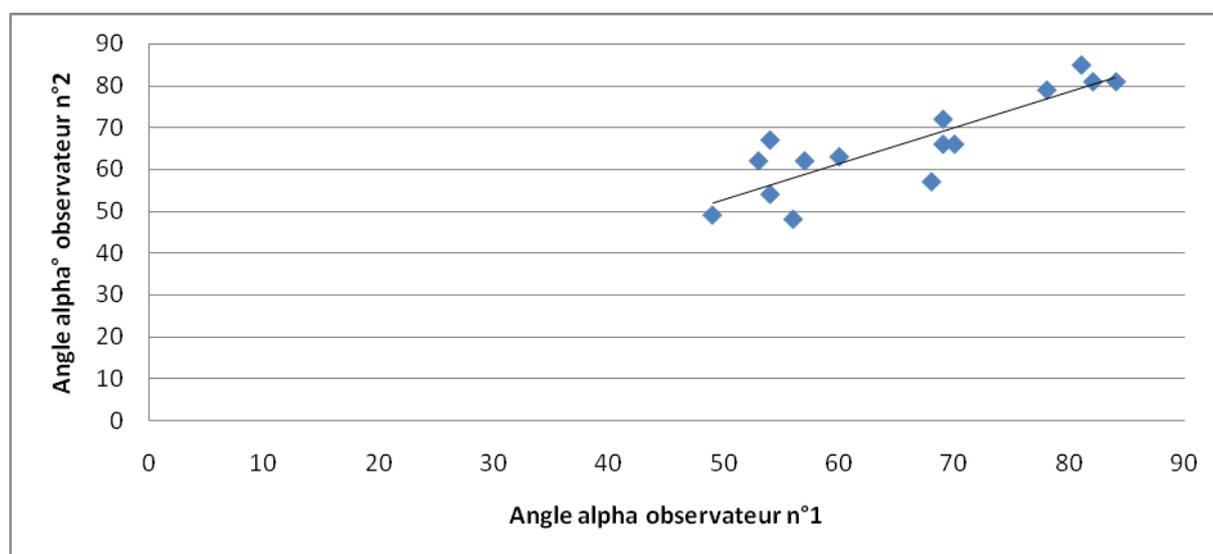


Figure 17: Corrélation entre l'angle alpha mesuré sur arthro-scanner entre l'observateur n°1 (abscisses) et l'observateur n°2 (ordonnées).

### 3) Reproductibilité des mesures radiographiques :

Le test ANOVA à deux facteurs croisés pour variables appariés n'a pas mis en évidence de différence significative entre les observations de chaque observateur et entre les observateurs. Le coefficient de corrélation intraclass pour l'observateur n°1 était de  $r = 0,88$   $[0,81-0,92]$  ( $p < 0,001$ ), pour l'observateur n°2 :  $r = 0,82$   $[0,71-0,89]$ , pour l'observateur n°3 :  $r = 0,9$   $[0,84-0,94]$  ( $p < 0,001$ ). Une représentation de Bland et Altman a été réalisée pour visualiser les différences entre les deux mesures (fig.18). Sur le PPC, la reproductibilité inter-observateurs globale est de  $r = 0,78$   $[0,71-0,84]$  ( $p < 0,0001$ ). La reproductibilité inter-observateurs pour chaque paire d'observations possibles retrouve un coefficient de corrélation intraclass de 0,6 à 0,9.

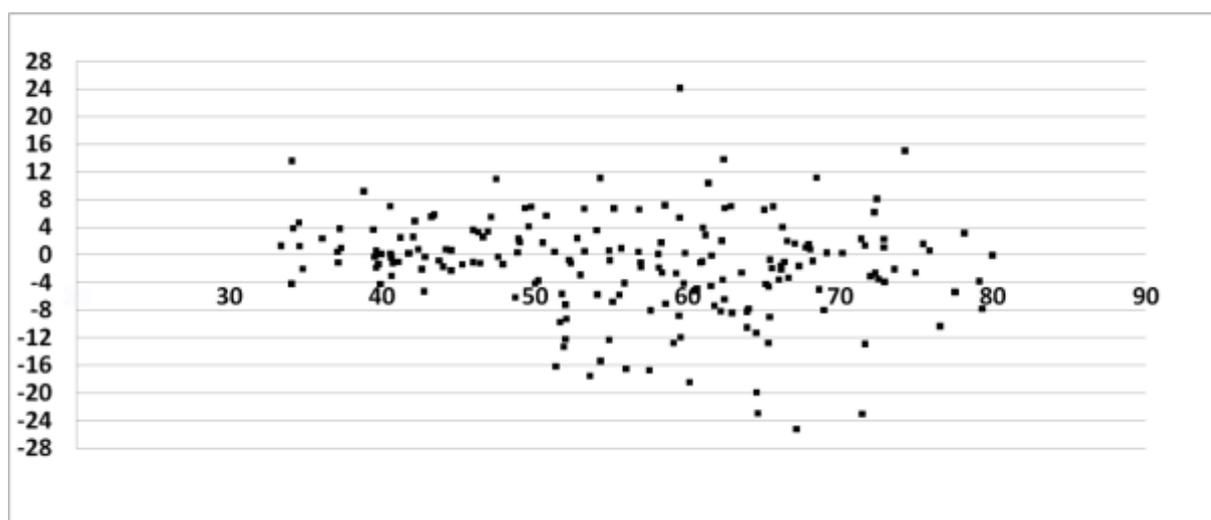


Figure 18 : Représentation de Bland et Altman de la variabilité intra-observateur. En abscisse est représenté la mesure n°1 de l'angle alpha de tous les observateurs, en ordonnées est représenté la différence en degrés entre la mesure n°2 et la mesure n°1.

#### **4) Comparaison des mesures de l'angle alpha sur le PPC entre les patients et les sujets contrôle :**

L'angle alpha moyen pour les hanches douloureuses des patients atteint de CFA était de  $63,3^\circ (\pm 7,6^\circ)$  et pour les sujets contrôle de  $44,9^\circ (\pm 8^\circ)$  (Fig. 19). Un test de Student bilatéral trouve une différence très significative. Si un seuil de  $50^\circ$  est choisi, aucune des hanches douloureuses n'avait un angle alpha  $< 50^\circ$ , et 12% des hanches non douloureuses avaient un angle alpha  $> 50^\circ$ .

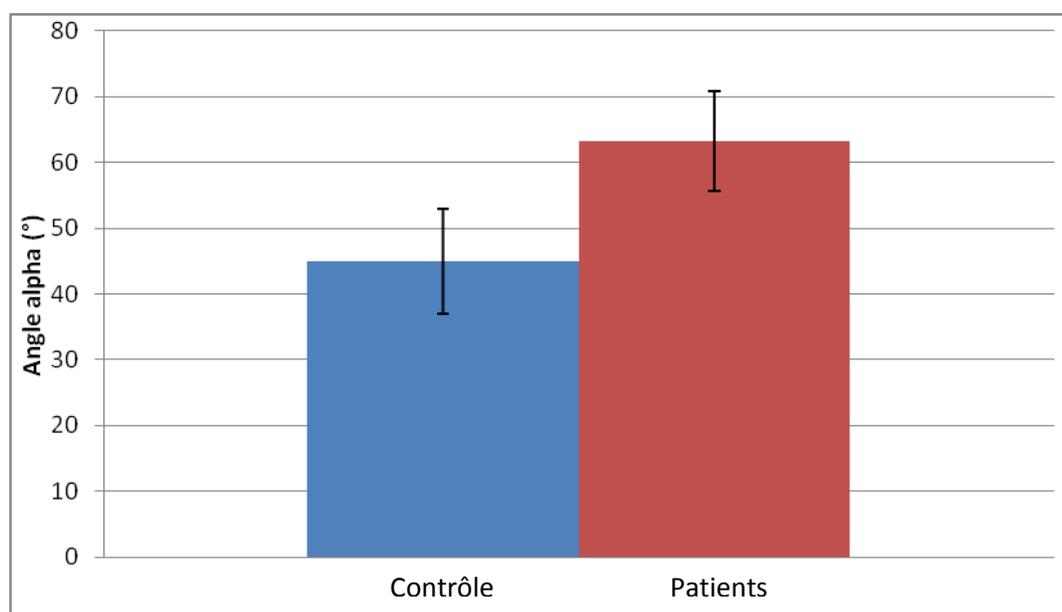


Figure 19 : Angle alpha moyen avec écart types sur le PPC pour les sujets contrôle et pour les patients.

#### **5) Mesures de l'angle VCA**

L'angle VCA moyen sur le PPC était de  $26,8^\circ (8,8^\circ)$  et sur le FPL de  $32,8^\circ (9,6^\circ)$ . Le coefficient de corrélation de Pearson était de  $r = 0,58$  ( $p < 0,05$ ). Le test de Student bilatéral pour variables appariées retrouvait une différence significative avec  $p = 0,015$ . L'angle VCA était toujours sous évalué dans le PPC par rapport au FPL.

## IV- DISCUSSION

Depuis longtemps, l'origine de la coxarthrose de hanche est divisée en origines secondaires (septiques, traumatiques, inflammatoires, ostéonécrose) et origine primitive, idiopathique. Il y a 45 ans, Murray [66] suggérait déjà une relation entre des anomalies anatomiques subtiles de l'extrémité proximale du fémur et le développement de coxarthrose dite primitive. Solomon [67] puis Harris [53] ont ensuite développé l'idée qu'il n'y avait pas de coxarthrose primitive de hanche et que celles-ci résultaient d'anomalies anatomiques subtiles de l'articulation coxo-fémorale. Plusieurs anomalies anatomiques de la hanche ont ainsi été décrites pouvant être à l'origine de coxarthrose : la coxa vara et la coxa valga[53], la diminution de l'antéversion fémorale[10], la dysplasie acétabulaire[68], la protrusion acétabulaire [52] et plus récemment la rétroversion acétabulaire et une tête fémorale asphérique. Pour faire le diagnostic de ces anomalies, des mesures simples sur des radiographies standards de face ou de profil ont été développées avec une bonne reproductibilité [69]. Dans la dysplasie de hanche par exemple, le déficit du toit acétabulaire est facilement mesuré sur la radiographie de face par l'angle VCE, et cette mesure est suffisante pour faire le diagnostic et orienter le traitement. Ces anomalies anatomiques induisent une coxarthrose et le traitement actuel de la coxarthrose évoluée quelque soit son étiologie est le remplacement prothétique de l'articulation. Cependant, pour la plupart de ces anomalies anatomiques, le traitement chirurgical précoce avant le stade de coxarthrose a montré son efficacité pour soulager la douleur et pour prévenir le développement de coxarthrose.

Le CFA est une pathologie de définition biomécanique, résultant d'un contact osseux entre le fémur et l'acétabulum à l'origine de lésions du labrum et de dégradation du cartilage articulaire évoluant vers la coxarthrose. Plusieurs anomalies anatomiques sont à l'origine de CFA. Le traitement du CFA est axé sur la réparation ou l'excision du labrum, et la correction de l'anomalie anatomique à l'origine du conflit. Sur une série de patients jeunes traités par luxation articulaire, débridement du labrum et plastie de la jonction tête-col, les hanches qui présentaient des lésions cartilagineuses ont progressés vers la coxarthrose et ont nécessité un

remplacement prothétique, tandis que les lésions isolées du labrum sans atteinte cartilagineuse présentaient une amélioration prolongée[38]. Cette constatation est identique à ce qui est décrit pour d'autres anomalies anatomiques tels que la dysplasie acétabulaire, les lésions cartilagineuses étant un facteur de mauvais pronostic. Ainsi, l'avenir du traitement conservateur de la hanche repose sur le diagnostic précoce de ces anomalies avec des techniques de mesures simples et reproductibles.

L'imagerie du CFA par effet came a débuté au moyens d'arthro-IRM et d'arthro-scanners réalisés pour visualiser les lésions du labrum acétabulaire. Ces techniques invasives nécessitent une ponction articulaire et entraînent une irradiation du patient en cas d'arthro-scanner. Dans cette étude, nous avons montré qu'un nouveau cliché radiographique de profil permettait de manière fiable de poser le diagnostic de CFA par effet came. Ce nouveau cliché, le PPC permet de visualiser la face antérieure de la jonction tête-col comme dans le plan IRM défini par Nötzli pour mesurer l'angle alpha. Ce cliché est efficace pour mesurer l'angle alpha lorsque nous le comparons à l'arthro-scanner, puisqu'il n'y a pas de différence significative et qu'il y a une bonne corrélation entre les deux mesures. De plus, ce cliché est efficace pour différencier les patients des sujets sains. Nous avons également montré que la mesure de l'angle alpha sur ce cliché a une bonne reproductibilité inter et intra observateur. Ainsi, l'angle alpha mesuré sur le PPC est fiable pour établir le diagnostic de CFA par effet came.

A notre connaissance, il s'agit de la seule étude d'un cliché radiographique dans le CFA par effet came, regroupant la comparaison à l'arthroscanner, la comparaison entre les patients et les sujets sains et l'analyse de la reproductibilité intra et interobservateur. En effet, des études sur le profil urétral ont montré que ce cliché est efficace pour différencier les patients par rapport aux sujets sains [61], mais qu'il n'est pas efficace pour quantifier l'angle alpha en le comparant au scanner [59], la mesure scannographique réalisée sur une coupe équivalent à celle de Nötzli étant toujours supérieure à la mesure radiographique. Une autre étude comparant six clichés radiographiques de profil différent concluait que le profil de Dunn à 45° était le meilleur cliché pour quantifier l'angle alpha et pour différencier les patients des sujets sains [58]. Il s'agit d'un cliché réalisé en décubitus dorsal, hanche fléchit à 45° et en

abduction de 20° et rotation neutre, les rayons étant perpendiculaire à la plaque sur un point au milieu de la droite entre l'épine iliaque antéro-supérieure et la symphyse pubienne. Cependant, aucune étude comparative avec la mesure scannographique n'a été réalisée. Le PPC est donc le seul cliché étudié à ce jour permettant de faire le diagnostic de CFA par effet came.

Plusieurs autres études ont rapporté même si la diminution de l'offset tête-col est mesurée en antérieur, elle est plus prononcée en antéro-supérieur et potentiellement à n'importe quelle localisation dans le quadrant antéro-supérieur. Une étude récente a comparé l'angle alpha mesuré sur différentes coupes IRM dans le quadrant antéro-supérieure[60]. Ils ont confirmé que l'angle alpha maximal était dans ce quadrant et pas toujours sur la partie antérieure. Ils ont trouvé une différence significative entre les angles alpha mesuré sur les différentes coupes avec un angle alpha antérieur moyen de 53° alors que l'angle alpha maximal moyen (quelque soit la coupe) était de 70°. Ainsi, la mesure de l'angle alpha sur un cliché radiographique risque de minimiser l'anomalie anatomique et de passer à côté de certains CFA par effet came. Cependant, aucune étude de corrélation entre l'angle alpha à la face antérieur et l'angle alpha maximal n'a été effectuée. En effet, l'angle alpha antérieur peut-être en relation avec l'angle alpha maximal mesuré et sa mesure peut constituer une bonne évaluation de l'anomalie de la jonction tête-col. La mesure de cet angle alpha antérieur serait alors suffisante pour diagnostiquer le conflit et ainsi la radiographie standard serait suffisante. De plus, l'importance de l'angle alpha au-delà d'un seuil considéré comme pathologique n'influe en rien sur la technique chirurgicale choisie pour traitée l'anomalie.

Comme nous l'avons vu, si nous prenons pour limite 50° pour l'angle alpha, tous les patients présentaient un angle alpha supérieur à 50° et 12% des sujets sains ont un angle alpha supérieur à 50°, ce qui fait une valeur prédictive positive de 89% et une valeur prédictive négative de 100%. Comme le groupe témoin a été constitué pour correspondre en âge et en sexe au groupe malade, nous avons inclus des personnes jeunes dans le groupe témoin dont certains avaient un angle alpha augmenté (66° maximum). Il est possible que ces porteurs sains n'aient pas encore eu le temps de développer de symptômes en rapport avec une lésion

du labrum ou du cartilage. Il est donc envisageable que tout patient douloureux avec un angle alpha supérieur à 50° souffre d'un CFA par effet came.

Il est possible également que parmi les patients symptomatiques avec un angle alpha supérieur à 50°, l'origine des douleurs soient en rapport avec une autre pathologie que le CFA. Comme il a été montré par Wyss et al [24], le CFA n'est en soit pas douloureux, mais entraîne une limitation de la rotation interne en flexion. Plusieurs études rapportent une très bonne sensibilité et une excellente valeur prédictive positive du test de conflit pour dépister les lésions du labrum [26]. En effet, en sélectionnant les patients ayant une douleur de hanche, un test de conflit positif et un angle alpha augmenté, nous avons trouvé 100% de lésions du labrum dans notre série, Nötzli rapporte 100% de lésions du labrum et Beulé 97% de lésions du labrum [17, 24, 54]. Il a également été montré que la majorité des patients qui présentent une lésion du labrum ont une anomalie structurelle de la hanche détectable sur la radiographie [70]. Ainsi, comme dans la dysplasie acétabulaire [71], les patients atteints de CFA sont symptomatiques lorsque les lésions labrales apparaissent. Il est donc raisonnable de faire le rapprochement entre un patient douloureux, limité en rotation interne, avec un test de conflit positif et un angle alpha augmenté, avec une lésion du labrum par CFA par effet came. Ainsi, le PPC permet de faire le diagnostic de CFA par effet came et de lésion du labrum acétabulaire chez les patients symptomatiques limités en RI et ayant un test de conflit positif.

Par ailleurs, il a été montré que plusieurs anomalies pouvaient être associées en cas de CFA [20]. Il s'agit d'associations de l'anomalie fémorale responsable de l'effet came avec une anomalie acétabulaire (protrusion mais surtout rétroversion) responsable de l'effet pince. Les anomalies acétabulaires sont visualisables sur des radiographies standard de face, et l'anomalie fémorale est visualisable sur le PPC. Mais il a également été évoqué qu'un excès de couverture de la tête fémorale par un rebord acétabulaire antérieur proéminent pouvait participer au CFA. Aucune étude n'avait à ce jour mesuré l'angle VCA pour tenter de quantifier un rebord acétabulaire proéminent. Nous avons mesuré l'angle VCA sur le PPC et sur le FPL pour déterminer si les patients souffrant de CFA présentaient une augmentation de cet angle et si le PPC permettait de le mesurer de manière fiable. Nous avons trouvé une corrélation modérée entre les deux mesures et une différence significative en comparant les moyennes. L'angle VCA était toujours moins important sur le PPC que sur le FPL avec une

différence moyenne de 6°. Ceci est probablement lié à l'inclinaison pelvienne en rétroversion due à la flexion de hanche. En effet, il a été montré que l'angle VCA dépend de l'inclinaison pelvienne et que la rétroversion pelvienne minimise l'angle VCA [72]. Ainsi, le PPC n'est pas un bon cliché pour mesurer l'angle VCA. Cependant, nous pouvons comparer l'angle VCA mesuré sur le FPL. Celui-ci n'est pas augmenté par rapport aux données de la littérature [72]. A ce jour, aucune étude ne décrit un effet pince lié à un excès de couverture acétabulaire, et seuls la rétroversion et la protrusion acétabulaire sont considérées à l'origine de l'effet pince. Ainsi un cliché radiographique de face associé à un PPC permet de faire le diagnostic de CFA quelque soit l'anomalie, et donc de décider du traitement, puisque l'ensemble des anomalies anatomiques peuvent être visualisées, et les techniques d'imagerie plus complexe n'apportent rien pour le diagnostic de lésion du labrum compte tenu de la valeur prédictive positive de 100% de l'association douleur de hanche, test de conflit positif et angle alpha augmenté rapporté par les différentes études.

Le pronostic des malades atteints de CFA est lié à l'atteinte du cartilage articulaire acétabulaire ou fémoral. L'arthro-IRM et l'arthro-scanner permettent de détecter les lésions du cartilage articulaire débutante ce que ne permet la radiographie standard. Cette dernière permet de visualiser un pincement articulaire évoquant la présence de lésions cartilagineuses déjà conséquentes, même si ce pincement est minime.

De plus, dans une étude récente [2], il a été montré que toutes les hanches symptomatiques avec un diagnostic de CFA par effet came n'évoluent pas vers l'arthrose et que des anomalies anatomiques supplémentaires telles que le signe du mur postérieur et une déformation du fémur proximal en coxa vara devaient être présents. Ils ont en effet suivi pendant 10 ans un groupe de 43 hanches présentant un conflit par effet came symptomatique avec un angle alpha moyen de 89°. 28 hanches ont progressé au niveau de l'arthrose et 15 n'ont pas progressé. L'angle alpha moyen dans les deux groupes étant de 89°, celui-ci ne pouvait pas être responsable à lui seul de la progression arthrosique. Le signe du mur postérieur était présent chez 39% des patients évoluant vers l'arthrose, alors qu'il n'était présent que chez 7% des patients n'évoluant pas ( $p=0,02$ ). La coxa vara (mesurée entre la droite joignant la jonction grand trochanter-col fémoral et l'axe diaphysaire, et la droite entre le point le plus haut du grand trochanter et le centre de la tête fémorale : « medial proximal

femoral angle » ou angle fémoral proximal médial) était de 81° chez les patients évoluant, et de 87° chez les patients n'évoluant pas ( $p=0,004$ ). De même, une tendance était notée avec le signe du croisement, présent chez 54% des évolutifs et 27% des non évolutifs ( $p=0,08$ ). L'analyse multivariée retrouvait un odds ratio pour l'angle fémoral proximal médial de 20,8, pour le signe du mur postérieur de 10,2, avec une valeur prédictive positive de 82,1% et une valeur prédictive négative de 71,4%. Cependant, aucune étude de l'activité de ces patients n'a été effectuée, et il est possible que certains patients avec un effet came symptomatique mais peu actifs n'ont pas particulièrement développé de l'arthrose. Enfin, il s'agit d'une étude sur 10 ans, rétrospective, et un suivi à plus long terme est nécessaire pour écarter la possibilité pour certaines hanches d'évoluer vers l'arthrose, car certains patients se plaignent de douleurs dès l'âge de 20 ans et modifient leurs activités à cause de ces douleurs pour que la hanche ne soit plus symptomatique.

## V - CONCLUSION

Dans cette étude nous avons développé un nouveau cliché radiographique de profil de hanche, le profil en position de conflit, qui permet poser le diagnostic dès la consultation de CFA par effet came devant un patient présentant une douleur de hanche, avec une rotation interne diminuée, un test de conflit positif et un angle alpha augmenté.

De même, nous avons vu que le traitement du CFA peut être entrepris suite à un bilan radiographique incluant un cliché de face et un PPC sans avoir recours à des techniques d'imagerie plus invasives car 100% des CFA symptomatiques ont une lésion du labrum et que les anomalies anatomiques sont toutes visualisables sur ces radiographies.

Cependant, ces radiographies standards ne permettent pas de déterminer le pronostic des malades atteints de CFA car elles ne permettent pas de visualiser des lésions cartilagineuses débutantes, principal facteur de mauvais pronostic, définies par des lésions évolutives d'arthroses malgré le traitement chirurgical.

## VI - BIBLIOGRAPHIE

1. Ganz, R., et al., *Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip*. Clin Orthop Relat Res, 2003(417): p. 112-20.
2. Bardakos, N.V. and R.N. Villar, *Predictors of progression of osteoarthritis in femoroacetabular impingement: a radiological study with a minimum of ten years follow-up*. J Bone Joint Surg Br, 2009. **91**(2): p. 162-9.
3. Beck, M., et al., *Hip morphology influences the pattern of damage to the acetabular cartilage: femoroacetabular impingement as a cause of early osteoarthritis of the hip*. J Bone Joint Surg Br, 2005. **87**(7): p. 1012-8.
4. Siebenrock, K.A., et al., *Abnormal extension of the femoral head epiphysis as a cause of cam impingement*. Clin Orthop Relat Res, 2004(418): p. 54-60.
5. Klaue, K., C.W. Durnin, and R. Ganz, *The acetabular rim syndrome. A clinical presentation of dysplasia of the hip*. J Bone Joint Surg Br, 1991. **73**(3): p. 423-9.
6. Eijer, H., S.R. Myers, and R. Ganz, *Anterior femoroacetabular impingement after femoral neck fractures*. J Orthop Trauma, 2001. **15**(7): p. 475-81.
7. Leunig, M., et al., *Slipped capital femoral epiphysis: early mechanical damage to the acetabular cartilage by a prominent femoral metaphysis*. Acta Orthop Scand, 2000. **71**(4): p. 370-5.
8. Myers, S.R., H. Eijer, and R. Ganz, *Anterior femoroacetabular impingement after periacetabular osteotomy*. Clin Orthop Relat Res, 1999(363): p. 93-9.
9. Siebenrock, K.A., R. Schoeniger, and R. Ganz, *Anterior femoro-acetabular impingement due to acetabular retroversion. Treatment with periacetabular osteotomy*. J Bone Joint Surg Am, 2003. **85-A**(2): p. 278-86.
10. Tonnis, D. and A. Heinecke, *Acetabular and femoral anteversion: relationship with osteoarthritis of the hip*. J Bone Joint Surg Am, 1999. **81**(12): p. 1747-70.
11. McCarthy, J.C., et al., *The Otto E. Aufranc Award: The role of labral lesions to development of early degenerative hip disease*. Clin Orthop Relat Res, 2001(393): p. 25-37.
12. Altenberg, A.R., *Acetabular labrum tears: a cause of hip pain and degenerative arthritis*. South Med J, 1977. **70**(2): p. 174-5.

13. Harris, W.H., R.B. Bourne, and I. Oh, *Intra-articular acetabular labrum: a possible etiological factor in certain cases of osteoarthritis of the hip*. J Bone Joint Surg Am, 1979. **61**(4): p. 510-4.
14. Santori, N. and R.N. Villar, *Arthroscopic findings in the initial stages of hip osteoarthritis*. Orthopedics, 1999. **22**(4): p. 405-9.
15. Goodman, D.A., et al., *Subclinical slipped capital femoral epiphysis. Relationship to osteoarthrosis of the hip*. J Bone Joint Surg Am, 1997. **79**(10): p. 1489-97.
16. Ito, K., et al., *Femoroacetabular impingement and the cam-effect. A MRI-based quantitative anatomical study of the femoral head-neck offset*. J Bone Joint Surg Br, 2001. **83**(2): p. 171-6.
17. Notzli, H.P., et al., *The contour of the femoral head-neck junction as a predictor for the risk of anterior impingement*. J Bone Joint Surg Br, 2002. **84**(4): p. 556-60.
18. Lavigne, M., et al., *Anterior femoroacetabular impingement: part I. Techniques of joint preserving surgery*. Clin Orthop Relat Res, 2004(418): p. 61-6.
19. Hong, S.J., et al., *Imaging findings of femoroacetabular impingement syndrome: focusing on mixed-type impingement*. Clin Imaging. **34**(2): p. 116-20.
20. Allen, D., et al., *Prevalence of associated deformities and hip pain in patients with cam-type femoroacetabular impingement*. J Bone Joint Surg Br, 2009. **91**(5): p. 589-94.
21. Ganz, R., et al., *The etiology of osteoarthritis of the hip: an integrated mechanical concept*. Clin Orthop Relat Res, 2008. **466**(2): p. 264-72.
22. Gosvig, K.K., et al., *Prevalence of malformations of the hip joint and their relationship to sex, groin pain, and risk of osteoarthritis: a population-based survey*. J Bone Joint Surg Am. **92**(5): p. 1162-9.
23. Espinosa, N., et al., *Treatment of femoro-acetabular impingement: preliminary results of labral refixation*. J Bone Joint Surg Am, 2006. **88**(5): p. 925-35.
24. Wyss, T.F., et al., *Correlation between internal rotation and bony anatomy in the hip*. Clin Orthop Relat Res, 2007. **460**: p. 152-8.
25. Burnett, R.S., et al., *Clinical presentation of patients with tears of the acetabular labrum*. J Bone Joint Surg Am, 2006. **88**(7): p. 1448-57.
26. Troelsen, A., et al., *What is the role of clinical tests and ultrasound in acetabular labral tear diagnostics?* Acta Orthop, 2009. **80**(3): p. 314-8.

27. Ito, K., M. Leunig, and R. Ganz, *Histopathologic features of the acetabular labrum in femoroacetabular impingement*. Clin Orthop Relat Res, 2004(429): p. 262-71.
28. Martin, R.L. and J.K. Sekiya, *The interrater reliability of 4 clinical tests used to assess individuals with musculoskeletal hip pain*. J Orthop Sports Phys Ther, 2008. **38**(2): p. 71-7.
29. Guanche, C.A. and A.A. Bare, *Arthroscopic treatment of femoroacetabular impingement*. Arthroscopy, 2006. **22**(1): p. 95-106.
30. Philippon, M.J. and M.L. Schenker, *Arthroscopy for the treatment of femoroacetabular impingement in the athlete*. Clin Sports Med, 2006. **25**(2): p. 299-308, ix.
31. Philippon, M.J., et al., *Arthroscopic management of femoroacetabular impingement: osteoplasty technique and literature review*. Am J Sports Med, 2007. **35**(9): p. 1571-80.
32. Beck, M., et al., *Anterior femoroacetabular impingement: part II. Midterm results of surgical treatment*. Clin Orthop Relat Res, 2004(418): p. 67-73.
33. Beaulé, P.E., M.J. Le Duff, and E. Zaragoza, *Quality of life following femoral head-neck osteochondroplasty for femoroacetabular impingement*. J Bone Joint Surg Am, 2007. **89**(4): p. 773-9.
34. Mardones, R.M., et al., *Surgical treatment of femoroacetabular impingement: evaluation of the effect of the size of the resection. Surgical technique*. J Bone Joint Surg Am, 2006. **88 Suppl 1 Pt 1**: p. 84-91.
35. May, O., W.Y. Matar, and P.E. Beaulé, *Treatment of failed arthroscopic acetabular labral debridement by femoral chondro-osteoplasty: a case series of five patients*. J Bone Joint Surg Br, 2007. **89**(5): p. 595-8.
36. Spencer, S., M.B. Millis, and Y.J. Kim, *Early results of treatment of hip impingement syndrome in slipped capital femoral epiphysis and pistol grip deformity of the femoral head-neck junction using the surgical dislocation technique*. J Pediatr Orthop, 2006. **26**(3): p. 281-5.
37. Laude, F., E. Sariali, and A. Nogier, *Femoroacetabular impingement treatment using arthroscopy and anterior approach*. Clin Orthop Relat Res, 2009. **467**(3): p. 747-52.
38. Clohisy, J.C., L.C. St John, and A.L. Schutz, *Surgical treatment of femoroacetabular impingement: a systematic review of the literature*. Clin Orthop Relat Res. **468**(2): p. 555-64.

39. Peters, C.L. and J.A. Erickson, *Treatment of femoro-acetabular impingement with surgical dislocation and debridement in young adults*. J Bone Joint Surg Am, 2006. **88**(8): p. 1735-41.
40. James, S.L., et al., *MRI findings of femoroacetabular impingement*. AJR Am J Roentgenol, 2006. **187**(6): p. 1412-9.
41. Leunig, M., et al., *Magnetic resonance arthrography of labral disorders in hips with dysplasia and impingement*. Clin Orthop Relat Res, 2004(418): p. 74-80.
42. Pfirrmann, C.W., et al., *Cam and pincer femoroacetabular impingement: characteristic MR arthrographic findings in 50 patients*. Radiology, 2006. **240**(3): p. 778-85.
43. Schmid, M.R., et al., *Cartilage lesions in the hip: diagnostic effectiveness of MR arthrography*. Radiology, 2003. **226**(2): p. 382-6.
44. Gunther, K.P., et al., *Large femoral-neck cysts in association with femoroacetabular impingement. A report of three cases*. J Bone Joint Surg Am, 2007. **89**(4): p. 863-70.
45. Leunig, M., et al., *Fibrocystic changes at anterosuperior femoral neck: prevalence in hips with femoroacetabular impingement*. Radiology, 2005. **236**(1): p. 237-46.
46. Kalberer, F., et al., *Ischial spine projection into the pelvis : a new sign for acetabular retroversion*. Clin Orthop Relat Res, 2008. **466**(3): p. 677-83.
47. Ezoe, M., M. Naito, and T. Inoue, *The prevalence of acetabular retroversion among various disorders of the hip*. J Bone Joint Surg Am, 2006. **88**(2): p. 372-9.
48. Giori, N.J. and R.T. Trousdale, *Acetabular retroversion is associated with osteoarthritis of the hip*. Clin Orthop Relat Res, 2003(417): p. 263-9.
49. Reynolds, D., J. Lucas, and K. Klaue, *Retroversion of the acetabulum. A cause of hip pain*. J Bone Joint Surg Br, 1999. **81**(2): p. 281-8.
50. Jamali, A.A., et al., *Anteroposterior pelvic radiographs to assess acetabular retroversion: high validity of the "cross-over-sign"*. J Orthop Res, 2007. **25**(6): p. 758-65.
51. Kindynis, P. and J. Garcia, *[Protrusio acetabuli. An update on the primary and secondary acetabular protrusion]*. J Radiol, 1990. **71**(6-7): p. 415-24.
52. Leunig, M., et al., *Protrusio acetabuli: new insights and experience with joint preservation*. Clin Orthop Relat Res, 2009. **467**(9): p. 2241-50.
53. Harris, W.H., *Etiology of osteoarthritis of the hip*. Clin Orthop Relat Res, 1986(213): p. 20-33.

54. Beaulé, P.E., et al., *Three-dimensional computed tomography of the hip in the assessment of femoroacetabular impingement*. J Orthop Res, 2005. **23**(6): p. 1286-92.
55. Kubiak-Langer, M., et al., *Range of motion in anterior femoroacetabular impingement*. Clin Orthop Relat Res, 2007. **458**: p. 117-24.
56. Tannast, M., et al., *Noninvasive three-dimensional assessment of femoroacetabular impingement*. J Orthop Res, 2007. **25**(1): p. 122-31.
57. Dudda, M., et al., *Do normal radiographs exclude asphericity of the femoral head-neck junction?* Clin Orthop Relat Res, 2009. **467**(3): p. 651-9.
58. Meyer, D.C., et al., *Comparison of six radiographic projections to assess femoral head/neck asphericity*. Clin Orthop Relat Res, 2006. **445**: p. 181-5.
59. Konan, S., F. Rayan, and F.S. Haddad, *Is the frog lateral plain radiograph a reliable predictor of the alpha angle in femoroacetabular impingement?* J Bone Joint Surg Br. **92**(1): p. 47-50.
60. Rakhra, K.S., et al., *Comparison of MRI alpha angle measurement planes in femoroacetabular impingement*. Clin Orthop Relat Res, 2009. **467**(3): p. 660-5.
61. Clohisy, J.C., et al., *The frog-leg lateral radiograph accurately visualized hip cam impingement abnormalities*. Clin Orthop Relat Res, 2007. **462**: p. 115-21.
62. Clohisy, J.C., et al., *A systematic approach to the plain radiographic evaluation of the young adult hip*. J Bone Joint Surg Am, 2008. **90 Suppl 4**: p. 47-66.
63. Lequesne, M. and S. de, *[False profile of the pelvis. A new radiographic incidence for the study of the hip. Its use in dysplasias and different coxopathies.]*. Rev Rhum Mal Osteoartic, 1961. **28**: p. 643-52.
64. Lequesne, M. and A. Djian, *[New radiographic angles for the study of the hip. The "false profile" of the pelvis.]*. Vie Med, 1961. **42**: p. 1629-41.
65. Shrout, P.E. and J.L. Fleiss, *Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability*. Psychol Bull, 1979. **86**(2): p. 420-8.
66. Murray, R.O., *The aetiology of primary osteoarthritis of the hip*. Br J Radiol, 1965. **38**(455): p. 810-24.
67. Solomon, L., *Patterns of osteoarthritis of the hip*. J Bone Joint Surg Br, 1976. **58**(2): p. 176-83.
68. Lievens, A.M., et al., *Influence of hip dysplasia on the development of osteoarthritis of the hip*. Ann Rheum Dis, 2004. **63**(6): p. 621-6.

69. Troelsen, A., et al., *Assessment of hip dysplasia and osteoarthritis: variability of different methods*. Acta Radiol. **51**(2): p. 187-93.
70. Wenger, D.E., et al., *Acetabular labral tears rarely occur in the absence of bony abnormalities*. Clin Orthop Relat Res, 2004(426): p. 145-50.
71. Jacobsen, S., L. Romer, and K. Soballe, *Degeneration in dysplastic hips. A computer tomography study*. Skeletal Radiol, 2005. **34**(12): p. 778-84.
72. Zingg, P.O., et al., *The anterior center edge angle in Lequesne's false profile view: interrater correlation, dependence on pelvic tilt and correlation to anterior acetabular coverage in the sagittal plane. A cadaver study*. Arch Orthop Trauma Surg, 2009. **129**(6): p. 787-91.

NOM : ODRI

PRENOM : GUILLAUME-A.

Titre de Thèse : Radiographie standard dans le conflit fémoro-acétabulaire : description d'un nouveau profil et intérêt diagnostique.

## RESUME

Le conflit fémoro-acétabulaire est dû à un contact anormal entre le rebord acétabulaire et le col fémoral antéro-supérieur lors de la mobilisation de la hanche. Il est à l'origine de douleurs de hanche, de lésions du labrum acétabulaire, et est responsable d'une grande proportion des coxarthroses dites « primitives ». Des anomalies anatomiques fémorales et acétabulaires responsables de ce conflit ont été récemment décrites. L'angle alpha qui mesure l'asphéricité de la tête fémoral, bien étudié en arthro-IRM et en arthro-scanner, a été peu étudié sur des radiographies standard. L'angle de couverture antérieur (VCA), mesuré sur le faux profil de Lequesne, mesure la couverture acétabulaire antérieure et n'a jamais été mesuré dans le conflit fémoro-acétabulaire. Dans cette étude, nous avons mis au point un nouveau cliché radiographique permettant de mesurer l'angle alpha et l'angle VCA sur le même cliché.

## MOTS-CLES

Conflit fémoro-acétabulaire, conflit antérieur de hanche, lésions du labrum acétabulaire, coxarthrose, angle alpha.