

# Table des matières

<b>INTRODUCTION</b>	<b>4</b>
<b>CHAPITRE I : LA FRAGMENTATION DU PROCESSUS CORONOÏDE : ETAT DE LA QUESTION</b>	<b>5</b>
<b>A/ LE PROCESSUS CORONOÏDE : ANATOMIE ET DEVELOPPEMENT</b>	<b>6</b>
1/ ANATOMIE DESCRIPTIVE ET TOPOGRAPHIQUE	6
a/ Os	6
b/ Capsule articulaire et formations ligamentaires	9
c/ Formations musculaires rencontrées lors de l'abord chirurgical médial du coude	10
d/ Les éléments vasculaires et nerveux rencontrés lors de l'abord chirurgical médial du coude	12
2/ ANATOMIE FONCTIONNELLE	13
3/ DEVELOPPEMENT ET MISE EN PLACE DES DIFFERENTS CONSTITUANTS DU COUDE NORMAL PENDANT LA CROISSANCE	14
<b>B/ LA FRAGMENTATION DU PROCESSUS CORONOÏDE</b>	<b>15</b>
1/ ETIO-PATHOGENIE	15
a/ Une manifestation d'ostéochondrose	15
b/ Facteurs génétiques	16
c/ Facteurs biomécaniques	17
2/ LESIONS	18
3/ ETUDE CLINIQUE	19
a/ Diagnostic de suspicion	19
b/ Diagnostic de certitude	20
c/ Diagnostic différentiel	26
4/ TRAITEMENT DE LA FRAGMENTATION DU PROCESSUS CORONOÏDE : PRINCIPES ET RESULTATS	27
a/ Le traitement conservateur	27
b/ Les traitements chirurgicaux	28
5/ BILAN ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	30

<b>CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES</b>	<b>31</b>
<b>A/ CRITERES DE SELECTION DES GROUPES</b>	<b>32</b>
<b>B/ TECHNIQUES CHIRURGICALES</b>	<b>32</b>
1/ PROTOCOLE ANESTHESIQUE	32
2/ PREPARATION CHIRURGICALE	32
3/ VOIES D'ABORD ET TRAITEMENTS CHIRURGICAUX	33
a/ Arthrotomie par abord médial et séparation musculaire	33
b/ L'arthroscopie par voie d'abord médiale	34
c/ L'ostéotomie ulnaire dynamique	35
4/ SOINS POSTOPERATOIRES	35
<b>B/ EVALUATION CLINIQUE</b>	<b>36</b>
<b>C/ EVALUATION RADIOGRAPHIQUE</b>	<b>37</b>
1/ EVALUATION DE L'ARTHROSE	37
2/ EVALUATION DE L'INCONGRUENCE DU COUDE	39
<b>E/ ANALYSE STATISTIQUE</b>	<b>40</b>
 <b>CHAPITRE III : RESULTATS</b>	 <b>41</b>
<b>A/ GROUPES SELECTIONNES</b>	<b>42</b>
<b>B/ RESULTATS CLINIQUES</b>	<b>43</b>
1/ RESULTATS CLINIQUES DE L'OSTEOTOMIE ULNAIRE	43
2/ RESULTATS CLINIQUES EN FONCTION DE L'AGE DU PATIENT LORS DE L'INTERVENTION	45
<b>C/ RESULTATS RADIOGRAPHIQUES</b>	<b>47</b>
1/ DONNEES PREOPERATOIRES	47
2/ RESULTATS POSTOPERATOIRES	47

<b>CHAPITRE IV : DISCUSSION</b>	<b>51</b>
<b>A/ ANALYSE CRITIQUE DE L'ETUDE</b>	<b>52</b>
1/ GROUPES SELECTIONNES	<b>52</b>
2/ TECHNIQUES CHIRURGICALES	<b>52</b>
3/ SUIVI CLINIQUE	<b>53</b>
4/ EVALUATION RADIOGRAPHIQUE	<b>54</b>
a/ Evaluation de l'arthrose	<b>54</b>
b/ Evaluation de l'incongruence	<b>54</b>
<b>B/ PRONOSTIC CLINIQUE DES TRAITEMENTS DE LA FRAGMENTATION DU PROCESSUS CORONOÏDE</b>	<b>55</b>
<b>CONCLUSION</b>	<b>57</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>58</b>

# INTRODUCTION

La dysplasie du coude est l'une des affections orthopédiques du développement la plus commune chez les races canines de grand format.<sup>28,40,50,61,62</sup> La dysplasie du coude se définit par un développement anormal du coude entraînant des malformations de celui-ci. Les symptômes cliniques de cette affection sont en général observés entre l'âge de quatre et sept mois. La dysplasie du coude semble être une maladie plurifactorielle chez certaines races de chiens de grand format, dont l'incidence peut être réduite par un élevage sélectif.<sup>22,23,34,42,52,56</sup> Elle regroupe un certain nombre d'anomalies dont la non-union du processus anconé, la fragmentation du processus coronoïde médial (FPC), l'ostéochondrose du condyle huméral médial et les incongruences huméro-ulnaire et radio-ulnaire.<sup>28,40,50</sup> Ces lésions entraînent à terme une arthrose du coude et sont à ce titre plus ou moins invalidantes.

La fragmentation du processus coronoïde médial est l'anomalie la plus commune.<sup>9,48,57</sup> C'est la fragmentation ou la fissure chondrale ou ostéochondrale du processus coronoïde médial. Son étiopathogénie n'est pas complètement élucidée mais elle semble être la conséquence d'une incongruence articulaire.<sup>39,54,61,62</sup>

La fragmentation du processus coronoïde peut être traitée de manière conservatrice, par exérèse chirurgicale des fragments du processus coronoïde (EFPC), associée ou non à une ostéotomie du processus coronoïde médial (coronoïdectomie) ou une ostéotomie ulnaire dynamique (OUD).<sup>3,39,50,54</sup> Cependant l'arthrose progresse, que le traitement soit conservateur ou chirurgical.<sup>5,8,21,36,39,48,57</sup> L'EFPC peut-être réalisée par arthrotomie ou arthroscopie.<sup>1,2,7,21,14,19,21,47,57,58</sup> L'ostéotomie ulnaire proximale dynamique a été proposé pour diminuer les pressions exercées sur le processus coronoïde médial lors de dysplasie du coude associée à une incongruence radio-ulnaire.<sup>3,39,54</sup> Les résultats cliniques de l'EFPC associée à une OUD ont été rapportés comme bons à excellents dans 93 à 100 % des cas.<sup>3,39,54</sup> Cependant aucune comparaison avec des patients traités par EFPC uniquement n'a été réalisée à notre connaissance.

Le but de cette étude rétrospective est de comparer les résultats cliniques et radiographiques à long terme des chiens atteints d'une FPC et traités par EFPC uniquement ou par EFPC associée à une OUD.

Nous avons utilisé et comparé les données cliniques et les radiographies des chiens traités chirurgicalement pour FPC entre 1990 et 2000 à la clinique de Neuilly-sur-Seine.

Après avoir présenté l'état des connaissances sur la FPC ainsi que les notions anatomiques et cliniques nécessaires à la compréhension de cette affection et de son traitement, nous décrirons les matériels, les méthodes et les résultats de notre étude rétrospective. La dernière partie sera consacrée à la discussion des résultats de l'étude.

**CHAPITRE I :**  
**LA FRAGMENTATION**  
**DU PROCESSUS**  
**CORONOIDE :**  
**ETAT DE LA QUESTION**

# **A/ LE PROCESSUS CORONOÏDE : ANATOMIE ET DEVELOPPEMENT**

La connaissance de l'anatomie du coude est nécessaire pour une meilleure compréhension de l'étiopathogénie de la FPC, de son diagnostic et de son approche chirurgicale.

Après avoir étudié l'anatomie topographique, descriptive et fonctionnelle du processus coronoïde au sein de l'articulation du coude nous décrirons le développement et la mise en place des différents éléments du coude lors de la croissance.

## **1/ ANATOMIE DESCRIPTIVE ET TOPOGRAPHIQUE**

### **a/ Os**

L'articulation du coude fait intervenir trois os : l'humérus, le radius et l'ulna.

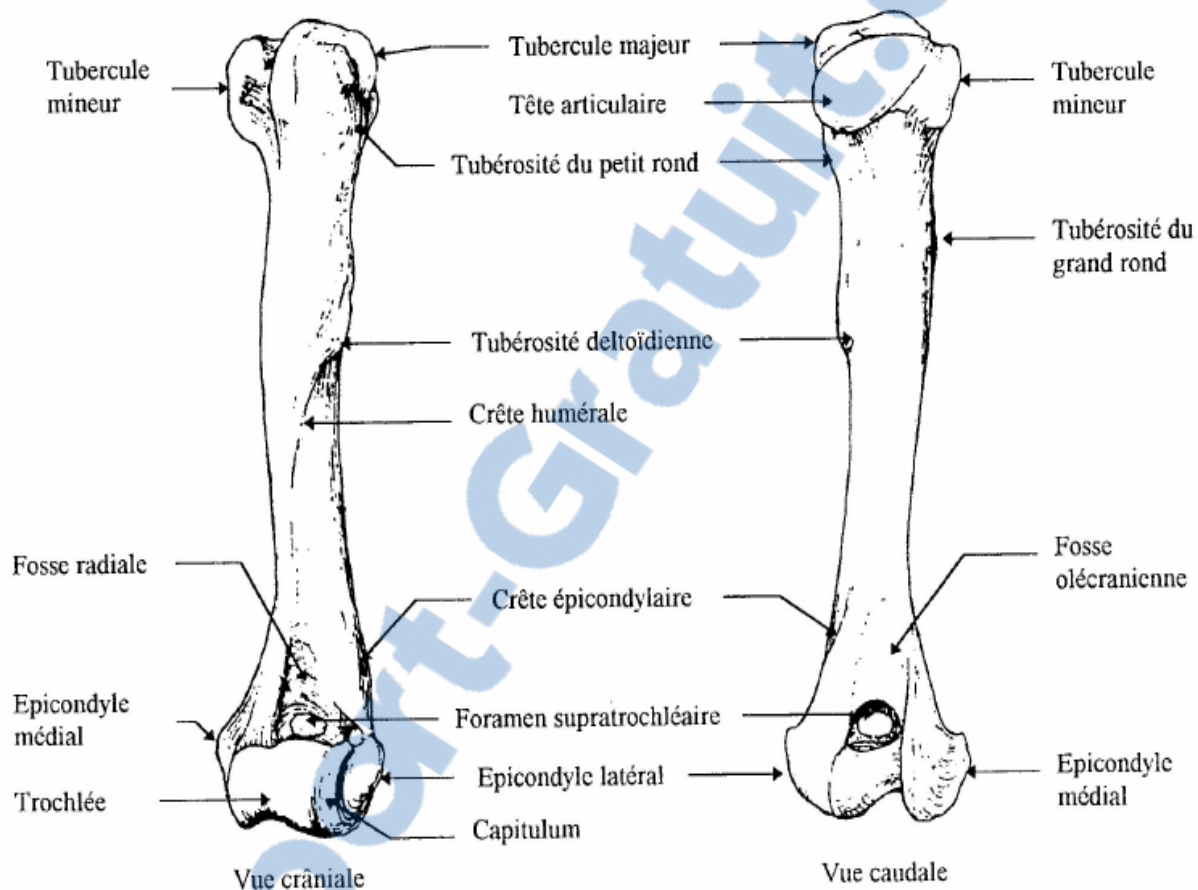
L'humérus constitue l'os du bras. Son extrémité distale porte une surface articulaire large et complexe répondant aux os de l'avant-bras, surface formée de deux parties inégales : la trochlée, médiale, composée de deux condyles séparés par une gorge médiane et le capitulum, latéral, s'articulant avec la tête du radius (Figure 1). Crânialement, la trochlée est surmontée de la fosse radiale, recevant le radius en flexion maximale. Caudalement, la fosse olécranienne, profonde et vaste, surplombe la trochlée et reçoit l'olécrane en extension maximale. Elle est encadrée de deux épicondyles, un médial et un latéral. Chez le chien, la fosse radiale et la fosse olécranienne sont reliées par le foramen supratrochléaire.

Le radius est l'os crânial de l'avant-bras (Figure 2 et 3). Son extrémité proximale présente une surface articulaire correspondant au capitulum huméral : la tête radiale. A la gorge de la trochlée humérale correspond un relief formant avec son équivalent ulnaire l'incisure trochléaire. Sa circonférence articulaire au niveau de la tête radiale est une zone osseuse lisse et caudale répondant à l'incisure radiale de l'ulna.

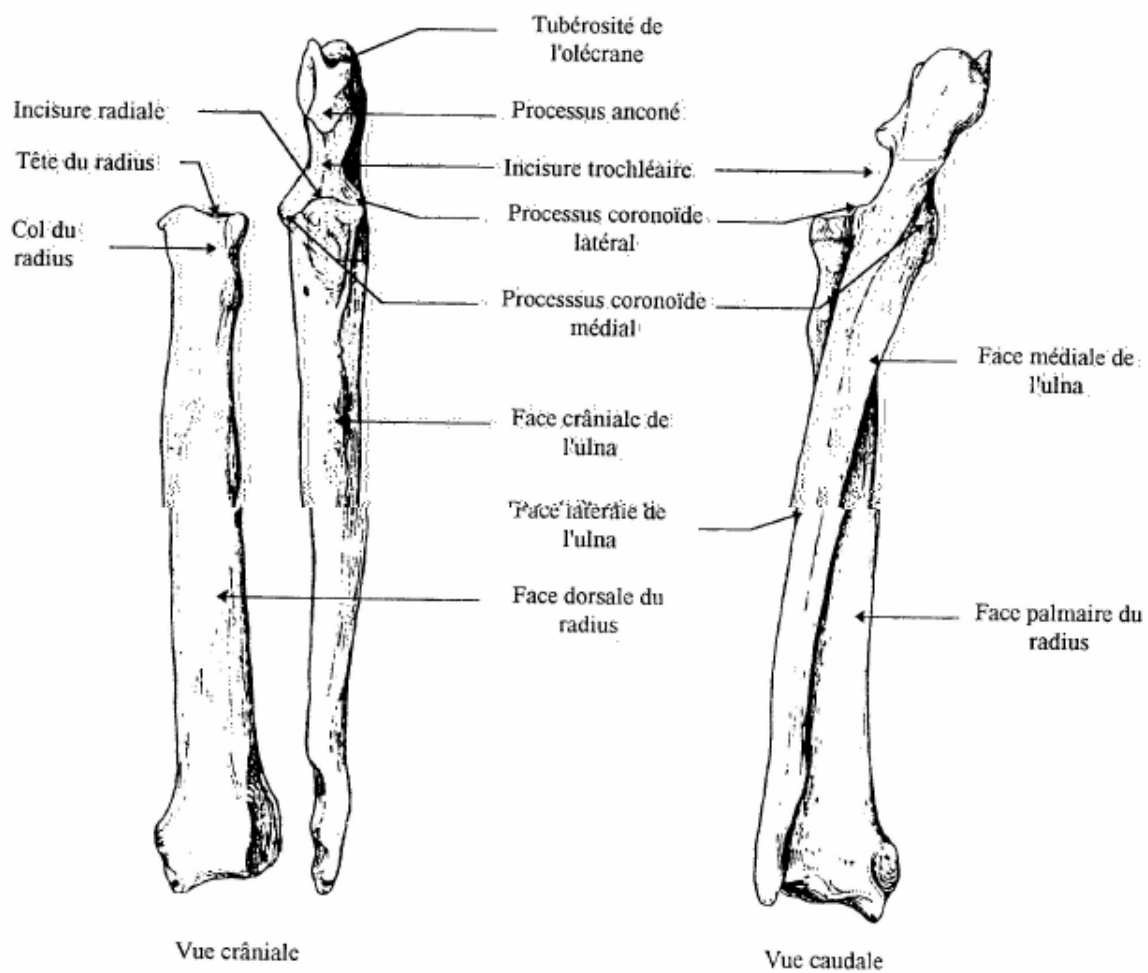
L'ulna est l'os palmaire de l'avant-bras, situé caudalement puis latéralement au radius (Figure 2 et 3). Son extrémité proximale forme une saillie caractéristique, l'olécrane, servant de bras de levier. L'olécrane est aplati d'un côté à l'autre, d'où deux faces et deux bords : le bord caudal est épais et le bord crânial est divisé par le processus anconé qui répond à la fosse olécranienne de l'humérus. En dessous se trouve l'incisure trochléaire répondant à la trochlée humérale. La base de l'olécrane s'articule au radius par l'incisure radiale de l'ulna. Le sommet de l'olécrane forme la tubérosité de l'olécrane.

Latéralement et médialement, les processus coronoïdes médial et latéral forment chacun une saillie de part et d'autre de l'incisure trochléaire ulnaire. Le processus coronoïde médial est une partie de l'ulna adjacente au bord caudomédial de la tête du radius, qui forme une proéminence en forme de bec au-dessous de l'incisure trochléaire. Le processus coronoïde latéral, adjacent au bord caudolatéral de la tête radiale, est moins saillant. Les processus coronoïdes sont des proéminences articulaires de l'ulna localisées distalement par rapport à l'incisure trochléaire et circonscrivant

l'incisure radiale. Le processus coronoïde latéral, moins saillant que le processus coronoïde médial, s'articule avec l'humérus. Quant au processus coronoïde médial proéminent, il s'articule principalement avec le radius crânialement et avec le condyle huméral médial dorsalement.<sup>17,31</sup>



**Figure 1. Humérus gauche de chien (d'après BARONE, 1980)**



**Figure 2. Radius et ulna gauches de chien (d'après BARONE, 1980)**



**Figure 3. Radius et ulna droits de chien : Vue de dessus (d'après GORING et BEALE, 1990)**



## b/ Capsule articulaire et formations ligamentaires

Tous les éléments osseux du coude partagent une même capsule articulaire.

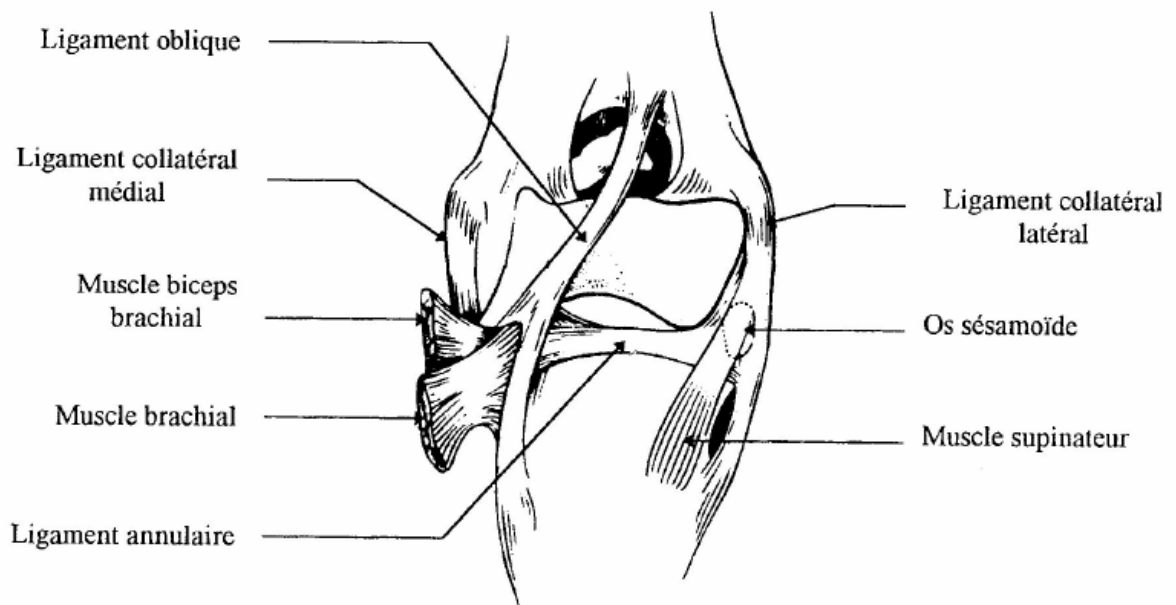
La capsule articulaire constitue un manchon irrégulier autour des surfaces articulaires (Figure 4). Elle est en effet très mince sur le bord caudal alors qu'elle s'épaissit sur la face crâniale.

Les formations ligamentaires sont le ligament oblique, le ligament collatéral latéral, le ligament collatéral médial et le ligament annulaire (Figure 4).

Le ligament collatéral latéral est constitué de deux faisceaux : un faisceau crânial qui unit l'épicondyle latéral au radius et un faisceau caudal qui unit l'épicondyle latéral à l'ulna. Au niveau de la circonférence articulaire du radius, il se mêle légèrement au ligament annulaire. Il contient parfois un os sésamoïde.<sup>15,64</sup>

Le ligament collatéral médial est plus faible mais plus long que le ligament collatéral latéral. Il est également constitué de deux faisceaux : un faisceau crânial qui unit l'épicondyle médial au radius et un faisceau caudal qui unit l'épicondyle médial à l'ulna.

Le ligament annulaire s'insère à la base du processus coronoïde latéral sous le ligament collatéral latéral et se mêle légèrement à lui. Médialement, il s'insère en dessous et sur le processus coronoïde médial, sous le ligament collatéral médial. Le ligament annulaire entoure la tête du radius et assure l'articulation radio-ulnaire. En association avec l'ulna, il forme ainsi une "bague" dans laquelle la circonférence articulaire du radius tourne quand une rotation est effectuée par l'avant-bras.



**Figure 4. Vue crâniale du coude gauche (d'après EVANS, 1993)**



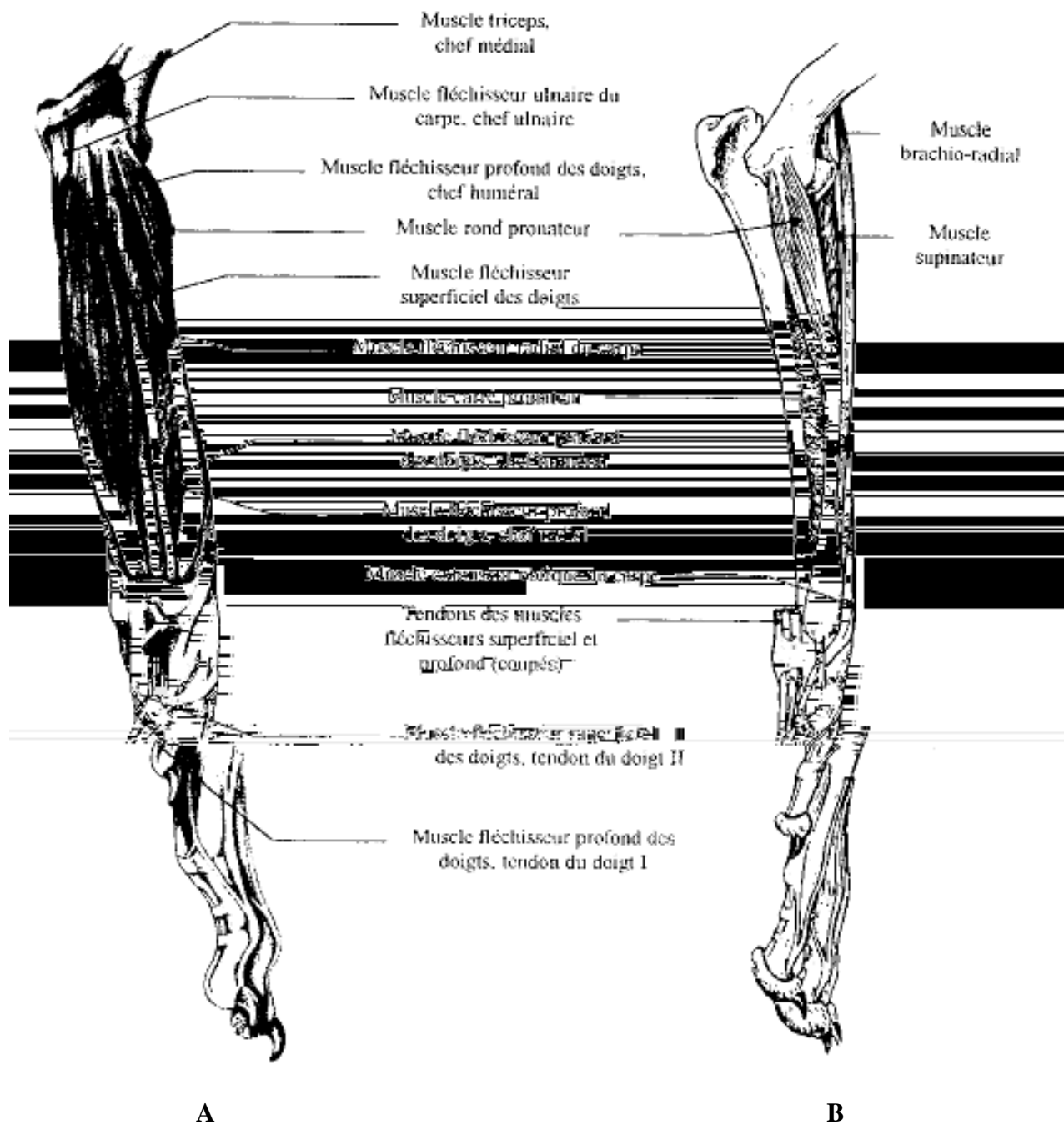
### c/ Formations musculaires rencontrées lors de l'abord chirurgical médial du coude

Les muscles rencontrés lors de l'abord médial de l'articulation du coude par séparation musculaire sont le muscle fléchisseur radial du carpe, le muscle rond pronateur et le muscle fléchisseur profond des doigts (Figure 5).

Situé en face médiale du membre, le muscle fléchisseur radiale du carpe s'insère à la base de l'épicondyle médial.

Le muscle rond pronateur, muscle court situé au bord médial du coude, prend son origine sur la base de l'épicondyle médial, crânialement au muscle fléchisseur radial du carpe et se termine sur le bord proximal médial du radius.

Le muscle fléchisseur profond des doigts, composé de trois chefs difficiles à individualiser chez le chien, il comprend un chef huméral fixé sur l'épicondyle médial, un chef ulnaire attaché sur la face médiale de l'olécrane et un chef radial inséré face palmaire du radius.



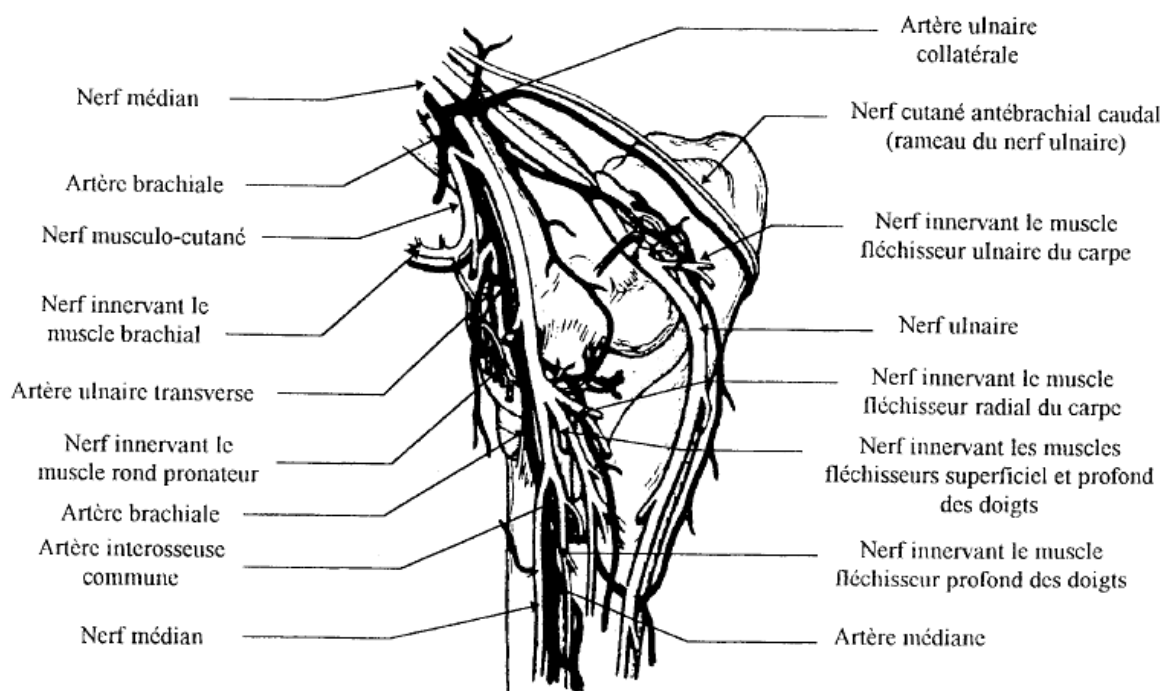
**Figure 5. A : Vue médiale superficielle des muscles de l'avant-bras du chien (d'après EVANS, 1993).**  
**B : Vue médiale profonde des muscles de l'avant-bras du chien (d'après BARONE, 1989)**

#### d/ Les éléments vasculaires et nerveux rencontrés lors de l'abord chirurgical médial du coude

Nous ne décrivons que les structures vasculo-nerveuses à ne pas léser lors de l'abord médial du coude : le nerf médian, le nerf ulnaire et l'artère brachiale (Figure 6).

Le nerf médian est toujours typiquement satellite de l'artère brachiale. Le nerf ulnaire, d'abord associé au nerf médian dans son trajet proximal, suit le bord caudal de l'artère brachiale, avant de s'en séparer pour prendre la direction de la pointe du coude.

La structure vasculaire importante de la région du coude est l'artère brachiale. L'artère brachiale continue l'artère axillaire. Elle se termine crânialement au niveau de l'articulation du coude. Elle devient alors l'artère médiane au niveau de l'artère interosseuse commune.



**Figure 6. Nerfs et artères du coude droit de chien, vue médiale  
(d'après EVANS, 1993)**

## 2/ ANATOMIE FONCTIONNELLE

L'articulation du coude est composée de trois articulations : l'articulation huméro-radiale, l'articulation huméro-ulnaire et l'articulation radio-ulnaire.

L'articulation huméro-radiale est formée par le capitulum du condyle huméral, en position latérale, et par la tête du radius. Cette articulation supporte la majorité du poids agissant sur le coude (75 à 80 %).<sup>7,17,31</sup>

L'articulation huméro-ulnaire est constituée par la trochlée humérale et l'incisure trochléaire de l'ulna, et est responsable de la stabilisation et de la restriction des mouvements dans le plan parasagittal.<sup>17</sup>

L'articulation radio-ulnaire est composée de la circonférence articulaire de la tête du radius et de l'incisure radiale de l'ulna. Cette articulation permet la rotation axiale de l'avant bras (pronation et supination). Elle est maintenue par le ligament annulaire, qui entoure la tête du radius.<sup>7,17,31</sup>

Les processus coronoïdes ont pour fonction d'augmenter la surface articulaire du coude mais participent peu au soutien.<sup>31</sup> Ils supportent en effet 20 à 25 % du poids exercé sur le coude.<sup>7,17</sup> Cependant une récente étude biomécanique montre que la base du processus coronoïde médial est une surface de contact importante de l'articulation du coude.<sup>45</sup> Après application de force axiale sur des modèles, les auteurs ont montré trois surfaces de contacts principales pour les coudes normaux : la tête du radius, la partie crânio-latérale de l'incisure trochléaire ulnaire et la partie caudo-médiale de l'incisure trochléaire ulnaire comprenant la base du processus coronoïde médial.

### 3/ DEVELOPPEMENT ET MISE EN PLACE DES DIFFERENTS CONSTITUANTS DU COUDE NORMAL PENDANT LA CROISSANCE<sup>25</sup>

A la naissance, seule la diaphyse de l'humérus est présente. A l'âge de 2 semaines environ apparaît le centre d'ossification du condyle latéral de l'humérus, suivi 2 semaines plus tard par celui du condyle médial. Avant la fin du deuxième mois, un troisième centre d'ossification se met en place, formant l'épicondyle médial. Entre 30 et 32 semaines, tous ces centres d'ossification fusionnent avec la diaphyse humérale.

Le centre d'ossification de l'épiphyse proximale du radius se met en place vers 4 semaines et se soude à la diaphyse vers l'âge de 36 à 38 semaines.

L'ulna possède deux centres d'ossification: le premier olécranien se distingue vers la 9<sup>ème</sup> semaine et s'unit à la diaphyse vers 32 à 40 semaines. Le deuxième se distingue vers 14 à 16 semaines et s'unira rapidement à la diaphyse vers 20 à 22 semaines ; c'est le processus anconé.

Le processus coronoïde médial ne possède pas de centre d'ossification. Cartilagineux au départ, il s'ossifie donc de sa base ulnaire vers son sommet depuis son apparition vers 14 semaines jusqu'à l'âge de 20 à 22 semaines.

## **B/ LA FRAGMENTATION DU PROCESSUS CORONOÏDE**

### **1/ ETIO-PATHOGENIE**

Différentes théories ont été émises quant aux causes de la FPC. Certains l'ont considérée comme une manifestation d'ostéochondrose, d'autres lui ont attribué une étiologie génétique et mécanique. Nous rappellerons donc ces trois hypothèses, la fragmentation du processus coronoïde ayant probablement une origine plurifactorielle.

#### **a/ La fragmentation du processus coronoïde : une manifestation d'ostéochondrose**

OLSSON, en 1974, définit l'ostéochondrose comme un trouble de l'ossification endochondrale dans lequel les couches profondes du cartilage articulaire ne se transforment pas normalement en os.<sup>9</sup> Lorsque l'ossification endochondrale est perturbée, le processus de dégénérescence, de calcification et d'ossification ne se produit pas. Seule la zone de croissance continue de croître, d'où un épaissement du cartilage. Le cartilage étant nourri par imbibition de nutriments venant de la synovie, il apparaît dans sa profondeur une zone de nécrose par "dénutrition". Il s'ensuit une perte de substance puis une fissuration entre le cartilage et l'os sous-chondral : c'est le stade d'ostéochondrose. L'animal ne présente alors aucune boiterie, ce stade étant asymptomatique. Un certain nombre de ces lésions peuvent guérir spontanément par reprise de l'ossification endochondrale et comblement du déficit osseux.

Par contre, lorsque cette fissure s'étend au cartilage articulaire, l'infiltration de synovie vers l'os sous-chondral et la libération de matériel nécrotique dans l'articulation déclenche une réaction inflammatoire, à l'origine de la boiterie. On parle alors d'ostéochondrite disséquante. Le volet cartilagineux ainsi formé peut soit demeurer en place, soit se détacher et former une souris articulaire. Cette dernière, au départ cartilagineuse, peut occasionnellement s'ossifier en adhérant à la membrane synoviale d'où elle reçoit un apport vasculaire.

Un mécanisme similaire serait pour certains auteurs à l'origine de la FPC.<sup>9,40,41</sup>

Au niveau du coude, il existe quatre sites privilégiés d'ostéochondrose chez le chien : le condyle huméral médial, le processus anconé de l'ulna, le processus coronoïde médial de l'ulna et plus rarement l'épicondyle médial.

Une alimentation mal conduite est un facteur favorisant l'ostéochondrose. Il a été démontré que l'apparition de l'ostéochondrose est favorisée par la surnutrition (excès protéique) et l'apport excessif de calcium.<sup>49</sup>

Cependant le fait que la FPC soit une manifestation d'ostéochondrose reste controversé. Une étude histologique des processus coronoïdes fragmentés et des souris articulaires d'ostéochondrite disséquante du condyle huméral médial effectuée par GUTHRIE *et al.*, montre des différences histologiques et ultrastructurales suggérant que ces deux affections soient des entités pathologiques distinctes, bien qu'elles puissent coexister dans un même coude.<sup>24</sup>

En conséquence, dans l'état actuel des connaissances, l'ostéochondrite disséquante serait la conséquence d'un trouble de l'ossification endochondrale articulaire alors que la FPC serait une réelle fracture de l'os sous-chondral et ce pour des raisons qui restent à définir.

## b/ Facteurs génétiques

La FPC touche essentiellement des chiens appartenant à des races de grand format, c'est à dire des races à croissance rapide. Certaines de ces grandes races sont plus fréquemment atteintes et constituent des races à risques : le Rottweiler, le Labrador Retriever, le Golden Retriever, le Berger Allemand et le Bouvier Bernois. A côté de ces 5 races, d'autres cas ont été rapportés dans de nombreuses autres grandes races : Le Terre-Neuve, le Montagne des Pyrénées, le Chow-Chow, le Bullmastiff, le Saint-Bernard, l'Airedale Terrier, le Greyhound, le Samoyède et le Setter.<sup>19</sup>

Peu de publications traitent de la génétique de la FPC en la considérant comme une entité différente de l'ostéochondrose. La plupart des études s'attachent à la génétique de l'ostéochondrose, la FPC étant considérée comme une manifestation de celle-ci.

Au cours des études menées, les facteurs non génétiques incriminés dans l'étiologie de l'ostéochondrose et de la FPC ont été sujets à de très faibles variations dans les populations canines étudiées. Ainsi, les variations statistiquement significatives dans l'incidence de ces lésions ont une forte probabilité d'être dues à des facteurs génétiques. Cela permet donc de démontrer le rôle de la génétique dans ces affections et d'évaluer leur héritabilité.

GUTHRIE et PIDDUCK ainsi que STUDDERT *et al.* ont montré que l'incidence d'ostéochondrose et de la FPC dans la descendance des chiens affectés est considérablement plus élevée que celle existant dans une population normale.<sup>23,52</sup> L'incidence chez les descendants est moins élevée que celle attendue dans le cas d'une transmission à un seul gène autosomal, dominant ou récessif. Cela laisse donc supposer une transmission sur un mode polygénique, auquel s'ajouteraient ensuite des facteurs d'environnement.<sup>42,52</sup>

Cependant le taux de croissance important, les différents statuts hormonaux et les différences de conformation sont sous contrôle génétique. Tous ces gènes impliqués peuvent indirectement faire varier l'incidence de l'ostéochondrose et de la FPC.

L'héritabilité varie entre 0,27 et 0,77 selon les études et le sexe des races étudiées.<sup>23,42,52</sup> Par conséquent, une attention particulière lors de croisement jouera un rôle important dans la prévention de l'affection. Cette affection étant plurifactorielle, l'éradication ne sera pas totale, mais l'incidence diminuera. L'héritabilité est plus forte chez les mâles que chez les femelles. Dans l'étude de GUTHRIE et PIDDUCK, l'héritabilité est de 0,45 pour les femelles contre 0,77 pour les mâles.<sup>23</sup> Etant donné que cette affection touche des animaux de grandes races à croissance rapide, cette différence pourrait être attribuée au fait que les mâles présentent une croissance plus rapide que les femelles.



### c/ Facteurs biomécaniques

La dysplasie du coude se caractérise par une incongruence des trois éléments osseux (humérus, radius, ulna) formant cette articulation.

Un certain nombre d'auteurs attribuent l'étiologie de la FPC à la dysplasie du coude. C'est par exemple le cas de WIND qui pense que la FPC peut être due à une faiblesse du cartilage et de l'os associée à une surcharge mécanique.<sup>61,62</sup>

Dans le cas d'un coude dysplasique, les surfaces articulaires huméro-radio-ulnaires ne sont pas continues. Le processus coronoïde médial et le bord distal de l'incisure trochléaire sont généralement légèrement au-dessus du niveau de la tête du radius. L'importance de cette incongruence peut varier en fonction du degré de dysplasie.<sup>61,62</sup> Les forces de pression lors de l'appui augmentent donc au niveau des surfaces articulaires ulnaires, causant une charge excessive sur le processus coronoïde médial et sur le bord distal de l'incisure trochléaire. Si cette surcharge pondérale est plus importante que ne puisse le supporter le processus coronoïde médial, celui-ci se fissure ou se fragmente, essentiellement avant que l'ossification ne soit complète, c'est-à-dire chez de jeunes chiens en croissance (moins de 6 mois en général). Cette subluxation radio-ulnaire implique que soit le radius est trop court, soit l'incisure trochléaire a un diamètre inférieur à la normale.

Pour certains auteurs, cette incongruence articulaire semble due à une croissance asynchrone entre le radius et l'ulna chez les jeunes animaux atteints.<sup>39,54</sup> Il existerait un léger retard de croissance du radius par rapport à l'ulna, provoquant une dysplasie du coude et donc des contraintes anormales sur le processus coronoïde, ce dernier ayant à supporter une charge plus importante. Un phénomène identique est également invoqué lors de FPC associée à une fermeture prématurée de la plaque de croissance distale du radius.<sup>33</sup>

D'autres auteurs considèrent la FPC comme la conséquence d'une incongruence entre l'humérus distal et l'ulna proximal pendant la croissance, l'incisure trochléaire ayant un diamètre insuffisant pour recevoir parfaitement la trochlée humérale.<sup>61,62</sup> Le processus coronoïde médial serait alors un point de contact anormal avec la trochlée humérale médiale en croissance. Cette incongruence provoquerait la FPC. WIND a démontré que chez certaines races, l'apparition d'une FPC serait favorisée par une incurvation elliptique de l'incisure trochléaire ulnaire trop petite par rapport à la trochlée humérale, induisant des contraintes mécaniques accrues sur le processus coronoïde immature.<sup>61,62</sup> Toutefois une étude récente sur cadavre montre que la courbe de l'incisure ulnaire chez le Rottweiler (race prédisposée à la FPC) n'est pas significativement différente de celle du Greyhound.<sup>13</sup>

Chez le chien, l'étiologie de la FPC semble donc plurifactorielle. Il interviendrait une prédisposition génétique qui, associée à des facteurs mécaniques et à une croissance rapide, aboutirait à la fragmentation.

## 2/ LESIONS

Le processus coronoïde pathologique peut présenter différentes lésions. La fragmentation peut être composée d'un seul ou de plusieurs fragments articulaires provenant du processus coronoïde.<sup>17,31</sup> Le fragment peut être attaché crânialement au ligament annulaire. Dans les coudes sévèrement atteints, la fragmentation peut inclure le processus coronoïde dans sa totalité. Il peut également s'agir d'une fissure du processus coronoïde pouvant être soit superficielle et n'atteindre que le cartilage articulaire, soit profonde et toucher l'os sous-chondral.

Ces différents types de lésion du processus coronoïde ont été décrit par BARDET.<sup>2</sup> Elles sont classées de I à VII. Le type I est un fragment du rebord latéral du processus coronoïde. Le type II est une chondromalacie du rebord latéral du processus coronoïde médial. Le type III est la présence de fragments du processus coronoïde médial. Le type IV est la fissure du processus coronoïde médial. Le type V est la présence d'une marche entre la surface articulaire de la tête radiale et celle du processus coronoïde médial. Le type VI est une ostéophytose au niveau du processus coronoïde médial et le type VII la présence de souris articulaire. D'après cet auteur, 61% des lésions de FPC rencontrées sont de type III.

Ces lésions peuvent s'accompagner de chondromalacie du cartilage du condyle huméral médial : "lésions en miroir". Ces lésions érosives du condyle huméral médial, dues à un port anormal du processus coronoïde dans le coude, ne doivent pas être confondues avec des lésions d'ostéochondrite disséquante.<sup>57</sup>

### 3/ ETUDE CLINIQUE

#### a/ Diagnostic de suspicion

Cette affection touche essentiellement les jeunes chiens en croissance entre 4 et 12 mois. Elle se caractérise cliniquement par une boiterie d'un ou des antérieurs. Cette boiterie est souvent augmentée après l'exercice.<sup>60</sup>

Lors de l'examen clinique à distance, on peut identifier au repos une rotation externe de l'extrémité distale du membre, avec un coude plaqué contre le thorax en rotation interne,<sup>31,60</sup> une supination du carpe<sup>48</sup> et une distension de la capsule articulaire dans les cas chroniques.

La marche peut montrer une boiterie d'importance variable, discrète à sévère et intermittente à permanente et un défaut de flexion et/ou d'extension du coude.<sup>52</sup>

Lors de l'examen clinique, la palpation-pressure peut révéler une douleur à la palpation médiale du coude dans la zone où se localise le processus coronoïde et un épanchement synovial.<sup>48</sup>

La mobilisation du coude peut montrer une douleur à la flexion et/ou à l'extension du membre, une douleur à la pronation et/ou à la supination du membre et une crépitation articulaire dans les cas avancés.<sup>44</sup>

La FPC est parfois associée à d'autres lésions du coude ayant la même symptomatologie, entre autres une ostéochondrite disséquante du condyle huméral médial ou une non-union du processus anconé. Toutefois, de ces trois affections, la FPC est la plus fréquente.

## b/ Diagnostic de certitude

### La radiographie

La détection précoce de la FPC ou tout au moins sa suspicion, nécessite l'obtention de clichés radiographiques de très bonne qualité. Des clichés identiques du membre controlatéral doivent également être effectués. En effet, l'affection est parfois bilatérale, un des deux coudes étant asymptomatique mais présentant des lésions radiographiques compatibles avec une FPC. Il semble donc qu'il n'existe pas de corrélation entre l'importance des symptômes cliniques et les lésions radiographiques lors de FPC.<sup>48</sup>

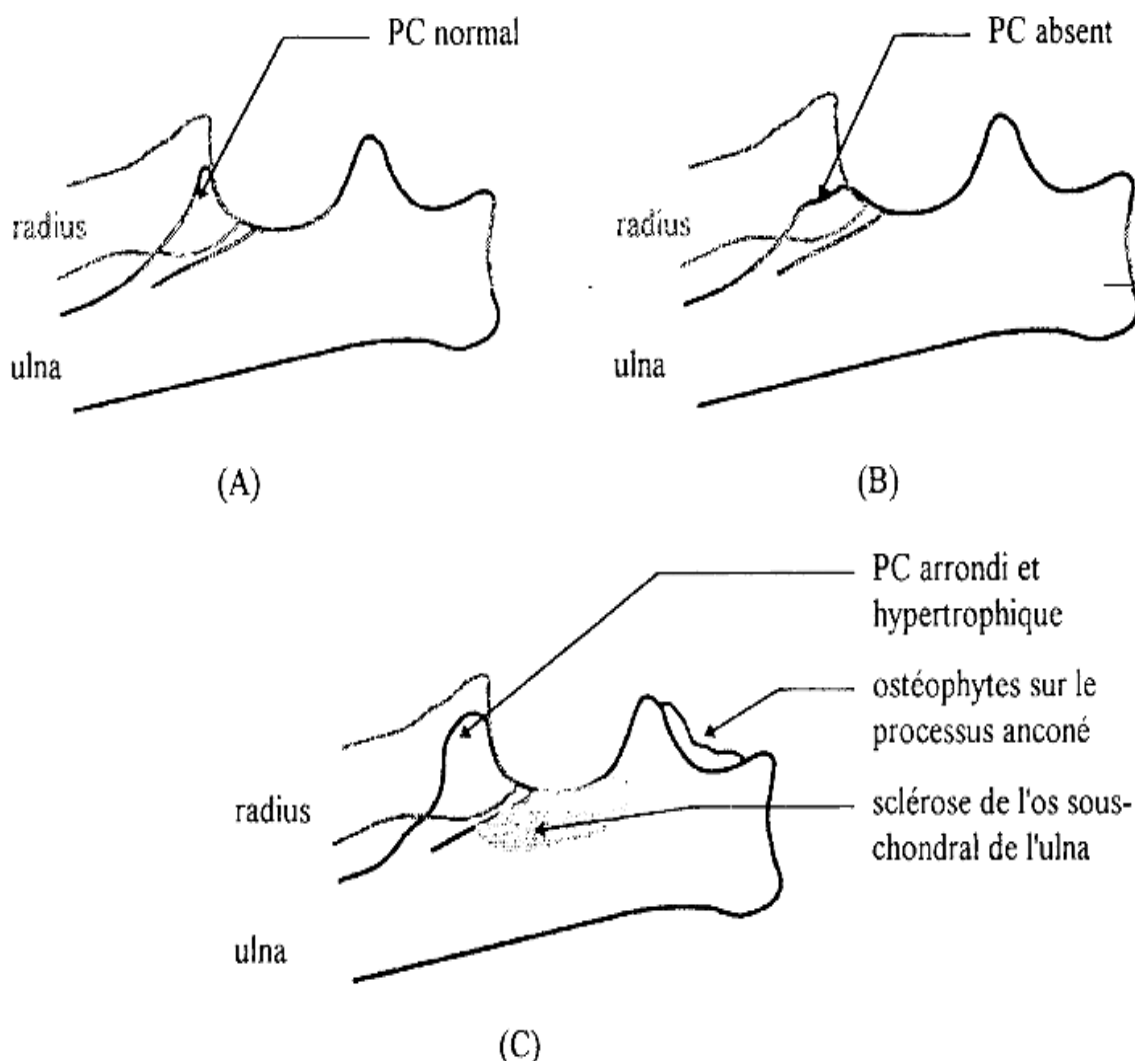
L'examen radiographique du coude inclus au moins deux projections standards, auxquelles peuvent s'ajouter d'autres projections permettant de mieux visualiser certains éléments du coude.

#### Les projections standards sont :

- Une projection médiolatérale du coude en extension modérée (vue de profil). Ce cliché est réalisé avec l'animal en décubitus latéral et le coude effectuant une extension d'environ 120°. <sup>27</sup> Le faisceau de rayons est centré sur l'épicondyle médial de l'humérus.
- Une projection crâniocaudale du coude en extension (vue de face). Cette radiographie peut être obtenue en positionnant l'animal en décubitus sternal, le faisceau de rayons étant incliné de 10 à 20° afin de compenser l'extension incomplète du coude. On peut également utiliser un faisceau horizontal, le patient étant en décubitus latéral. <sup>31</sup>

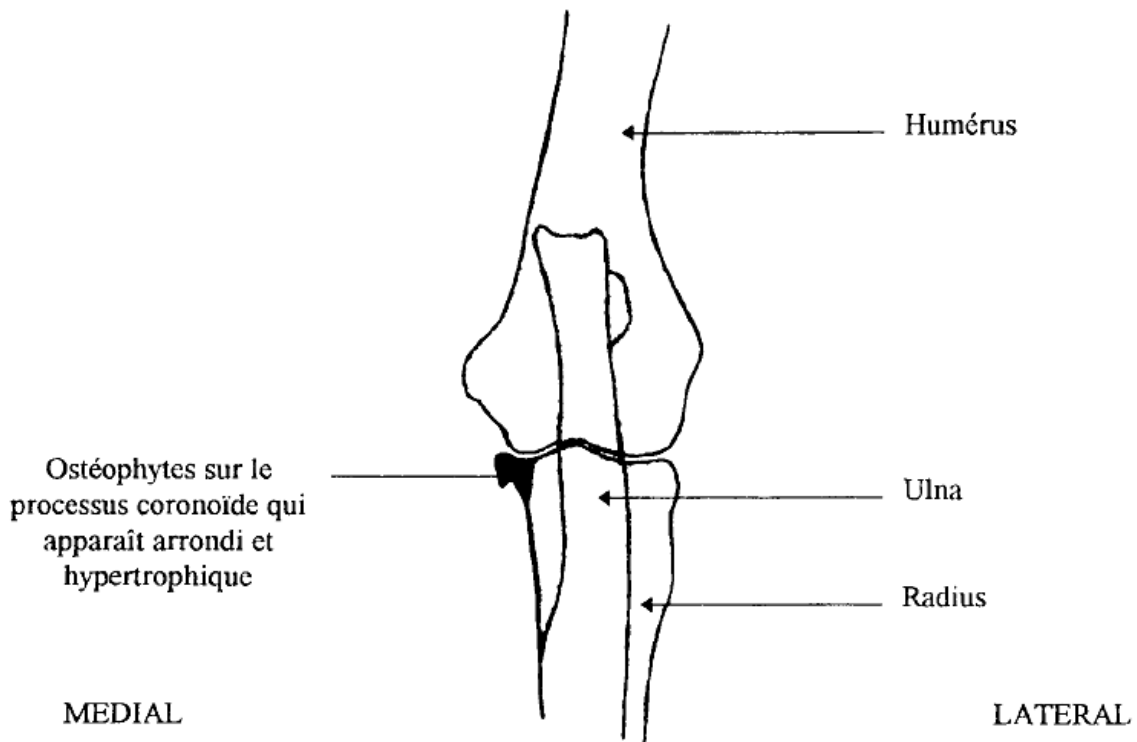
Ces deux clichés permettent d'obtenir une vue d'ensemble du coude et de suspecter ou diagnostiquer les différentes affections du coude. Ils permettent en effet d'évaluer l'espace articulaire et d'examiner les condyles huméraux, la tête du radius et la partie proximale de l'ulna. Ils permettent rarement d'aboutir au diagnostic de certitude d'une FPC, en raison des superpositions, entre autre avec la tête du radius sur la vue de profil. <sup>26</sup> Un fragment de processus coronoïde n'intéressant que le cartilage peut parfois avoir une densité insuffisante pour être visualisable à la radiographie. <sup>12</sup> Il peut parfois s'agir d'une fissuration du processus coronoïde et non d'une fragmentation. Cette fissuration n'est pas visualisable à l'examen radiographique.

La projection médiolatérale, coude en extension, permet cependant de mettre en évidence parfois un processus coronoïde pathologique, comme le montre la figure 7.<sup>6</sup> A l'état normal, le contour radiographique du processus coronoïde médial est clairement défini et son bord médial ne doit pas atteindre le niveau de l'os sous-chondral de la tête du radius. L'extrémité du processus coronoïde a radiologiquement une structure bien délimitée et pointue au niveau de l'articulation huméro-ulnaire.



**Figure 7. Schéma de l'ulna et du radius proximal indiquant les éléments éventuellement visibles sur une projection médiolatérale (A) : coude normal et processus coronoïde normal sans lésion dégénérative. (B) : processus coronoïde médial absent, cette image radiographique est souvent associée à des lésions dégénératives du coude laissant suspecter une FPC. (C) : processus coronoïde anormalement arrondi, épointé et hypertrophique, cette image radiographique est souvent associée à des lésions dégénératives du coude laissant suspecter une FPC. (d'après BERRY, 1992). PC : processus coronoïde**

Sur la vue de face, le processus coronoïde médial est bien visible dans environ 50% des cas, mais indistinct dans les autres cas.<sup>38</sup> Sur cette vue, le processus coronoïde peut aussi apparaître hypertrophique ou arrondi en raison de la production d'ostéophytes, comme le montre la figure 8.



**Figure 8. Schéma du coude montrant les lésions du processus coronoïde éventuellement visibles sur une projection crâniocaudale. (d'après PRESNELL, 1997)**

Les autres projections sont :

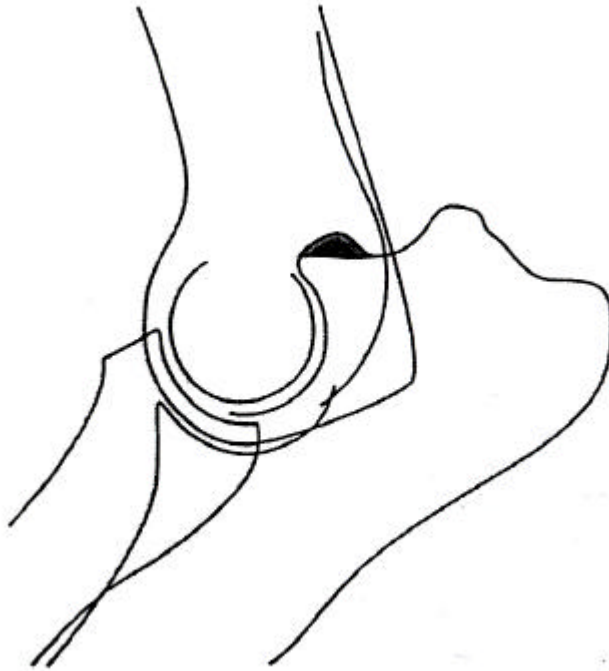
- La projection médiolatérale, coude en extension avec supination de 15°. <sup>59</sup> Elle est réalisée avec un animal en décubitus latéral, le coude étant en extension maximale avec une supination de 15°. Ce cliché permet d'obtenir une vraie vue latérale du processus coronoïde médial. Malgré la superposition avec la tête du radius, l'évaluation du processus coronoïde est meilleure sur cette projection. <sup>38</sup>
- La projection médiolatérale, coude en flexion maximale. Elle est réalisée de la même façon que le cliché de profil, mais avec un coude en hyperflexion. Ce cliché dégage le processus anconé des épicondyles huméraux et permet ainsi d'apercevoir les lésions secondaires d'arthrose sur le processus anconé, observées lors de FPC.
- La projection oblique crâniolatérale à caudomédiale avec une incidence de 20 à 30°. <sup>59,63</sup> Elle a l'avantage de projeter le processus coronoïde et le condyle huméral médial sans superposition avec l'ulna, ainsi que de dégager le processus coronoïde de la tête du radius. Cette projection est rapportée par WOSAR *et al.* comme étant la plus sensible pour détecter une FCP. <sup>63</sup>

Ces clichés radiographiques sont souvent nécessaires pour émettre un diagnostic de certitude radiographique de FPC et pour exclure d'autres affections du coude.

Toutefois la suspicion radiologique de la FPC est généralement fondée sur la présence de lésions secondaires du coude. Le plus souvent, ce sont les signes radiographiques d'arthrose.

Les changements radiographiques les plus précoces, apparaissant vers l'âge de 6 à 7 mois, sont l'apparition d'ostéophytes sur le bord dorsal du processus anconé, bien visibles sur la vue de profil du coude en hyperflexion (Figure 9), l'apparition d'ostéophytes sur le bord caudal du condyle huméral médial, une sclérose de l'os sous-chondral de l'ulna en regard du processus coronoïde.

6,17,26,27,31,48



**Figure 9. Localisation radiographique de l'ostéophytose au niveau du processus anconé lors d'arthrose du coude sur la projection médiolatérale**

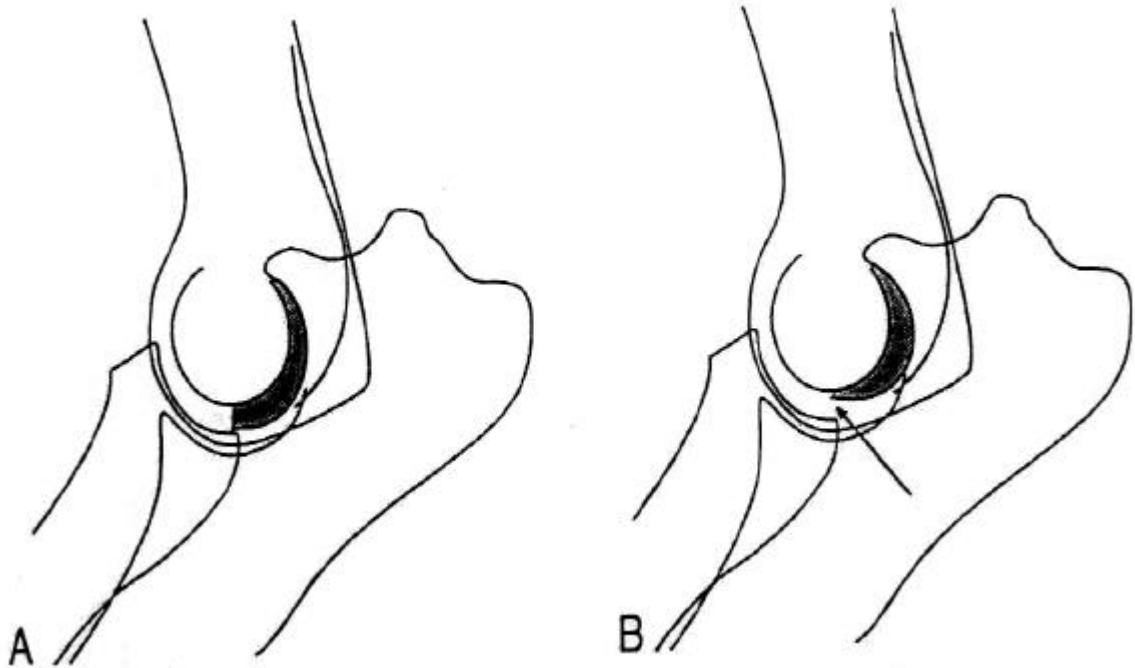
**(d'après HORNOF et al, 2000).**

Au fur et à mesure que progresse le phénomène dégénératif, on observera l'apparition d'ostéophytes sur le processus coronoïde médial, sur la partie crâniale de la tête du radius puis sur le bord caudal du condyle huméral latéral<sup>6,27</sup>

Pour les formes avancées, on peut observer une arthrose généralisée du coude. Ainsi, suivant le stade de l'affection, un coude atteint présente une combinaison plus ou moins importante de signes radiographiques d'arthrose.

L'examen radiographique permet d'émettre une suspicion de FPC quand le contour de ce dernier apparaît irrégulier ou incomplet. Toutefois, les tentatives de diagnostic radiographique de fragmentation ou fissure du processus coronoïde se fondent surtout sur les modifications précoces et irréversibles d'arthrose, apparaissant quelques semaines après la lésion primaire, à des localisations particulières du coude, principalement au niveau du processus anconé.<sup>29</sup> Ces ostéophytes présents au niveau de ces localisations ne sont néanmoins pas spécifiques à la FPC. On les observe également lors d'ostéochondrose du condyle huméral et de non-union du processus anconé.

On trouve parfois, en association à ces lésions, une subluxation plus ou moins sévère du coude, caractérisée par une incongruence entre les courbures de la trochlée humérale et de l'incisure trochléaire ulnaire : l'incongruence huméro-ulnaire (Figure 11.A.) et/ou une marche entre l'incisure trochléaire de l'ulna et l'articulation du radius, l'incisure trochléaire se situant au-dessus du niveau du radius : l'incongruence radio-ulnaire (Figure 11.B.).<sup>27</sup>



**Figure 10. Aspect radiographique des incongruences du coude sur la projection médiolatérale. A. Incongruence huméro-ulnaire. B. Incongruence radio-ulnaire. La flèche montre la marche entre l'incisure trochléaire de l'ulna et l'articulation du radius (d'après HORNOF et al, 2000).**



## **L'examen tomodensitométrie ou scanner**

Le scanner nécessite une position parfaite de l'animal et de ses membres, et ne s'effectue donc que sous anesthésie générale.

Les avantages de la tomodensitométrie sont nombreux. Le processus coronoïde est observé sans superposition avec le radius et l'humérus, et la partie fragmentée du processus coronoïde, non visible généralement à l'examen radiographique, peut être mise en évidence.<sup>12</sup> La tomodensitométrie offre une spécificité de 86,7%, une sensibilité de 88,2% et une valeur prédictive négative de 84,6%, bien supérieures à la radiographie. Cet examen confirme la FPC, et ce avant même que les lésions secondaires d'arthrose ne soient visibles radiologiquement.<sup>12,50</sup> Le scanner apporte donc une aide diagnostique précieuse lors de FPC. Grâce à cet examen, le dépistage des jeunes chiens atteints de FPC avant l'apparition de lésions dégénératives du coude pourrait augmenter. En outre, le scanner peut s'avérer un outil pour la détection des incongruences huméro-ulnaire et radio-ulnaire en coupe coronale du coude.<sup>27,35,50</sup>

Cependant certains cas découverts à l'arthrotomie exploratrice restent encore non diagnostiqués par la tomodensitométrie, entre autres certaines fissurations, qui se comportent cliniquement comme des FPC.

L'inconvénient majeur est l'équipement nécessaire, uniquement disponible dans quelques centres où les animaux sont référés et le coût de l'examen.

## **L'imagerie par résonance magnétique (IRM)**

L'IRM comme l'examen tomodensitométrie nécessite une anesthésie du chien. Cependant l'IRM permet de détecter des fragments de processus coronoïde non déplacés et encore cartilagineux.<sup>51</sup> Cette technique d'imagerie a une sensibilité et une valeur prédictive négative de 100 % pour détecter des FPC minéralisés et respectivement de 87,5 % et 92,5 % pour détecter des FPC non déplacés et non minéralisés.<sup>51</sup>

Cette technique s'avère prometteuse mais l'inconvénient majeur reste comme pour le scanner le coût de l'examen et la nécessité de référer les animaux dans des centres équipés.

## **L'arthroscopie**

Le diagnostic de FPC est parfois délicat et une confirmation arthroscopique peut s'avérer nécessaire.

L'arthroscopie permet une bonne inspection du coude, tout en assurant à la fois un traumatisme tissulaire minimal et une récupération fonctionnelle rapide du coude. Cette technique est sûre et efficace.

Un examen systématique du coude doit être effectué, commençant crânialement par le processus coronoïde médial et allant caudalement et proximale vers le processus anconé. On visualise ainsi le processus coronoïde médial et latéral, les condyles huméraux latéral et médial, la partie caudale et moyenne de la tête du radius, l'ulna (incluant processus anconé et olécrane), le ligament collatéral médial et la membrane synoviale. L'examen direct du coude par arthroscopie permet donc de visualiser directement la FPC, l'incongruence radio-ulnaire ainsi que les autres affections parfois concomitantes à l'origine de boiterie (ostéochondrose, non-union du processus anconé).<sup>57,58</sup>

L'arthroscopie est un examen permettant un diagnostic précis de la FPC. Contrairement à la radiographie, elle permet un diagnostic précoce, avant l'apparition des lésions d'arthrose. De plus cette technique peut être utilisée dans un but curatif et remplacer une arthrotomie du coude.

Actuellement, le diagnostic de la fragmentation du processus coronoïde s'effectue en pratique grâce à l'examen radiologique et l'arthroscopie.

### c/ Diagnostic différentiel.

Plusieurs affections du coude chez le jeune chien sont susceptibles de produire les mêmes symptômes cliniques et le développement d'une arthrose. Les examens complémentaires seront donc indispensables dans le diagnostic de l'affection en cause.

Le diagnostic de FPC devra exclure une non-union du processus anconé, une ostéochondrite de l'humérus distal, une ostéochondrose de l'épicondyle huméral médial, une subluxation du coude secondaire à des perturbations de croissance du radius et de l'ulna (une fermeture prématurée de la plaque de croissance distale de l'ulna ou une fermeture prématurée de la plaque de croissance distale du radius), les luxations congénitales du coude touchant surtout les races de petites tailles et les races naines (Pékinois, Yorkshire, Pinscher nain, etc.), une arthrite et une fracture du coude.

Une FPC pourra être suspectée lorsque ces affections du coude auront été écartées, principalement grâce à l'examen radiographique.

Il faut également noter que lorsqu'une des affections précédentes est diagnostiquée, cela n'exclut pas pour autant une FPC, puisque plusieurs affections peuvent parfois être associées sur un même coude. L'utilisation d'examens complémentaires tels que la radiographie et l'arthroscopie est donc nécessaire.

#### 4/ TRAITEMENT DE LA FRAGMENTATION DU PROCESSUS CORONOIDE : PRINCIPES ET RESULTATS

##### a/ Le traitement conservateur

Certains auteurs recommandent le traitement conservateur. Ils conseillent de l'appliquer dans les cas suivants : les patients présentant une boiterie discrète, ayant une bonne tolérance à l'exercice et ne présentant aucune ou de très légères lésions radiographiques d'arthrose et les patients dont le diagnostic sera trop tardif, présentant une arthrose généralisée sévère du coude (chiens de plus de 18 mois en général).<sup>44,48</sup>

##### Principes

Le traitement conservateur se fonde sur le repos de l'animal pendant 4 à 6 semaines. Les exercices sont restreints au minimum et les sorties, limitées aux promenades nécessaires aux besoins de l'animal, sont effectuées uniquement en laisse et au pas. Le poids de l'animal est surveillé afin d'éviter toute surcharge pondérale.

Selon l'intensité de la boiterie résiduelle, on pourra effectuer des cures fractionnées d'anti-inflammatoires non stéroïdiens.

##### Résultats

Certaines publications observent une amélioration clinique pour 41 à 70 % des patients soignés avec une thérapie conservatrice.<sup>5,21,36,48</sup>

Il ressort des différentes études que le traitement médical n'apporte pas toujours une résolution totale de la boiterie, tout comme le traitement chirurgical, mais que les animaux traités chirurgicalement sont plus actifs et boitent moins que ceux traités médicalement.<sup>5,21,36,48</sup>

Certains auteurs pensent que le traitement de la FPC est principalement chirurgical et que le traitement médical n'a plus sa place dans le traitement primaire de l'affection.<sup>47,55</sup> Même lors d'atteinte bilatérale, certains préfèrent pratiquer une intervention bilatérale, dans la mesure où les techniques actuelles peu invasives permettent une récupération fonctionnelle rapide des coudes opérés.<sup>47,57</sup>

L'intervention chirurgicale, contrairement au traitement médical permet en effet de supprimer un élément osseux ou cartilagineux fragmenté intra-articulaire générateur de synovite et d'arthrose et d'améliorer la clinique des animaux présentant une arthrose sévère du coude.<sup>16,17,20</sup>

## b/ Les traitements chirurgicaux

### **L'exérèse du processus coronoïde et la coronoïdectomie**

Les fragments du processus coronoïde sont excisés par arthrotomie médiale ou arthroscopie médiale.<sup>17,20,31,47,55,57</sup>

Il existe parfois une adhérence du fragment aux tissus mous (adhérence fibreuse), qui nécessite l'incision de celle-ci pour permettre la libération du fragment.<sup>17,47</sup> Les fissures du processus coronoïde sont plus difficilement visibles et peuvent nécessiter une palpation du processus à l'aide d'un élévateur à périoste. La portion de processus coronoïde impliquée lors de fissure doit être excisée.<sup>17,47</sup>

La trochlée humérale est inspectée afin de vérifier qu'il n'existe pas de lésion en miroir ou de volet d'ostéochondrite disséquante. Si un volet d'ostéochondrite disséquante est présent, celui-ci est retiré. Les berges de la lésion en résultant, ainsi que des lésions en miroir, sont alors légèrement curetées. Les ostéophytes visibles sont également retirés.

Les études rétrospectives après EFPC rapportent de bons résultats cliniques dans 50 à 70 % des cas.<sup>7,9,21,36,48</sup> Certains auteurs tel que BRUNNBERG et ALLGOEWER rapportent de meilleurs résultats cliniques lorsque les patients sont traités par EFPC lors des premiers symptômes cliniques avant l'âge de 6 mois.<sup>10</sup>

L'EFPC peut être accompagnée d'une ostectomie du processus coronoïde ou coronoïdectomie. L'ostectomie du processus coronoïde est une technique décrite par SCWARZ et LEBUGLE.<sup>30,50</sup> Elle a pour but de supprimer la partie du processus coronoïde en appui anormal sur le condyle huméral médial. Elle peut aussi traiter les subluxations peu importantes. On utilise un ostéotome de 5 à 10 mm de large selon la taille du processus coronoïde. Celui-ci est appliqué à la base du processus coronoïde tangentiellement à l'incisure ulnaire de façon à créer un triangle isocèle. La résection s'effectue avec l'ostéotome orienté distalement à 45° environ en direction de la partie inférieure de la tête du radius, de façon à retirer une petite pyramide à quatre faces triangulaires du processus coronoïde.<sup>30</sup> Une étude cinétique récente réalisée par THEYSE *et al.* montre de bons résultats biomécaniques pour des patients traités par cette technique chirurgicale.<sup>53</sup>

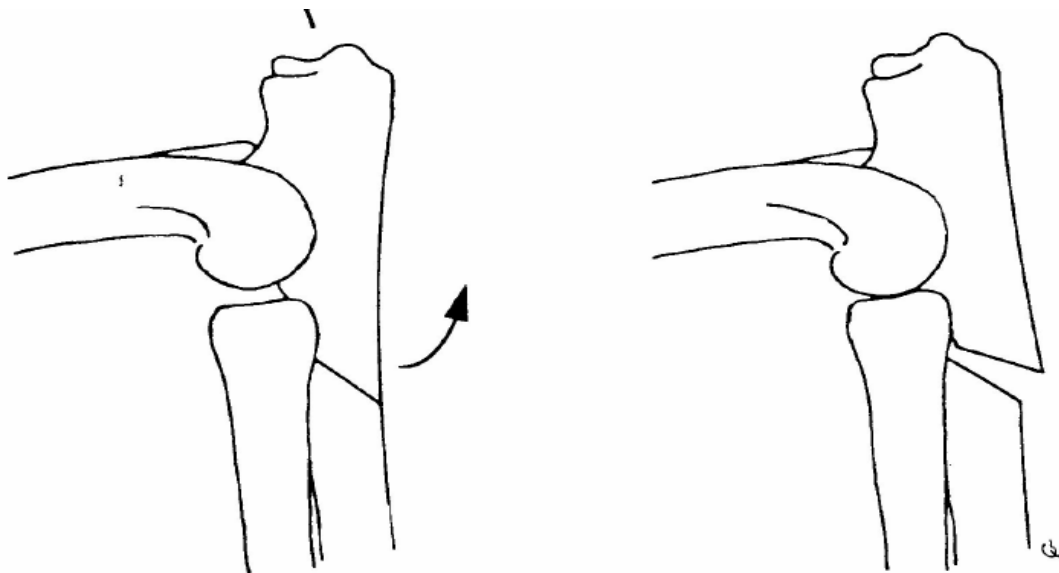
L'ablation des fragments de processus coronoïde ou la coronoïdectomie peuvent s'effectuer par arthrotomie ou arthroscopie. La voie d'abord actuelle pour l'arthrotomie est la technique par séparation musculaire.<sup>1,17,20,43,55</sup> C'est la voie d'abord utilisée à la clinique de Neuilly-sur-Seine pour l'EFPC des cas répertoriés dans cette étude. Elle est décrite dans le paragraphe II B/ 3/. Les voies d'abord anciennement utilisées telles que l'ostéotomie de l'épicondyle médial de l'humérus et la ténotomie du muscle rond pronateur associée à la ténotomie du muscle fléchisseur radial du carpe ne seront pas décrites car elles ne sont plus utilisées en raison de possibles complications postopératoires.

L'arthroscopie par abord médial offre une excellente visualisation de l'articulation du coude et permet une inspection directe des différents éléments du coude et des lésions qui y siègent.<sup>57,58</sup> Elle est décrite dans le paragraphe II B/ 3/. Cette technique peu invasive permet une récupération fonctionnelle du coude très rapide et améliore la période de convalescence postopératoire immédiate. Cependant une étude cinétique récente sur plateau de marche ne montre aucun avantage postopératoire à moyen terme de cette dernière par rapport à l'arthrotomie.<sup>11</sup> Les inconvénients majeurs sont la technicité de l'intervention, l'étroitesse du champ chirurgical et le coût du matériel.

### **La correction de la dysplasie radio-ulnaire associée à la fragmentation du processus coronoïde: l'ostéotomie dynamique de la diaphyse ulnaire proximale**

L'ostéotomie dynamique de l'ulna est parfois pratiquée lors de dysplasie du coude afin de rétablir une congruence articulaire correcte, en recréant un appui radial plutôt qu'ulnaire. Elle est indiquée pour le traitement des FPC associées à une dysplasie du coude importante, tel qu'une subluxation radio-ulnaire.<sup>3</sup> Cette technique est supposée en effet corriger la dysplasie dynamiquement, comme le montre la figure 11.

Elle est réalisée par un abord caudal de l'ulna dans son tiers proximal. Une ostéotomie proximale oblique de l'ulna est alors réalisée l'aide d'un ostéotome ou d'une scie oscillante au niveau du quart proximal. Une stabilisation de l'ulna peut être réalisée de façon facultative. Elle consiste en un enclouage centromédullaire de l'ulna à l'aide d'une broche de Kirschner de 3 à 4 mm. L'ostéotomie guérit en 6 à 12 semaines.



**Figure 11. Schéma du principe de l'ostéotomie ulnaire proximale et dynamique montrant la bascule de l'ulna proximal (d'après THOMSON, 1995)**

Lors de dysplasie radio-ulnaire associée à une FPC, les résultats cliniques de l'EFPC associée à une OUD ont été rapportés comme bons à excellents dans 93 à 100 % des cas.<sup>3,39,54</sup>

## 5/ BILAN ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'étude anatomique montre que le processus coronoïde est une surface de contact articulaire du coude.<sup>45</sup> Lors de dysplasie du coude, ce processus semble soumis à des contraintes mécaniques anormales et donc à une fragmentation, processus proche de la fracture d'un point de vue histologique.<sup>24</sup> Ces contraintes mécaniques anormales pourraient être la conséquence d'une incongruence du coude, en particulier radio-ulnaire. Nous avons également rapporté que les traitements classiques de cette affection, que ce soit un traitement chirurgical par EFPC ou un traitement médical et conservateur ont un succès clinique comparable.<sup>5,8,21,36,48</sup> Cependant lorsque l'EFPC est réalisée avant l'âge de 6 mois et lorsque l'EFPC est associée à une coronoïdectomie ou à une OUD, les résultats cliniques semblent améliorés.<sup>3,10,39,53,54</sup> Cependant quel que soit le traitement, une évolution irréversible vers l'arthrose du coude semble constatée, détectée par la formation d'ostéophytose, en particulier au niveau du processus anconé.

Disposant d'un grand nombre de cas traités entre 1990 et 2000 par EFPC associée ou non à une OUD, nous avons décidé de réaliser cette étude rétrospective ayant pour but de comparer les résultats cliniques et radiographiques des patients traités par EFPC uniquement et des patients traités par EFPC et OUD. De plus, nous voulions vérifier si les animaux traités par EFPC uniquement avaient de meilleurs résultats cliniques à long terme s'ils étaient opérés avant l'âge de 8 mois.

# **CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES**

## **A/ CRITERES DE SELECTION DES GROUPES**

Les patients retenus dans cette étude sont ceux atteints d'une FPC, référés à la clinique de Neuilly-sur-Seine entre janvier 1990 et juin 2000, opérés par le Docteur JF Bardet, dont les dossiers disposent d'un suivi clinique et radiographique supérieur ou égal à 6 mois. Les patients qui ont été diagnostiqués avec une autre affection que la FCP, lors de la chirurgie ou durant le suivi clinique, sont exclus de l'étude. Cependant les chiens atteints d'une dysplasie de la hanche sont conservés dans l'étude.

Le premier groupe est constitué des patients ayant été traités par EFPC. Le second groupe est constitué par les patients traités par EFPC associée à une OUD. Les données préopératoires enregistrées sont l'âge, le sexe, la race, le type de traitement chirurgical et le ou les membres antérieurs opérés.

## **B/ TECHNIQUES CHIRURGICALES**

Les coudes suspects d'une fragmentation du processus coronoïde ont été explorés par le Docteur JF Bardet par arthrotomie médiale utilisant la technique par séparation musculaire, entre janvier 1990 et juin 1994 et par arthroscopie via un abord médial entre juillet 1994 et juin 2000. Les fragments du processus coronoïde ont été détachés et extraits sans coronoïdectomie. Pour les patients atteints d'une subluxation radio-ulnaire supérieure à 1 mm sur les clichés radiographiques en incidence médiolatérale, une OUD a été réalisée.

### **1/ PROTOCOLE ANESTHESIQUE**

#### **Prémédication :**

acepromazine (Vetranquil<sup>®</sup>) : à raison de 0.05 mg/kg par voie SC

diazepam (Valium<sup>®</sup>) : à raison de 0,3 mg/kg par voie IV

#### **Induction :**

thiopental sodique (Nesdonal<sup>®</sup>) : à raison de 10mg/kg par voie IV

#### **Maintenance :**

halothane (Fluothan<sup>®</sup>) : à raison de 1.5 à 2.5%

### **2/ PREPARATION CHIRURGICALE**

Une tonte large est réalisée, allant du carpe à l'épaule et comprenant également une partie du thorax.

Le chien est alors positionné en décubitus dorsal. Le site opératoire est préparé de façon aseptique à l'aide de 5 lavages à la polyvidone iodée savon (Bétadine Scrub<sup>®</sup>) puis une pulvérisation à la polyvidone iodée solution (Bétadine Solution Dermique 10%<sup>®</sup>).

Le patient reçoit une antibioprophylaxie à raison de 20 mg/Kg de cephalexine (Rilexine<sup>®</sup>) par voie IV, lors de l'induction de l'anesthésie.



### 3/ VOIES D'ABORD ET TRAITEMENTS CHIRURGICAUX

La technique chirurgicale d'exérèse du processus coronoïde fragmenté est effectuée par une voie d'abord médiale du coude afin d'explorer le compartiment crâniomédial de celui-ci.

Les fragments du processus coronoïdes sont excisés et les surfaces du processus coronoïde restant ont été curetées sur environ 5 mm de profondeur. Avant la fin de l'intervention, le condyle huméral médial est inspecté pour détecter une lésion en miroir ou une ostéochondrose de celui-ci, dont les marges sont systématiquement curetées. Le processus coronoïde latéral de l'ulna est inspecté afin de détecter d'éventuelles chondromalacies qui sont curetés dans la mesure du possible. Enfin l'articulation est inspectée et rincée afin d'éliminer les fragments flottants.

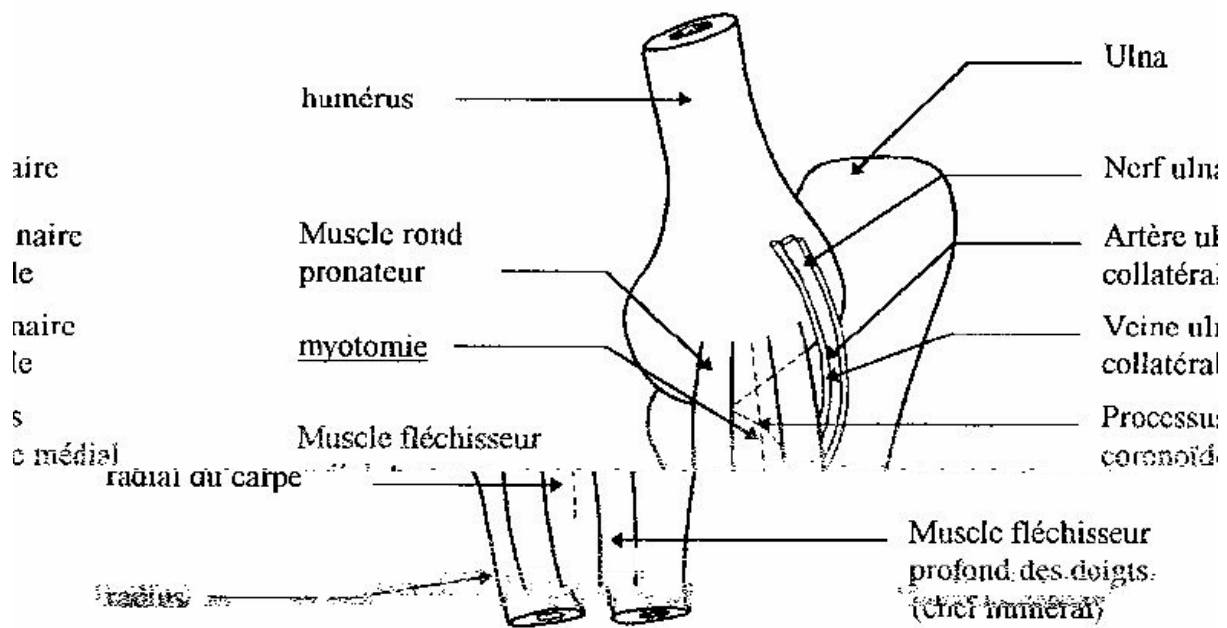
#### a/ Arthrotomie par abord médial et séparation musculaire

Il s'agit de l'abord de la face médiale du condyle huméral et du processus coronoïde médial par incision intermusculaire (Figure 12).

Une incision cutanée est effectuée proximale à l'épicondyle médial et étendue sur 4 à 7 cm sur l'avant-bras. Le tissu conjonctif sous-cutané et le fascia antébrachial superficiel et profond sont incisés suivant la même ligne que la peau et réclinés pour aborder les muscles fléchisseurs. Il est nécessaire de localiser et protéger le nerf ulnaire pendant l'incision et la réclinaison du fascia. Le septum intermusculaire situé entre le muscle fléchisseur radial du carpe et le muscle fléchisseur profond des doigts est incisé. La séparation entre ces muscles n'est pas toujours distincte mais peut être retrouvée par dissection mousse. L'incision intermusculaire peut également être réalisée entre le muscle rond pronateur et le muscle fléchisseur radial du carpe. Un fort écartement des muscles à l'aide d'écarteurs autostatiques ou d'un assistant expose la capsule articulaire, qui est incisée parallèlement au grand axe des muscles. Durant cette incision, on veillera à ne pas léser le cartilage articulaire et le nerf médian. La réclinaison de la capsule donne accès aux surfaces articulaires du condyle huméral et de l'ulna.

L'abord du processus coronoïde médial réclame un agrandissement de l'incision capsulaire parallèlement à l'incisure trochléaire de l'ulna. Cette incision ne doit pas traverser le ligament collatéral médial. La visualisation du processus coronoïde médial est facilitée par une forte pronation et une abduction de l'avant-bras par rapport à l'articulation. Un petit écarteur de Hohman dont le crochet est implanté au-dessus du processus coronoïde est parfois très utile.

Après traitement de la FPC et des autres affections parfois associées, la capsule articulaire, le fascia intermusculaire et le fascia antébrachial sont suturés à l'aide de points simples. Le tissu conjonctif sous-cutané et la peau sont refermés de façon usuelle plan par plan.

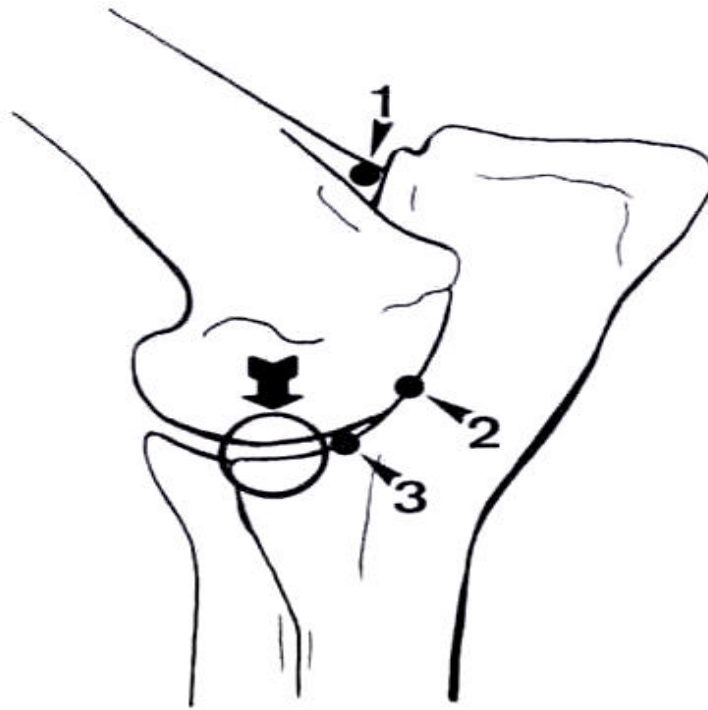


**Figure 12. Schéma du coude montrant le site de séparation musculaire (d'après ANDERSON et al, 1989)**

#### **b/ L'arthroscopie par voie d'abord médiale**

Les chiens sont positionnés en décubitus latéral, avec le membre thoracique repoussé caudalement. Le coude est placé sur le bord de la table pour permettre son abduction. L'articulation est ponctionnée avec une aiguille de gauge 19 entre l'épicondyle huméral médial et la partie la plus proximale de l'olécrane. On aspire le liquide synovial pour s'assurer de la localisation intra-articulaire de l'aiguille, puis on injecte dans l'articulation une solution physiologique.

Pour augmenter l'espace articulaire, on effectue une rotation interne et une abduction du membre. Cet espace articulaire est localisé par une aiguille insérée 1 cm distalement et 0,5 cm caudalement à l'épicondyle huméral médial (Figure 13). A cet endroit, la chemise de l'arthroscope est insérée à l'aide d'un trocart. Une fois la capsule articulaire pénétrée, le trocart est remplacé par un obturateur épointé afin d'avancer plus profondément dans l'articulation sans la léser. L'obturateur est alors remplacé par l'arthroscope. De façon identique, une pince d'arthroscopie est introduite dans l'articulation à quelques millimètres de l'arthroscope crânialement. Cette pince permet l'exérèse des fragments de processus coronoïde ainsi que le traitement des lésions d'ostéochondrite disséquante par curetage, l'ensemble des opérations étant visualisé par l'arthroscope.



**Figure 13. vue médiale du coude indiquant les sites de ponctions lors d'arthroscopie. Sites d'insertion de l'aiguille pour le drainage (1), de l'arthroscope (2) et des instruments chirurgicaux (3) (d'après VAN BREE et VAN RYSEN, 1998)**

#### c/ L'ostéotomie ulnaire dynamique

L'ostéotomie ulnaire dynamique est réalisée au niveau du quart proximal de la diaphyse ulnaire. La voie d'abord est caudale s'étendant sur la face médiale de l'ulna en regard du quart proximal de cet os. L'ostéotomie est réalisée au niveau du quart proximal de la diaphyse ulnaire, distalement à l'articulation du coude. Quatre trous sont forés à l'aide d'une mèche de 2,5 mm de diamètre et sont alignés suivant une direction oblique et disto-proximale. L'ostéotomie est terminée grâce à un ciseau droit. La fracture chirurgicale s'élargit sous l'effet des tractions tissulaires. Lorsque cet élargissement passif n'a pas lieu, le site d'ostéotomie est élargi grâce à un élévateur à périoste par traction sur les tissus interosseux. Cette intervention a pour effet un léger déplacement proximal et crânial de la portion proximale de l'ulna. Aucune fixation interne n'est utilisée pour stabiliser l'ostéotomie.

#### 4/ SOINS POSTOPERATOIRES

Lors d'arthrotomie, d'arthroscopie et d'ostéotomie ulnaire, un pansement de Robert Jones est maintenu pendant 15 jours jusqu'au retrait des fils. L'exercice est limité pendant 6 semaines lors d'arthrotomie et 8 semaines lors d'ostéotomie ulnaire, restreint aux promenades au pas et en laisse. La reprise de l'exercice est ensuite progressive. Lors d'arthroscopie l'activité est limitée seulement pendant 3 semaines.

## **B/ EVALUATION CLINIQUE**

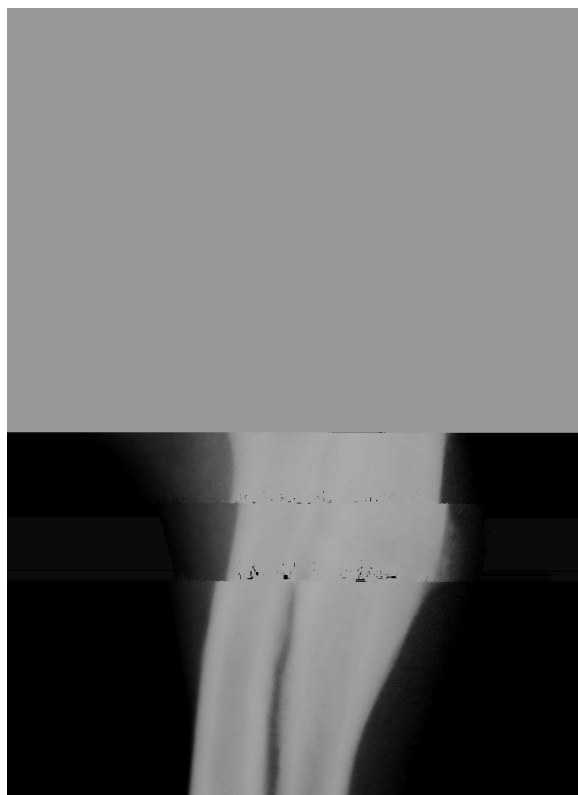
Les patients ont été évalués cliniquement à 2, 6 et 12 mois ou plus après la chirurgie. L'examen clinique, comprenant une observation de la marche et les résultats de l'examen orthopédique, ont été réalisés par le Docteur JF Bardet. L'observation de la marche a permis de déceler la présence éventuelle d'une boiterie. L'examen orthopédique a comporté une palpation-pression du coude et une manipulation du coude en flexion, extension et supination, pronation pour déceler une douleur.

La fonction de l'antérieur est considérée bonne si aucune boiterie n'a été observée lors de l'évaluation et aucune douleur n'a été détectée lors de la palpation et la manipulation du coude. Si une boiterie et/ou une douleur ont été détectées, la fonction de l'antérieur est considérée moyenne.

## **C/ EVALUATION RADIOGRAPHIQUE**



**A**

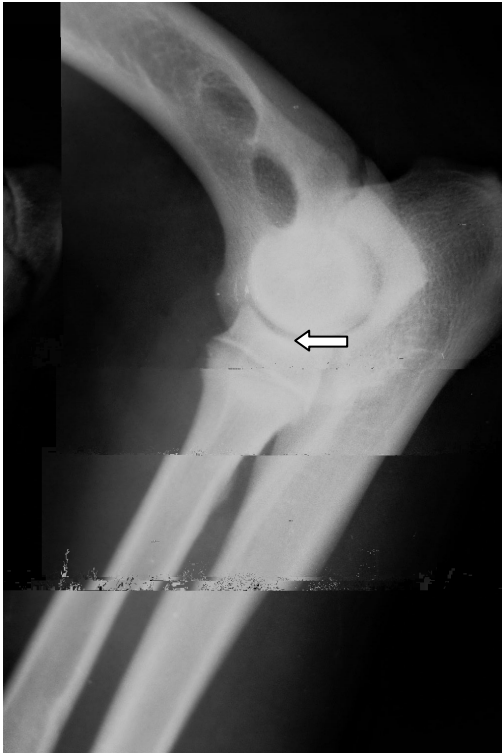


**B**

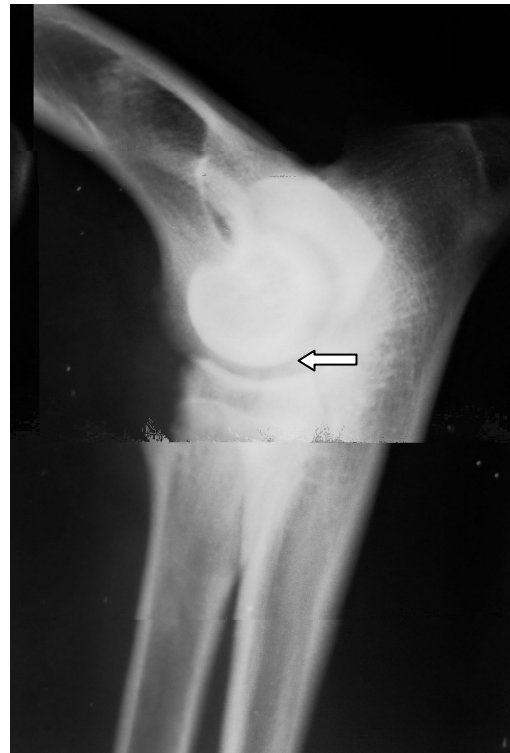
**Photographies 2. Evolution radiographique de l'arthrose sur un coude traité par EFPC et OUD préopératoire (A) et 6 mois après l'intervention (B). L'ostéophytose est < à 2 mm.**

## 2/ EVALUATION DE L'INCONGRUENCE DU COUDE

Les incongruences huméro-ulnaire et radio-ulnaire sont évaluées sur les clichés préopératoires. L'incongruence huméro-ulnaire est définie comme une subluxation visible entre la courbure de la trochlée humérale et celle de l'incisure trochléaire ulnaire sur les incidences radiographiques médiolatérales. L'incongruence radio-ulnaire est définie comme un déplacement proximal de la surface articulaire du processus coronoïde médial par rapport à la tête du radius (Photographie 3). La subluxation radio-ulnaire est mesurée et classée en deux catégories :  $< 2$  mm ou  $\geq 2$  mm.



**A**



**B**

**Photographie 3. Radiographie de coudes en projection médiolatérale montrant un incongruence radio-ulnaire  $< 2$  mm (A) et  $> 2$  mm (B)**

## **E/ ANALYSE STATISTIQUE**

Nous avons émis les hypothèses suivantes :

- 1) Les résultats cliniques des chiens traités par EFPC et OUD sont meilleurs que ceux des chiens traités par EFPC seulement.
- 2) L'évolution de l'ostéophytose est moindre pour le groupe traité par EFPC et OUD comparé au groupe traité par EFPC uniquement.
- 3) Les résultats cliniques des chiens traités par EFPC sont meilleurs si les chiens sont traités avant l'âge de 8 mois.

Pour tester ces hypothèses, les résultats cliniques et radiographiques des groupes traités par EFPC associée à une OUD et EFPC seulement sont comparés avec le test du  $\chi^2$  et le test exact de Fisher. Les résultats cliniques des groupes traités par EFPC associée à une OUD et EFPC uniquement pour les patients traités avant et après l'âge de 8 mois sont également comparés en utilisant le test du  $\chi^2$  et le test exact de Fisher.

Une courbe de Kaplan-Meier, représentant le succès clinique cumulé, est établie pour les groupes traités par EFPC associée à une OUD et EFPC uniquement. Pour chaque coude traité, le temps d'entrée correspond à la chirurgie et le résultat clinique à celui du dernier contrôle effectué. Les coudes traités ne sont pas comptabilisés dans la courbe lorsque la fonction de l'antérieur est considérée moyenne et comptabilisés lorsque celle-ci est jugée bonne. Les coudes traités ne sont pas comptabilisés dans la courbe pour les patients décédés ou perdus du suivi clinique. Les courbes sont comparées avec un log rank test. Une autre courbe de Kaplan-Meier similaire est établie pour le succès clinique cumulé des groupes traités par EFPC avant et après l'âge de 8 mois.

Lors de traitement chirurgical bilatéral, chaque coude est considéré comme une observation indépendante. La différence statistique est considérée significative si  $P < 0,05$ .



# **CHAPITRE III :**

## **RESULTATS**

## A/ GROUPES SELECTIONNES

Deux cent six chiens ont été référés pour traitement d'une FPC durant la période d'étude. Quatre-vingt sept chiens ont été exclus de l'étude car ils ne remplissaient pas les critères de sélection. Les 119 restants ont été traités par EFPC unilatéralement (n=64) ou bilatéralement (n=55). Quarante-cinq coudes ont été opérés par EFPC et OUD et 129 coudes ont été traités par EFPC uniquement.

Les données préopératoires (l'âge lors de la chirurgie, le sexe, la race, le coude traité) ne sont pas significativement différentes entre les groupes traités par EFPC associée à une OUD et EFPC seulement ( $P$  varie de 0,142 à 0,495, Tableau 1). Les races de grand format sont plus représentées : Labrador Retriever, Rottweiler, Berger Allemand et Bouvier Bernois. Le pourcentage de mâles atteints est environ 3 fois plus élevé que celui des femelles. L'EFPC par arthroscopie a été plus utilisée pour le groupe traité par EFPC que pour le groupe traité par EFPC et OUD ( $P < 0,001$ , Tableau 1).

Données Préopératoires	Classes	Coudes traités par EFPC et OUD (%)	Coudes traités par EFPC (%)	Valeur de $P$
Age	< 8 mois	42	30	= 0.142
	> 8 mois	58	70	
Sexe	Mâle	80	74	= 0.395
	Femelle	20	26	
Coude(s) opéré(s)	droit	24	15	= 0.278
	gauche	22	19	
	Bilatéral	54	66	
Race	Labrador Retriever	35	33	= 0.495
	Rottweiler	2	22	
	Berger Allemand	29	11	
	Bouvier Bernois	2	9	
	Autres races	32	25	
Type d'EFPC	Arthroscopie	33	96	< 0.001
	Arthrotomie	67	4	

**Tableau 1. Description et comparaison préopératoire des groupes sélectionnés**

## **B/ RESULTATS CLINIQUES**

Les patients sélectionnés pour cette étude rétrospective ont un suivi clinique supérieur ou égal à 6 mois mais un nombre variable de patients et donc de coudes traités ont été évalués lors des contrôles cliniques à 2, 6 mois et plus d'1 an (tableau 2).

	<b>Nombre de coudes Evalués à 2 mois</b>	<b>Nombre de coudes Evalués à 6 mois</b>	<b>Nombre de coudes évalués après 1 an</b>
EFPC	90	116	48
EFPC et OUD	30	34	45

**Tableau 2. Nombre de coudes évalués lors des contrôles à 2,6 mois et plus d'1 an dans les groupes traités par EFPC uniquement et EFPC et OUD.**

### **1/ RESULTATS CLINIQUES DE L'OSTEOTOMIE ULNAIRE DYNAMIQUE**

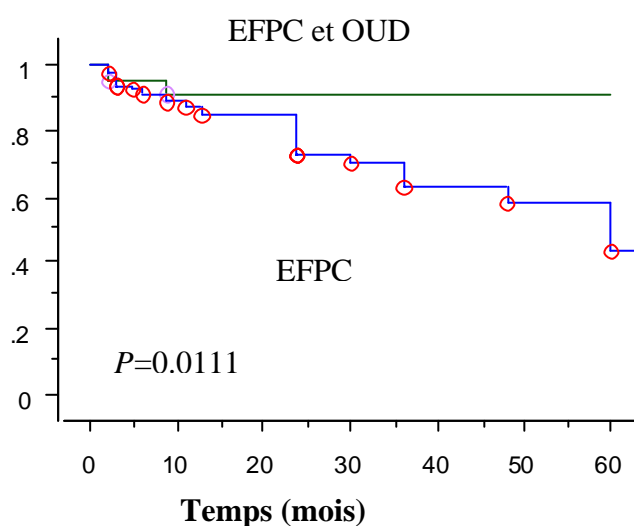
Les résultats cliniques des groupes traités par EFPC et OUD et par EFPC uniquement ne sont pas significativement différents à 2 et 6 mois après la chirurgie ( $P=0,192$  et  $0,439$ , Tableau 3). Cependant les résultats cliniques après 12 mois sont meilleurs pour le groupe traité par EFPC et OUD comparé au groupe traité par EFPC ( $P=0,032$ , Tableau 3). La médiane du suivi clinique concernant cette dernière évaluation est de 36 mois. Les bons résultats cliniques cumulés dans les groupes traités par EFPC et OUD et EFPC uniquement diffèrent également significativement si l'on compare les courbes de Kaplan-Meier ( $P=0,011$ , Figure 14).

La comparaison des résultats cliniques des patients traités soit par arthrotomie ou arthroscopie n'a pas été significativement différente à 2, 6 et 12 mois ou plus après la chirurgie ( $P=0,297$ ,  $0,091$  et  $0,999$ ).

Les complications ont été peu fréquentes. Lors d'arthrotomie, 3 cas de sérome postopératoire sont rapportés. Lors d'arthroscopie, 2 cas de lésion iatrogène du nerf médian, ont été diagnostiqués. Lors d'OUD, la période de convalescence postopératoire est douloureuse pour le patient pendant environ 2 mois. Tous les patients traités par ostéotomie ont reçu un traitement anti-inflammatoire pendant environ 2 mois.

.	Classes	Coudes traités par EFPC et OUD (%)	Coudes traités par EFPC (%)	Valeur de P
Résultats cliniques à 2 mois	Bon Moyen	86 4	66 34	= 0.192
Résultats cliniques à 6 mois	Bon Moyen	94 6	84 16	= 0.439
Résultats cliniques à 1 an et plus	Bon Moyen	100 0	83 17	= 0.032

**Tableau 3. Résultats cliniques après exérèse des fragments du processus coronoïde avec ou sans ostéotomie ulnaire dynamique et comparaison des résultats**



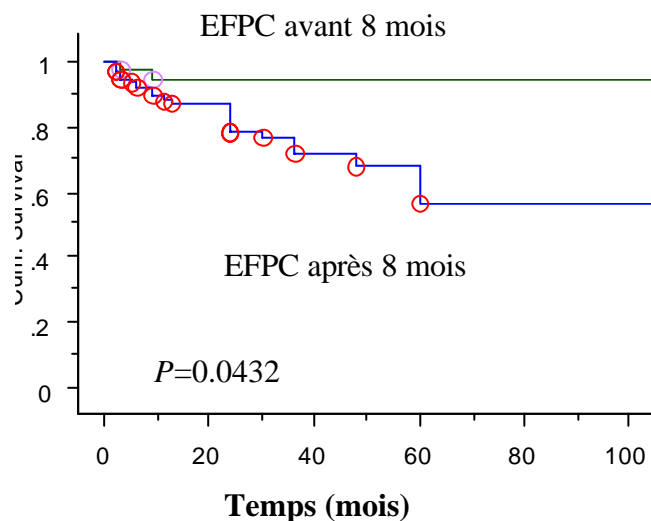
**Figure 14. Courbe de Kaplan-Meier représentant le taux de bons résultats cliniques cumulés en fonction du temps dans les groupes traités par exérèse des fragments du processus coronoïde avec ou sans ostéotomie ulnaire dynamique. Comparaison des courbes par un test de log rang.**

## 2/ RESULTATS CLINIQUES EN FONCTION DE L'AGE DU PATIENT LORS DE L'INTERVENTION

Les résultats cliniques du groupe traité par EFPC et OUD avant et après l'âge de 8 mois ne sont pas significativement différents lors des contrôles à 2, 6 et 12 mois ou plus après l'opération (respectivement  $P>0,999$ ,  $P>0,999$ ,  $P>0,999$ ). Les résultats cliniques des patients traités par EFPC avant et après l'âge de 8 mois ne sont pas significativement différents lors des contrôles à 2 et 6 mois postopératoires ( $P=0,140$  et  $0,135$ ). Cependant, les résultats cliniques après 1 an postopératoire des chiens traités par EFPC avant l'âge de 8 mois sont significativement meilleurs que ceux des chiens traités après l'âge de 8 mois ( $P=0,022$ , Tableau 4). La différence significative est confirmée par la comparaison des courbes de Kaplan-Meier ( $P=0,043$ , Figure 15).

	Classes	Chiens traités avant l'âge de 8 mois (%)	Chiens traités après l'âge de 8 mois (%)	Valeur de <i>P</i>
Résultats cliniques à 2 mois	Bon Moyen	45 55	73 17	= 0.140
Résultats cliniques à 6 mois	Bon Moyen	95 5	78 22	= 0.135
Résultats cliniques à 1 an et plus	Bon Moyen	100 0	75 25	= 0.022

**Tableau 4. Résultats cliniques des chiens traités par exérèse des fragments du processus coronoïde avant et après l'âge de 8 mois et comparaison de ces résultats**



**Figure 15. Courbe de Kaplan-Meier représentant le taux de bons résultats cliniques cumulés en fonction du temps dans les groupes traités par exérèse des fragments du processus coronoïde avant et après l'âge de 8 mois. Comparaison des courbes par un test de log rang.**

## **C/ RESULTATS RADIOGRAPHIQUES**

Soixante treize coudes ont été évalués avant et 6 mois après la chirurgie.

### **1/ DONNEES PREOPERATOIRES**

Les données préopératoires (la taille des ostéophytes au niveau du processus anconé et des autres localisations que le processus anconé, le pourcentage de chien présentant une incongruence huméro-ulnaire ou radio-ulnaire) ne sont pas significativement différents entre les groupes traités par EFPC et OUD et EFPC uniquement ( $P$  varie de 0,139 à 0,238, Tableau 5). Les mesures de l'incongruence radio-ulnaire sont significativement plus élevées pour le groupe traité par EFPC et OUD que pour celui traité par EFPC seulement ( $P=0,038$ , Tableau 5).

### **2/ RESULTATS POSTOPERATOIRES**

Les mesures de l'incongruence radio-ulnaire ne sont pas significativement différentes après la chirurgie entre les groupes ( $P=0,718$ , Tableau 5). Lors de l'évaluation radiographique 6 mois après la chirurgie, les coudes traités par EFPC et OUD ont des mesures de la taille des ostéophytes au niveau du processus anconé inférieures à celles des coudes traités par EFPC uniquement ( $P=0,046$ , Tableau 5). Cependant les tailles des ostéophytes au niveau des autres localisations ne sont pas significativement différentes lors du contrôle à 6 mois (Tableau 5).

Il faut également noter qu'un retard de cicatrisation osseuse de la fracture d'ostéotomie est identifié pour 60% des coudes traités par OUD entre 1 et 3 mois (Photographie 4). La continuité osseuse est rétablie en environ 3 mois avec d'importants cals osseux. Cependant tous les coudes traités par OUD ont une cicatrisation osseuse complète à 6 mois. De plus lors du contrôle radiographique postopératoire, on remarque que 17 des coudes traités par OUD présentent des fractures ulnaires au niveau du site d'ostéotomie (Photographie 5).

	Variables	Classes	Coudes traités par EFPC et OUD (%)	Coudes traités par EFPC (%)	Valeur de <i>P</i>
<b>Evaluation Préopératoire</b>	Taille des ostéophytes au niveau du processus anconé	< 2 mm ≥ 2 mm	35 65	49 51	= 0.238
	Taille des ostéophytes au niveau des autres localisations	< 2 mm ≥ 2 mm	69 31	83 17	= 0.174
	Type d'incongruence	Huméro-ulnaire Radio-ulnaire	88 12	80 20	= 0.139
	Mesure de l'incongruence radio-ulnaire	< 2 mm ≥ 2 mm	36 64	62 38	= 0.038
	Taille des ostéophytes au niveau du processus anconé	< 2 mm ≥ 2 mm	27 73	9 91	= 0.046
<b>Evaluation Postopératoire</b>	Taille des ostéophytes au niveau des autres localisations	< 2 mm ≥ 2 mm	62 38	48 52	= 0.263
	Mesure de l'incongruence radio-ulnaire	< 2 mm ≥ 2 mm	72 28	77 23	= 0.718

**Tableau 5. Evaluation radiographique avant et 6 mois après la chirurgie des coudes dans les groupes traités par exérèse des fragments du processus coronoïde avec ou sans ostéotomie ulnaire dynamique et comparaison de ces évaluations.**





**Photographie 4. Retard de cicatrisation osseuse 2 mois après une  
Ostéotomie ulnaire proximale**



**Photographie 5. Fracture ulnaire après ostéotomie ulnaire à l'ostéotome**

# **CHAPITRE IV :**

# **DISCUSSION**

## **A/ ANALYSE CRITIQUE DE L'ETUDE**

### **1/ GROUPES SELECTIONNES**

Nous avons choisi pour référentiel de l'étude le coude traité et non le patient.

Ainsi, nous avons émis l'hypothèse qu'un patient traité bilatéralement par le même type d'intervention a été traité par 2 opérations indépendantes. Cette hypothèse est probablement biaisée. Cependant la proportion d'animaux traités bilatéralement dans les deux groupes est comparable : 54 % pour le groupe traité par EFPC et OUD et 64 % pour le groupe traité par EFPC seulement ( $P=0,278$ ).

Nous avons obtenu deux groupes à comparer de tailles inégales : l'un comprenant 129 coudes traités par EFPC et l'autre 45 coudes traités par EFPC et OUD. Cependant le nombre élevé de patients traités nous a permis d'obtenir des comparaisons statistiques significatives. Toutefois le choix de réaliser une OUD en fonction de signes radiographiques d'incongruence radio-ulnaire supérieure à 1 mm entraîne un biais sur la sélection des groupes. En effet d'après ce critère de sélection les deux groupes sélectionnés ne sont pas exactement identiques avant l'intervention : le groupe traité par EFPC et OUD a une incongruence radio-ulnaire supérieure au groupe traité par EFPC uniquement. Pour réaliser une comparaison rigoureuse, il aurait fallu disposer de deux groupes strictement identiques. Nous sommes conscients de ce biais, mais la nature rétrospective de cette étude nous a obligé à réaliser une comparaison entre ces deux groupes sachant celle-ci biaisée. Une étude prospective permettrait de sélectionner avec plus de rigueur les groupes sélectionnés et d'éviter ce type de biais.

La comparaison préopératoire de ces deux groupes ne montre pas de différence significative en ce qui concerne la répartition des sexes, la proportion des races et l'âge des animaux lors de l'opération. Toutefois, on remarque que la proportion d'arthroscopie pour effectuer l'EFPC a été très nettement supérieure dans le groupe traité par EFPC uniquement comparé au groupe traité par EFPC et OUD. Cette constatation pourrait amener à penser que la comparaison est biaisée par la différence de technique chirurgicale utilisée pour l'EFPC dans chaque groupe. Or nous avons montré dans cette étude que le type d'intervention chirurgicale pour réaliser l'EFPC (arthroscopie ou arthrotomie) n'a pas d'incidence sur les résultats cliniques à 2, 6 mois et plus d'1 an. D'ailleurs une récente étude prospective utilisant les analyses de plateau de marche n'a pas identifié de différence significative entre ces deux techniques en ce qui concerne la cinétique des membres étudiés lors de contrôle postopératoire entre 2 et 29 jours.<sup>11</sup>

### **2/ TECHNIQUES CHIRURGICALES**

L'EFPC a été réalisée par retrait des fragments et curetage des lésions sur environ

5 mm. Cependant le Docteur JF Bardet n'a pas effectué de coronoïdectomie, technique qui semble prometteuse d'après l'étude de THEYSE *et al.*<sup>53</sup> Cet auteur a contrôlé par mesures cinétiques sur plateaux de marche le suivi postopératoire à 6 mois de chiens opérés par coronoïdectomie. Il obtient 100% d'amélioration des mesures cinétiques à 6 mois postopératoire.

Lors d'arthrotomie, les dossiers rapportent trois cas de séromes postopératoires. Cette complication mineure a été traitée avec succès à l'aide de pansements compressifs. Lors d'arthroscopie, deux atteintes nerveuses périphériques ont été constatées après l'intervention,

imputables à des lésions iatrogènes du nerf médian. Elles ont été objectivées par électromyographie et vitesse de conduction nerveuse. Lors d'EFPC, aucune autre complication n'a été constatée. Les dossiers cliniques ne mentionnent pas de séquelles à long terme de ces atteintes nerveuses.

L'ostéotomie ulnaire a été décrite par GILSON *et al.* en portion proximale de la diaphyse ulnaire.<sup>18</sup> Ces ostéotomies ulnaires sont généralement stabilisées par des broches intramedullaires. Le Docteur JF Bardet a réalisé des ostéotomies ulnaires au niveau de la diaphyse ulnaire proximale sans stabilisation intramédullaire afin de permettre une bascule de l'ulna proximal et un rétablissement de la congruence articulaire.<sup>3</sup> Les complications de l'oud décrites dans la littérature sont les fractures ou fissures articulaires et les synostoses radio-ulnaires.<sup>18,32</sup> Ces complications n'ont pas été rencontrées pour les 45 ulnae inclus dans l'étude. Cependant nous avons constaté 17 cas de fractures ulnaires au niveau du site d'ostéotomie imputables à l'utilisation d'un ostéotome au lieu d'une scie oscillante et de cicatrisation osseuse ulnaire retardée sur 2 à 3 mois environ avec important cal fracturaire pour 60 % des patients sans conséquence clinique à long terme imputable à la non-stabilisation l'ostéotomie. Il faut tout de même remarquer que cette opération est douloureuse pour le patient pendant 1 à 3 mois et que celui-ci doit recevoir des anti-inflammatoires non-stéroïdiens si nécessaire durant cette convalescence ce qui explique certains résultats cliniques moyen lors du contrôle 2 mois après l'opération pour le groupe traité par oud.

### 3/ SUIVI CLINIQUE

Comme dans toute étude rétrospective, nous avons du recueillir les données notées sur les dossiers des patients. Ces données sont l'appréciation du Docteur JF Bardet lors de l'examen clinique à 2, 6 mois et plus d'1 an. Ces données sont soumises à la subjectivité d'un seul examen orthopédique et à l'évolution de l'expérience du chirurgien sur dix ans. Cette étude rétrospective ne prend en compte que l'analyse clinique d'un chirurgien et non l'appréciation subjective des propriétaires du patient comme cela est parfois le cas dans d'autres études. Cependant on aurait pu inclure dans l'évaluation clinique les appréciations des propriétaires qui donnent des informations supplémentaires sur les caractéristiques et la fréquence de la boiterie : boiterie à l'effort ou au repos, périodique ou permanente. Pour objectiver l'amélioration clinique, une autre méthode consiste à mesurer le développement des masses musculaires. Cette méthode quantitative doit être mise en œuvre sur des animaux avec une atteinte unilatérale car la comparaison s'effectue entre le membre sain et le membre traité (chaque chien est donc son propre témoin). Etant donné le fort pourcentage d'atteintes bilatérales lors de FPC, cette méthode est difficile à mettre en pratique.

Une étude cinétique sur plateau de marche permettrait d'objectiver et de quantifier l'amélioration clinique, par exemple avec une mesure cinétique pré et 6 mois ou 1 an postopératoire. La quantification cinétique apporterait une preuve inéluctable de l'amélioration biomécanique.

Lors des suivis cliniques à 2,6 mois et plus d'1 an postopératoire, tous les patients traités chirurgicalement n'ont pas été contrôlés. Cette perte d'information propre à une étude rétrospective pourrait être minimisée par une étude prospective dans laquelle la planification des contrôles oblige un suivi à périodes fixées au préalable.

## 4/ EVALUATION RADIOGRAPHIQUE

### a/ Evaluation de l'arthrose

L'évolution arthrosique est évaluée par la taille des ostéophytes au niveau de plusieurs localisations. Ces mesures radiographiques ont été réalisées par l'auteur. Du fait de sa nature semi-quantitative, elle s'avère relativement précise pour évaluer l'arthrose. Cependant la variabilité de la qualité des clichés et de l'incidence des projections radiographiques ont pu partiellement diminuer la précision de ces mesures.

D'après cette étude, le groupe traité par EFPC associée à une OUD a une proportion postopératoire d'ostéophytose au niveau du processus anconé de taille supérieure ou égale à 2 mm, inférieure au groupe traité par EFPC uniquement. Le fait que la taille des ostéophytes au niveau du processus anconé soit statistiquement comparable dans les deux groupes sur les clichés préopératoires permet d'affirmer que l'évolution de l'ostéophytose au niveau du processus anconé est moindre dans le groupe traité par OUD. Toutefois l'évolution arthrosique mesurée par la taille des ostéophytes au niveau des autres localisations a été comparable en pré et postopératoire dans les deux groupes.

L'étude de LANG *et al.* a montré que l'évaluation de l'ostéophytose au niveau du processus anconé était d'une grande sensibilité.<sup>29</sup> La mesure de cette ostéophytose peut être considérée comme un bon indicateur de l'arthrose du coude. On peut donc émettre l'hypothèse que l'évolution arthrosique ait diminuée lors de traitement par OUD.

### b/ Evaluation de l'incongruence

Cette étude a pour objectif de comparer les résultats radiographiques après EFPC avec ou sans OUD. Le critère utilisé pour décider de la réalisation d'une OUD a été la présence d'une subluxation radio-ulnaire sur les clichés radiographiques préopératoires en incidence médiolatérale. Cependant cette méthode s'avère relativement peu sensible et spécifique.<sup>35,37</sup> L'évaluation radiographique de cette étude a été réalisée par un seul lecteur, l'auteur, et de ce fait a permis une standardisation des données recueillies. La spécificité et la sensibilité de l'évaluation de la subluxation radio-ulnaire pourrait être améliorée par l'examen tomodensitométrique du coude et par l'arthroscopie.<sup>35,50</sup> En effet le scanner permet d'obtenir de fine coupe coronale (dans le plan parasagittal) de l'articulation humero-radio-ulnaire et ainsi d'établir avec précision la présence d'une incongruence radio-ulnaire. De même comme l'ont mentionné certains auteurs, l'examen arthroscopique du coude permet de déceler la marche d'escalier entre le radius et l'ulna, cependant la mesure de l'incongruence s'avère plus difficile par cette méthode.<sup>2,57</sup>

Le fait que les mesures radiographiques de l'incongruence radio-ulnaire aient été significativement différentes avant l'opération et non 6 mois après celle-ci entre les groupes traités par EFPC et OUD et EFPC uniquement peut être une constatation en faveur du déplacement dynamique et de la rotation de l'ulna proximal induite par l'ostéotomie ulnaire. Cette bascule de l'ulna proximal est d'ailleurs objectivée sur les clichés postopératoires immédiats par l'élargissement de la fracture d'ostéotomie. Cependant la progression arthrosique associée à une faible sensibilité et spécificité de la méthode d'évaluation radiographique peut fausser ces résultats.

## **B/ PRONOSTIC CLINIQUE DES TRAITEMENTS** **DE LA FRAGMENTATION DU PROCESSUS CORONOÏDE**

Le traitement de la FPC demeure controversé. Les études rétrospectives après EFPC rapportent des pourcentages de bons résultats cliniques variant de 50 à 70 %.<sup>7,9,21,36,48</sup> Des résultats cliniques comparables entre l'EFPC et le traitement conservateur ont été rapportés par certaines études.<sup>5,8,21,36,48</sup> Les résultats cliniques obtenus dans notre étude ont été bons pour 66 à 83 % des coudes opérés par EFPC. Cependant quelle que soit la technique de traitement de la FPC, une évolution inéluctable de l'arthrose du coude est décrite dans toutes les études.<sup>5,8,9,21,36,48,57</sup>

Un tel échec pour stopper l'évolution de l'arthrose et pour améliorer la condition clinique implique un échec partiel des traitements de cette affection. Il est toutefois reconnu que le fait de retirer les fragments du processus coronoïde permet l'excision d'un élément intra-articulaire générateur d'arthrose et que l'arthrose est un phénomène auto-entretenu.

Cependant les résultats cliniques lors d'EFPC dépendent de l'âge du patient lors de la chirurgie. Si le chien est opéré avant l'âge de 8 mois, les résultats cliniques à long terme sont meilleurs que lors d'une EFPC après l'âge de 8 mois. En effet dans notre étude, 92 % des chiens opérés avant l'âge de 8 mois ont de bons résultats cliniques après 1 an postopératoire contre 68 % des chiens opérés après l'âge de 8 mois. Ces résultats sont en accord avec ceux de BRUNNBERG et ALLGOEWER.<sup>10</sup> Ces auteurs ont en effet trouvé que les résultats cliniques 6 à 12 mois après EFPC sont meilleurs si les chiens sont traités avant l'âge de 6 mois. On remarque d'ailleurs sur la courbe de Kaplan-Meier que le taux de bon résultat cumulé au cours du temps reste constant pour le groupe traité par EFPC avant 8 mois alors qu'il diminue progressivement pour le groupe traité par EFPC après 8 mois. La clinique des animaux traités par EFPC après 8 mois se dégrade donc au cours du temps. Ce résultat peut-être mis en parallèle avec l'évolution arthrosique du coude et les symptômes cliniques associés.

Le coude est une articulation complexe comprenant les articulations huméro-radiale, huméro-ulnaire et radio-ulnaire proximale. L'étude biomécanique de PRESTON *et al* a permis d'identifier les zones de contact de cette articulation : la surface radiale, la surface crâniolatérale de l'incisure trochléaire et la base de la surface du processus coronoïde médial.<sup>45</sup> L'incongruence radio-ulnaire, résultat d'une croissance asynchrone entre le radius et l'ulna pourrait résulter en un élargissement de l'articulation huméro-radiale et d'une marche d'escalier entre le radius et l'ulna. L'anomalie résultante pourrait entraîner une surcharge mécanique sur le processus coronoïde médial. Chez le jeune chien, le processus coronoïde médial entièrement composé de cartilage pourrait prédisposer celui-ci à une fragmentation lors de contrainte mécanique.<sup>50</sup> Si cette incongruence de l'articulation radio-ulnaire est la cause primaire, les mauvais résultats après traitement conservateur et exérèse chirurgicale des fragments semblent inévitables.

BARDET et BUREAU, THOMSON et ROBINS et NESS rapportent de bons résultats cliniques après ostéotomie ulnaire proximale pour le traitement de la dysplasie du coude associée à une FPC, entre 93 et 100% de bons résultats.<sup>3,39,54</sup> Le but de cette intervention est de diminuer les contacts huméro-ulnaires et permettre un basculement de l'ulna proximal diminuant la marche d'escalier entre le radius et l'ulna et donc l'incongruence du coude. Cette chirurgie doit également permettre de rétablir le contact huméro-radial. D'ailleurs PRESTON *et al.* rapportent des résultats similaires lors d'une étude biomécanique après ostectomies ulnaires.<sup>46</sup> Comparables aux résultats mentionnés dans la littérature, les résultats cliniques obtenus dans notre étude ont été bons pour 86 à

100 % des coudes opérés par EFPC et OUD. Les bons résultats de ce traitement chirurgical sont en faveur du fait que la FPC soit une conséquence d'une incongruence radio-ulnaire.

Sur la courbe de Kaplan-Meier comparant les groupes traités par EFPC associé ou non à une OUD, on remarque que le groupe traité par OUD a un taux de bons résultats constants au cours du temps alors que le groupe traité par EFPC uniquement a un taux de bons résultats qui diminue au cours du temps. Comme pour la comparaison des groupes traités par EFPC avant et après 8 mois, cette représentation graphique peut être mise en relation avec une évolution arthrosique et ses symptômes cliniques associés. De plus, nous avons démontré que l'âge du patient lors d'OUD n'a pas d'influence sur les résultats cliniques. Ces constatations peuvent permettre d'émettre l'hypothèse que l'OUD traite la cause primaire de la FPC : l'incongruence du coude. Cependant cette technique invasive comporte un suivi postopératoire lourd, la convalescence pouvant être douloureuse pendant 1 à 2 mois.

Une autre option chirurgicale pour diminuer l'incongruence radio-ulnaire serait d'effectuer une coronoïdectomie, technique par laquelle une partie du processus coronoïde médial est retirée. Certains auteurs conseillent cette technique et une étude cinétique par plateau de marche rapporte l'amélioration biomécanique de patients traités par coronoïdectomie lors de contrôle postopératoire à 6 mois.<sup>50,53</sup>



## **CONCLUSION**

La FPC est une affection commune chez les races de grand format et plus particulièrement dans notre étude chez le Labrador Retriever, le Rottweiler, le Berger-Allemand et le Bouvier Bernois et atteint majoritairement les mâles.

Le pronostic clinique à long terme (supérieur à 1 an postopératoire) après exérèse chirurgicale des fragments du processus coronoïde est amélioré par la réalisation d'une ostéotomie ulnaire dynamique lors de suspicion d'incongruence radio-ulnaire sur les clichés radiographiques des coudes en incidence médiolatérale. Cette étude rapporte de bons résultats cliniques lors d'EFPC associée à une OUD dans 86 à 100 % des cas. Si seule une exérèse chirurgicale de la lésion est effectuée, le pronostic clinique est amélioré si elle est réalisée avant l'âge de 8 mois.

De plus il semble que l'évolution arthrosique soit ralentie par l'utilisation de l'OUD.

Cependant l'OUD est une intervention invasive qui est suivie d'une convalescence douloureuse d'environ 2 mois et de retards de cicatrisation lorsqu'elle n'est pas stabilisée par des broches intramedullaires.

De nombreuses questions concernant cette technique demeurent à notre connaissance sans réponse :

- 1) Tous les chiens atteints de FPC doivent-ils être opérés ?
- 2) Doit-on effectuer une OUD après une EFPC sans signe radiographique de subluxation radio-ulnaire ?
- 3) Quel est l'âge optimal pour réaliser une OUD ?
- 4) Quel doit être le type de dysplasie opéré par OUD ?
- 5) Doit-on effectuer une OUD ou une coronoïdectomie lors de diagnostic d'une incongruence radio-ulnaire ?
- 6) Quel doit être le site exact de l'ostéotomie ?
- 7) L'ostéotomie ulnaire doit-elle être stabilisée par une broche intramedullaire ?

# **BIBLIOGRAPHIE**

1. ANDERSON SM, LIPPINCOTT CL, SCHULMAN AJ. Longitudinal myotomy of the flexor carpi radialis : A new approach to the medial aspect of the elbow joint. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 1989, 25, 499-503.
2. BARDET JF. Arthroscopy of the elbow in dogs : Part II. *Vet. Comp. Ortho. Trauma.*, 1997, 10, 60-66.
3. BARDET JF, BUREAU S. La fragmentation du processus coronoïde chez le chien : étude rétrospective de 83 coudes traités par ostéotomie ulnaire proximale de raccourcissement. *Pratique Médicale et Chirurgicale de l'Animal de Compagnie*, 1996, 31, 451-463.
4. BARONE R. *Anatomie comparée des mammifères domestiques, tome 2 : arthrologie et myologie*. Paris : Vigot, 1980, 983p.
5. BENNETT D, DUFF RI, KENE RO. Osteochondritis dissecans and fragmentation of the coronoid process in the elbow joint of the dog. *Vet. Rec.*, 1981, 109, 329-336.
6. BERRY CR. Evaluation of the canine elbow for fragmented medial coronoid process. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 1992, 33, 273-276
7. BERZON JL, QUICK CB. Fragmented coronoid process : Anatomical, clinical, and radiographic considerations with case analysis. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 1980, 16, 241-251.
8. BOUCK GR, MILLER CW, TAVES CL. A comparison of surgical and medical treatment of fragmented coronoid process and osteochondritis dissecans of the canine elbow. *Vet. Comp. Orthop. Trauma.*, 1995, 8, 177-183.
9. BOULAY JP. Fragmented medial coronoid process of the ulna in the dog. *Vet. Clinics North Am. : Small animal Practice*, 1998, 28, 51-73.
10. BRUNNBERG L, ALLGOEWER I. Age-related results of the treatment of elbow dysplasia (FCP) in the Bernese Mountain dog. *Vet. Comp. Ortho. Trauma.*, 1996, 9, 65-68.
11. BUBENIK LJ, JOHNSON SA, SMITH M.M, HOWARD RD, BROADSTONE RV. Evaluation of lameness associated with arthroscopy and arthrotomy of the normal canine cubital joint. *Vet. Surg.*, 2002, 31, 23-31.
12. CARPENTER LG, SCWARZ PD, LOWRY JE, PARK RD, STEYN PF. Comparison of radiologic imaging techniques for diagnosis of fragmented medial coronoid process of the cubital joint in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1993, 203, 78-83.

13. COLLINS KE, CROSS AR, LEWIS DD, ZAPATA J, RAPOFF A. Comparison of the radius curvature of the ulnar trochlear notch of Rottweilers and Greyhounds using 3-D digitization. *Vet. Surg.*, 1999, 28, 389.
14. DENNY HR, GIBBS C. The surgical treatment of osteochondritis dissecans and ununited coronoid process in the canine elbow joint. *J. Small Anim. Pract.*, 1980, 21, 323-331.
15. EVANS HE. *Miller's anatomy of the dog*. 3<sup>rd</sup> ed. Philadelphia : WB Saunders Company, 1993, 854p.
16. FLO GL. Surgical removal of fragmented coronoid processes and fractured anconeal process in an older dog with evidence of severe degenerative joint disease. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1998, 213, 1780-1782.
17. FOX SM, WALKER AM. Identifying and treating the primary manifestations of osteochondrosis of the elbow. *Vet. Med.*, 1993, 88, 132-146.
18. GILSON SD, PIERMATTEI DL, SCWARZ PD. Treatment of humeroulnar subluxation with a dynamic proximal ulnar osteotomy : a review of 13 cases. *Vet. Surg.*, 1989, 18, 114-122.
19. GORING RL, BEALE BS. Fractured medial coronoid process in a racing greyhound. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 1990, 26, 157-160.
20. GORING RL, BLOOMBERG MS. Selected developmental abnormalities of the canine elbow : radiographic evaluation and surgical management. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.*, 1983, 5, 178-188.
21. GRONDALEN J. Arthrosis in the elbow joint of young rapidly growing dogs. III. Ununited medial coronoid process of the ulna and osteochondritis dissecans of the humeral condyle. Surgical procedure for correction and post-operative investigation. *Nord Vet. Med.*, 1979, 21, 520-527.
22. GRONDALEN J, LINGAAS F. Arthrosis in the elbow joint of young rapidly growing dogs : a genetic investigation. *J. Small Anim. Pract.*, 1991, 32, 460-464.
23. GUTHRIE S, PIDDUCK HG. Heritability of elbow osteochondrosis within a closed population of dogs. *J. Small Anim. Pract.*, 1990, 31, 93-96.
24. GUTHRIE S, PLUMMER JM, VAUGHAN LC. Aetiopathogenesis of canine elbow osteochondrosis : a study of loose fragments removed at arthrotomy. *Research Vet. Science*, 1992, 52, 284-291.
25. GUTHRIE S, PLUMMER JM, VAUGHAN LC. Post natal development of the canine elbow joint : a light and electron microscopical study. *Research Vet. Science*, 1992, 52, 67-71.
26. HENRY WB. Radiographic diagnosis and surgical management of fragmented medial coronoid process in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1984, 184, 799-805.

27. HORNOF WJ, WIND AP, WALLACK ST, SCHULZ KS. Canine elbow dysplasia. *Vet. Clinics North. Am.: Small Anim. Pract.*, 2000, 30(2), 257-266.
28. KIRBERGER RM, FOURIE SL. Elbow dysplasia in the dog : pathophysiology, diagnosis and control. *J. S. Afr. Vet. Ass.*, 1998, 69, 43-54.
29. LANG J, BUSATO A, BAUMGARTNER D, FLÜCKIGER M, WEBER UT. Comparison of two classification protocols in the evaluation of elbow dysplasia in the dog. *J. Small. Anim. Pract.*, 1998, 39, 169-174.
30. LEBUGLE L. *La fragmentation du processus coronoïde médial du coude chez le chien. A propos de 57 cas traités chirurgicalement.* Thèse Méd. Vét., Alfort, 1998, n°37, 100pp.
31. LEWIS PD, PARKER RB, HAGER DA. Fragmented medial coronoid process of the canine elbow. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.*, 1989, 11, 703-716.
32. MACPHERSON GC, JOHNSON KA. Radio-ulnar synostosis complicating partial mid-diaphyseal ulnar ostectomy in growing dogs. *Vet. Comp. Ortho. Trauma.*, 1992, 5, 26-30.
33. MACPHERSON GC, LEWIS DD, JOHNSON KA, ALLEN GS, YOVICH JC. Fragmented coronoid process associated with premature distal radial physeal closure in four dogs. *Vet. Comp. Orthop. Trauma.*, 1992, 5, 93-99.
34. MÄKI K, LIINAMO AE, OJALA M. Estimates of genetic parameter for hip and elbow dysplasia in finnish Rottweilers. *J. Anim. Sci.*, 2000, 78, 1141-1148.
35. MASON DR, SCHULZ KS, SAM II VF, FUJITA Y, HORNOF WJ, HERRGESELL EJ *et al.* Sensitivity of radiographic evaluation of radio-ulnar incongruence in the dog in vitro. *Vet. Surg.*, 2002, 31, 125-132.
36. MASON TA, LAVELLE RB, SHIPPER SC, WRIGLEY WR. Osteochondrosis of the elbow joint in young dogs. *J. Small Anim. Pract.*, 1980, 21, 641-656.
37. MURPHY ST, LEWIS DD, SHIROMA JT, NEUWIRTH LA, PARKER RB. Effect of radiographic positioning on interpretation of cubital joint congruity in dogs. *Am. J. Vet. Res.*, 1998, 59, 1351-1357.
38. MIYABAYASHI T, TAKIGICHI M, SCHRADER SC, BILLER DS. Radiographic anatomy of the medial coronoid process of dogs. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 1995, 31, 125-132.
39. NESS MG. Treatment of fragmented coronoid process in young dogs by proximal ulnar osteotomy. *J. Small Anim. Pract.*, 1998, 39, 15-18.
40. OLSSON SE. General and aetiologic factors in canine osteochondrosis. *Vet. Quarterly*, 1987, 9, 268-278.
41. OLSSON SE. The early diagnosis of fragmented coronoid process and osteochondritis dissecans of the canine elbow joint. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 1983, 19, 616-626.

42. PADGETT GA, MOSTOSKY UV, PROBST CW, THOMAS M.W., KRECKE CF. The inheritance of osteochondritis dissecans and fragmented coronoid process of the elbow joint in labrador retrievers. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 1995, 31, 327-330.
43. PIERMATTEI DL. Abord de la face médiale du condyle huméral et du processus coronoïde médial de l'ulna. *IN* : PIERMATTEI DL, editor. *Voies d'abord en chirurgie ostéo-articulaire du chien et du chat*. Maisons-Alfort : Ed Point Vétérinaire, 1993, 190-198.
44. PRESNELL KR. Surgical treatment of fragmented medial coronoid process. *IN* : BOJRAB MJ, ELLISON GW, SLOCUM B, editors. *Current techniques in small animal surgery*. 4<sup>th</sup> ed. Baltimore : Williams and Wilkins, 1997, 1090-1094.
45. PRESTON CA, SCHULZ KS, KASS PH. In vitro determination of contact areas in the normal elbow joint of dogs. *Am. J. Vet. Res.*, 2000, 10, 1315-1321.
46. PRESTON CA, SCHULZ KS, TAYLOR KT, KASS PH, HAGAN CE, STOVER SM. In vitro experimental study of the effect of radial shortening and ulnar ostectomy on contact patterns in the elbow joint of dogs. *Am. J. Vet. Res.*, 2001, 62, 1548-1556.
47. PROBST CW, FLO GL, MCLOUGHLIN MA, DECAMP CE. A simple medial approach to the canine elbow for the treatment of fragmented coronoid process and osteochondritis dissecans. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 1980, 25, 331-334.
48. READ RA, ARMSTRONG SJ, O'KEEFE JD, EGER CE. Fragmentation of the medial coronoid process of the ulna in dogs : a study of 109 cases. *J. Small Anim. Pract.*, 1990, 31, 330-334.
49. RICHARDSON DC, ZENTEK J. Nutrition and osteochondrosis. *Vet. Clinics North Am.: Small Anim. Pract.*, 1998, 28, 115-135.
50. SCHWARZ PD. Canine elbow dysplasia. *In* : BONAGURA JD, editors. *Kirk's current veterinary therapy XIII small animal practice*. Philadelphia : W.B. Saunders Company : 2000, 1004-10014.
51. SNAPS FR, BALLIGAND MH, SAUNDERS JH, PARK RD, DONDELINGER RF. Comparison of radiography, magnetic resonance imaging, and surgical findings in dogs with elbow dysplasia. *Am. J. Vet. Res.*, 1997, 58, 1367-1370.
52. STUDDERT VP, LAVELLE RB, BEILHARZ RG, MASON TA. Clinical features and heritability of osteochondrosis of the elbow in labrador retrievers. *J. Small Anim. Pract.*, 1991, 32, 557-563.
53. THEYSE LFH, HAZEWINKEL HAW, VAN DEN BROM WE. Force plate analysis before and after surgical treatment of unilateral fragmented coronoid process. *Vet. Comp. Orthop. Trauma.*, 2000, 13, 135-140.
54. THOMSON MJ, ROBINS GM. Osteochondrosis of the elbow : a new approach to treatment. *Aust. Vet. J.*, 1995, 72, 375-378.

55. TOBIAS TA, MIYABAYASKI T, OLMSTEAD ML, HEDRICK L Surgical removal of fragmented medial coronoid process in the dog : comparative effects of surgical approach and age at the time of surgery. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 1994, 30, 360-368.
56. UBBINK GJ, HERMAN AW, HAZEWINKEL AW, VAN DE BROEK J, ROTHUIZEN J. Familial clustering and risk analysis for fragmented coronoid process and elbow joint incongruity in Bernese Mountain Dogs in the Netherlands. *Am. J. Vet. Research*, 1999, 60, 1082-1087.
57. VAN BREE H, VAN RYSSEN B. Diagnostic and surgical arthroscopy in osteochondrosis lesions. *Vet. Clinics North Am. : Small Anim. Pract.*, 1998, 28, 161-189.
58. VAN RYSSEN B, VAN BREE H. Arthroscopic findings in 100 dogs with elbow lameness. *Vet. Rec.* 1997, 140, 360-362.
59. VOORHOUT G, HAZEWINKEL HAW. Radiographic evaluation of the canine elbow joint with special reference to the medial humeral condyle and the medial coronoid process. *Veterinary Radiology*, 1987, 28, 158-165.
60. WALDE I, TELLHELM B. Fragmented medial coronoid process of the ulna (FCP) and osteochondritis dissecans (OCD) of the canine elbow and hock joint. A review of literature, diagnosis and therapy. *European Journal of Companion Animal Practice*, 1992, 3, 41-51.
61. WIND AP. Elbow incongruity and developmental elbow disease in the dog : Part I. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 1986, 22, 711-724.
62. WIND AP. Elbow incongruity and developmental elbow disease in the dog : Part II. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 1986, 22, 725-730.
63. WOSAR MA, LEWIS DD, NEUWIRTH L, PARKER RB, SPENCER CP, KUBILIS PS et al. Radiographic evaluation of elbow joints before and after surgery in dogs with possible fragmented medial coronoid process. *J. Am. Vet. Med. Ass.* , 1999, 214, 52-58.
64. WOOD AKW, MCCARTHY PH, HOWLETT CR. Anatomic and radiographic appearance of a sesamoid bone in the tendon of origin of the supinator muscle of dogs. *Am. J. Vet. Res.*, 1985, 46, 2043-2047.