
**CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DU TRAITEMENT
ARTHROSCOPIQUE DE L'OSTÉOCHONDRITE
DISSÉQUANTE DU RELIEF INTERMÉDIAIRE
DU TIBIA DISTAL CHEZ LE CHEVAL :
ÉTUDE RÉTROSPECTIVE SUR 110 TROTTEURS FRANÇAIS
OPÉRÉS EN BASSE-NORMANDIE (1993-2002)**

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ÉTAT

*présentée et soutenue publiquement en 2005
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Diane, Jeanne, Adrienne LIENASSON
Née, le 27 avril 1979 à PARIS (75)

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Louis-Marie DESMAIZIERES

JURY

PRESIDENT :

M. Paul BONNEVIALLE

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEUR :

M. Louis-Marie DESMAIZIERES
M. Didier MATHON

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITE :

M. Jean-Marc BETSCH

Vétérinaire équin à MEHEUDIN dans l'Orne

Toulouse 2005

NOM : Liénasson

PRENOM : Diane

TITRE : Contribution à l'étude du traitement arthroscopique de l'ostéochondrite disséquante du relief intermédiaire du tibia distal chez le cheval : étude rétrospective sur 110 trotteurs français opérés en Basse-Normandie (1993-2002)

RESUME :

L'ostéochondrose est l'une des affections orthopédiques majeures du jeune cheval en croissance. Son étiologie recèle encore de nombreuses zones d'ombre. Elle se manifeste sous diverses formes dont l'ostéochondrite disséquante à l'origine des fragments ostéochondraux intra articulaires ou « souris » articulaires. La région du jarret et en particulier, l'articulation tarso-crurale, est fréquemment atteinte ainsi que le boulet chez le cheval. Le diagnostic est facilement posé par la clinique et l'imagerie. Le traitement le plus couramment proposé est l'arthroscopie dont les techniques et l'instrumentation n'ont cessé d'évoluer. Une description synthétique de l'ostéochondrose puis de la chirurgie est ici proposée. Une étude rétrospective sur une population de trotteurs français vient illustrer les divers aspects des résultats sportifs obtenus après chirurgie.

MOTS-CLEFS :

CHEVAL, CHIRURGIE, OSTEOCHONDROSE, ARTHROSCOPIE, JARRET, TROTTEUR.

ENGLISH TITLE : Study of the arthroscopic surgery of the osteochondritis dissecans of the intermediate ridge of the distal tibia in the horse : a retrospective study on 110 french Trotters operated in Normandy between 1993 and 2002.

ABSTRACT :

Osteochondrosis is one of the most prevalent orthopaedic affections of the growing horse. Its aetiology is already not completely clarified. Osteochondritis dissecans is one of its manifestations and results in intra articular bony fragments known as "articular mice". Hocks and most particularly tarsocrural joints are often affected like is the fetlock joint. Diagnosis is made using clinical examination and imagery. Arthroscopic surgery is the most usually proposed treatment. Methods and surgical instruments are still improved by research. Synthetic descriptions of osteochondrosis and of the arthroscopic surgery are presented. A retrospective study on selected French Standardbred illustrates the expected results following surgical treatment.

KEY WORDS :

HORSE, SURGERY, OSTEOCHONDROSIS, ARTHROSCOPY, HOCK, STANDARDBRED.

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

Directeur	:	M.	P. DESNOYERS
Directeurs honoraires.....	:	M.	R. FLORIO
		M.	J. FERNEY
		M.	G. VAN HAVERBEKE
Professeurs honoraires.....	:	M.	A. BRIZARD
		M.	L. FALIU
		M.	C. LABIE
		M.	C. PAVAU
		M.	F. LESCURE
		M.	A. RICO
		M.	A. CAZIEUX
		Mme	V. BURGAT
		M.	D. GRIESS
		M.	J. CHANTAL
		M.	J.-F. GUELF
		M.	M. ECKHOUTTE

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **CABANIE Paul**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **DARRE Roland**, *Productions animales*
- M. **DORCHIES Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 1^{ère} CLASSE

- M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
- M. **BODIN ROZAT DE MANDRES NEGRE Guy**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **BRAUN Jean-Pierre**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **MARTINEAU Guy-Pierre**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*
- M. **MILON Alain**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
- M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*
- M. **SHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

PROFESSEURS 2^e CLASSE

- Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
- M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les industries agro-alimentaires*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootecnie*
- M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **KOLF-CLAUW Martine**, *Pharmacie - Toxicologie*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
- M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*

PROFESSEUR ASSOCIE

- M. **HENROTEAUX Marc**, *Médecine des carnivores*

INGENIEUR DE RECHERCHES

- M. **TAMZALI Youssef**, *Responsable Clinique équine*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
- M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAÎTRE DE CONFERENCES HORS CLASSE

M. JOUGLAR Jean-Yves, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

MAÎTRE DE CONFERENCES CLASSE NORMALE

M. ASIMUS Erik, *Pathologie chirurgicale*
M. BAILLY Jean-Denis, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
M. BERGONIER Dominique, *Pathologie de la Reproduction*
M. BERTAGNOLI Stéphane, *Pathologie infectieuse*
Mme BOUCRAUT-BARALON Corine, *Pathologie infectieuse*
Mlle BOULLIER Séverine, *Immunologie générale et médicale*
Mme BOURGES-ABELLA Nathalie, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. BOUSQUET-MELOU Alain, *Physiologie et Thérapeutique*
Mme BRET-BENNIS Lydie, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. BRUGERE Hubert, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
Mlle CADIERGUES Marie-Christine, *Dermatologie*
Mme CAMUS-BOUCLAINVILLE Christelle, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mme COLLARD-MEYNAUD Patricia, *Pathologie chirurgicale*
Mlle DIQUELOU Armelle, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. DOSSIN Olivier, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. FOUCRAS Gilles, *Pathologie du bétail*
Mme GAYRARD-TROY Véronique, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
M. GUERIN Jean-Luc, *Productions animales*
Mme HAGEN-PICARD Nicole, *Pathologie de la Reproduction*
M. JACQUIET Philippe, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. JAEG Jean-Philippe, *Pharmacie et Toxicologie*
M. LYAZRHI Faouzi, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. MARENDA Marc, *Pathologie de la reproduction*
M. MATHON Didier, *Pathologie chirurgicale*
Mme MESSUD-PETIT Frédérique, *Pathologie infectieuse*
M. MEYER Gilles, *Pathologie des ruminants*
M. MONNEREAU Laurent, *Anatomie, Embryologie*
Mme PRIYMENKO Nathalie, *Alimentation*
Mme RAYMOND-LETRON Isabelle, *Anatomie pathologique*
M. SANS Pierre, *Productions animales*
Mlle TRUMEL Catherine, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*
M. VERWAERDE Patrick, *Anesthésie, Réanimation*

MAÎTRE DE CONFERENCES CONTRACTUELS

M. CASSARD Hervé, *Pathologie du bétail*
N. DESMAIZIERES Louis-Marie, *Clinique équine*
M. LEON Olivier, *Elevage et santé en productions avicoles et porcines*

MAÎTRE DE CONFERENCES ASSOCIE

M. REYNOLDS Brice, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

M. CORBIERE Fabien, *Pathologie des ruminants*
Mlle LACROUX Caroline, *Anatomie pathologique des animaux de rente*
Mme MEYNADIER-TROEGELER Annabelle, *Alimentation*
M. MOGICATO Giovanni, *Anatomie, Imagerie médicale*
Mlle PALIERNE Sophie, *Chirurgie des animaux de compagnie*

Pour toi, Jean-Philippe, mon frère perdu, devenu trop tôt dormeur à ton tour...

Je te laisse ce poème.

Où que tu sois, reste fier de ta petite soeur que tu as épaulée et en qui tu n'as jamais cessé de croire. Beaucoup de ce qui m'arrive aujourd'hui est ton oeuvre...

Merci frangin...

LE DORMEUR DU VAL

*C'est un trou de verdure où chante une rivière
Accrochant follement aux herbes des haillons
D'argent ; où le soleil, de la montagne fière,
Luit : c'est un petit val qui mousse de rayons.*

*Un soldat jeune, bouche ouverte, tête nue,
Et la nuque baignant dans le frais cresson bleu,
Dort ; il est étendu dans l'herbe, sous la nue,
Pâle dans son lit vert où la lumière pleut.*

*Les pieds dans les glaïeuls, il dort. Souriant comme
Sourirait un enfant malade, il fait un somme :
Nature, berce-le chaudement : il a froid.*

*Les parfums ne font pas frissonner sa narine ;
Il dort dans le soleil, la main sur la poitrine
Tranquille. Il a deux trous rouges au côté droit.*

Arthur Rimbaud
Poésies

*Pour mon père et ma mère, soyez fiers de votre Artémis. Mon entêtement et ma réussite sont vôtres.
Merci pour la re-lecture !!!*

Pour Cendrine et Sylvain, pour avoir toujours aidé votre petite soeur à vivre ses rêves et pour y avoir cru.

Pour mes grand-mères , Aline et Claudine de tout l'amour reçu.

Pour Frédéric, Laurine, Sophie et ceux à venir...

Pour ceux déjà partis...

Pour Ghislain, pour ce coeur si doux que tu m'as offert et cette vie que nous partageons,

Pour ma Cilou, devenue ma soeur,

Pour Amande, Agnès, Cécile, Laeti, Toinou, Steph, Flo, Elise, Lulu, Sandra et tous les autres, pour tous ces délires et déboires communs...

Pour Véro, Julie et Laurent, pour cette passion équestre partagée

Pour Laura et Joëlle, pour cet internat de rêêêêve...

Pour René et Marie-Jo, pour votre soutien sans condition

Pour Bibi et Séco, miâââouw...

Pour tous ceux à que je dois de m'être hissée jusqu'ici,

Et pour ceux à qui je ne le dois pas,

Merci...

A notre Président de thèse

Monsieur le Professeur Paul BONNEVIALLE
Professeur à l'Université Paul Sabatier, Toulouse
Service de Traumatologie Orthopédie

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.
Hommages respectueux.

A notre jury de thèse

Monsieur le Docteur Louis-Marie DESMAIZIERES
Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Clinique Equine

Qui a accepté de diriger et de nous permettre de réaliser ce travail.
Qui a participé à notre formation de vétérinaire équin.
Qu'il trouve ici l'expression de notre sincère reconnaissance.

Monsieur le Docteur Didier MATHON
Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Pathologie chirurgicale

Qui a bien voulu accepter de faire partie de notre jury de thèse.
Remerciements.

Au Docteur Jean-Marc BETSCH
Vétérinaire équin à Méheudin dans l'Orne
Qui nous a confié cette enquête et a enrichi notre savoir équin.
Sincères remerciements.

TABLE DES MATIERES

I. L'ARTICULATION TARSO-CRURALE : ANATOMIE ET RAPPORTS

- A. Définition générale d'une diarthrose. P 12**
- B. Cas de l'articulation tarso-crurale ou tibiotaliennne. P 13**
 - 1. Rappels sur la région du tarse. P 13**
 - 2. Composants osseux et surfaces articulaires de l'articulation tibiotaliennne. P 15**
 - 3. Moyens d'union de la région du jarret. P 16**
 - 4. Anatomie de la synoviale tibiotaliennne. P 17**
- C. Mouvements et biomécanique de l'articulation tarso-crurale. P 18**

II. L'OSTÉOCHONDROSE : MÉCANISMES, MANIFESTATIONS ET INCIDENCE

- A. Développement normal de l'articulation et croissance de l'os. P 20**
- B. Définition de la notion d'ostéochondrose. P 22**
- C. Pathogénie. P 23**
- D. Étiologies conduisant à une ossification endochondrale anormale. P 24**
 - 1. Hypothèse héréditaire et prédisposition génétique. P 25**
 - 2. Alimentation et rationnement. P 26**
 - a. Suralimentation énergétique et azotée. P 26**
 - b. Déséquilibres ioniques (Cuivre et Zinc). P 27**
 - c. Rôles du Calcium et du Phosphore. P 28**
 - d. Autres paramètres alimentaires. P 28**
 - 3. Hypothèses métaboliques. P 29**
 - 4. Stress physiques et contraintes biomécaniques. P 29**
 - a. Paramètres de la croissance. P 29**
 - b. Effets de l'exercice et des traumatismes. P 30**
 - c. Sexe. P 32**
 - d. Périodes de naissance et conditions de croissance. P 32**
 - e. Conformation. P 33**
- E. Clinique et diagnostic de l'ostéochondrite disséquante de l'articulation tarsocrurale**

1. **Expression clinique. P 35**
 - a. **Motifs de consultation et signes cliniques. P 35**
 - b. **Examen locomoteur statique et dynamique. P 36**
2. **Examens complémentaires lors de suspicion d'ostéochondrite disséquante du tibia distal. P 37**
 - a. **Intérêts de l'imagerie. P 37**
 - **Radiographie. P 37**
 - **Échographie. P 40**
 - b. **Analyse du liquide synovial. P 41**
 - c. **Signes arthroscopiques. P 41**
3. **Diagnostic différentiel. P 42**
- F. **Incidence. P 43**

III. L'ARTHROSCOPIE : TECHNIQUES, APPLICATIONS ET RÉSULTATS

- A. **Historique et développement. P 45**
 1. **Développement chez l'Homme. P 45**
 2. **Développement chez le cheval. P 46**
 - a. **Premiers essais. P 46**
 - b. **Arthroscopie diagnostique chez le cheval. P 47**
 - c. **Indications de l'arthroscopie en médecine équine. P 49**
- B. **Instruments et matériels. P 50**
 1. **Matériel général. P 50**
 - a. **L'arthroscope, la chemise et les trocars. P 50**
 - b. **La source de lumière. P 51**
 - c. **Fluides et matériels d'irrigation. P 52**
 2. **Instruments chirurgicaux spécialisés. P 53**
 3. **Instruments motorisés de type « shaver ». P 54**
 4. **Techniques au LASER et YAG-LASER. P 55**
 5. **Sondes de coblation ou « arthrowands ». P 56**
- C. **Modes et description des techniques opératoires. P 57**
 1. **Préparation du site et du patient : cas du jarret. P 57**
 - a. **Principes généraux. P 57**
 - b. **Particularités. P 59**

- c. Préparation médicale. P 59
- 2. Repérage de la porte d'entrée des instruments et de l'arthroscope : technique générale. P 60
- 3. Voies d'abord lors d'arthroscopie du jarret proximal. P 61
 - a. Site dorso-médial ou de la « fontaine du jarret ». P 62
 - b. Site dorso-latéral. P 63
 - c. Site plantaro-médial et site plantaro-latéral ou sites des « vessigons ». P 63
- 4. Déroulement de l'arthroscopie. P 64
 - a. Mise en place de l'arthroscope. P 64
 - b. Inspection systématisée de l'articulation par voie dorsomédiale. P 65
 - c. Extraction de fragments d'ostéochondrite disséquante. P 67
 - d. Curetage du cartilage et de l'os sous-chondral. P 69
 - e. Rinçage articulaire et sortie des instruments. P 69
- D. Gestion post-opératoire. P 70
 - 1. Pansement et protection des sutures. P 70
 - 2. Gestion de l'exercice et reprise du travail. P 71
 - 3. Contrôle radiographique. P 71
 - 4. Gestion médicale. P 71
 - 5. Gestion d'une synovite persistante. P 72
- E. Complications de l'arthroscopie. P 73
- F. Résultats associés à l'utilisation de l'arthroscopie en traitement de l'OCD de l'articulation tarso-crurale. P 74

IV. ETUDE RÉTROSPECTIVE SUR 110 CAS D'OSTÉOCHONDRITE DISSÉQUANTE DE LA CRETE TIBIALE DISTALE CHEZ DES TROTTEURS FRANÇAIS DE BASSE-NORMANDIE

- A. Notions sur le Trotteur Français : élevage et courses. P 79
 - 1. L'élevage du Trotteur Français. P 79
 - a. Histoire de la race. P 79
 - b. Elevage actuel. P 80
 - 2. Carrière sportive des Trotteurs Français. P 81
 - a. Les qualifications. P 81
 - b. Durée des carrières. P 82

- c. Réformes et fins de carrières. P 82
- B. Matériels et méthode. P 83
 - 1. Population étudiée. P 83
 - 2. Catégorisation des chevaux : groupes A, B et C. P 86
 - 3. Opérateur et technique chirurgicale. P 88
 - 4. Catégorisation du devenir des chevaux opérés : enquête. P 89
- C. Résultats et analyse statistique. P 90
 - 1. Analyse statistique. P 90
 - 2. Résultats et interprétations. P 91
 - Répartitions selon le sexe
 - Répartitions selon l'âge
 - Répartitions selon le groupe d'origine
 - Répartitions selon la localisation et la gravité
 - Effet lésions simples ou multiples
 - Effet du nombre d'articulations touchées
- D. Discussion et facteurs limitants. P 97
 - 1. Facteurs limitants. P 97
 - a. Taille de l'échantillon. P 97
 - b. Appréciation de l'issue de l'opération. P 98
 - c. Qualification de « succès ». P 99
 - d. Décision d'opérer. P 99
 - 2. Discussion et conclusions. P 100
 - a. Effet du sexe au sein des groupes. P 100
 - b. Effet groupe A et groupe B. P 101
 - c. Effet de la répartition des lésions. P 101
 - d. Comparaison aux études antérieures. P 102
 - e. Conclusions et perspectives. P 103

INTRODUCTION

L'ostéochondrose est aujourd'hui l'une des affections qualifiées d'ostéo-articulaires juvéniles qui revêt une importance majeure dans la médecine vétérinaire équine. Majeure puisque sa prévalence au sein de l'espèce équine est relativement élevée ; majeure puisqu'elle occasionne des dépenses économiques conséquentes (traitement, retards pris dans le travail) ; et enfin, majeure au niveau de la sélection génétique opérée par l'élevage puisque cette affection s'avère être, dans certaines situations, héréditaire. Diagnostiquée souvent de façon précoce grâce à la mise au travail rapide de chevaux jeunes qui favorise son expression clinique, son traitement peut être géré de façon médicale ou chirurgicale. Les paramètres dont dépend le choix thérapeutique sont nombreux. Ils sont médicaux (sites lésés, clinique engendrée, nature des lésions), économiques (valeur du sujet, coût des traitements) et propres au cheval (âge, niveau et aptitude à la compétition).

Le traitement chirurgical par arthroscopie est de plus en plus proposé et pratiqué : sûr, de coût raisonnable et réalisable précocement avec des suites habituellement simples et courtes. De nombreuses études étrangères montrent que le taux de réussite atteint, en général, par cette méthode, est assez élevé. Aucune étude à grande échelle n'est disponible actuellement en France.

L'ostéochondrose affecte fréquemment, avec une moyenne de plus de deux sujets sur cinq, le Trotteur Français dans les régions du boulet et du jarret proximal. Au niveau de cette dernière région, le tenon intermédiaire du tibia distal est le site atteint dans la plus grande majorité des cas par de l'ostéochondrite disséquante. La chirurgie est réalisée de façon presque systématique dans cette race lors de la découverte de lésions silencieuses ou non.

Il est proposé ici, après quelques données sur l'anatomie de l'articulation tarso-crurale, sur la pathogénie et l'expression de l'ostéochondrose affectant cette articulation, une présentation de l'arthroscopie du jarret chez le cheval et une étude rétrospective sur 110 Trotteurs Français traités par cette technique visant à déterminer le taux de réussite associé à cette intervention chez cette race au niveau de cette articulation.

I. L'ARTICULATION TARSO-CRURALE : ANATOMIE

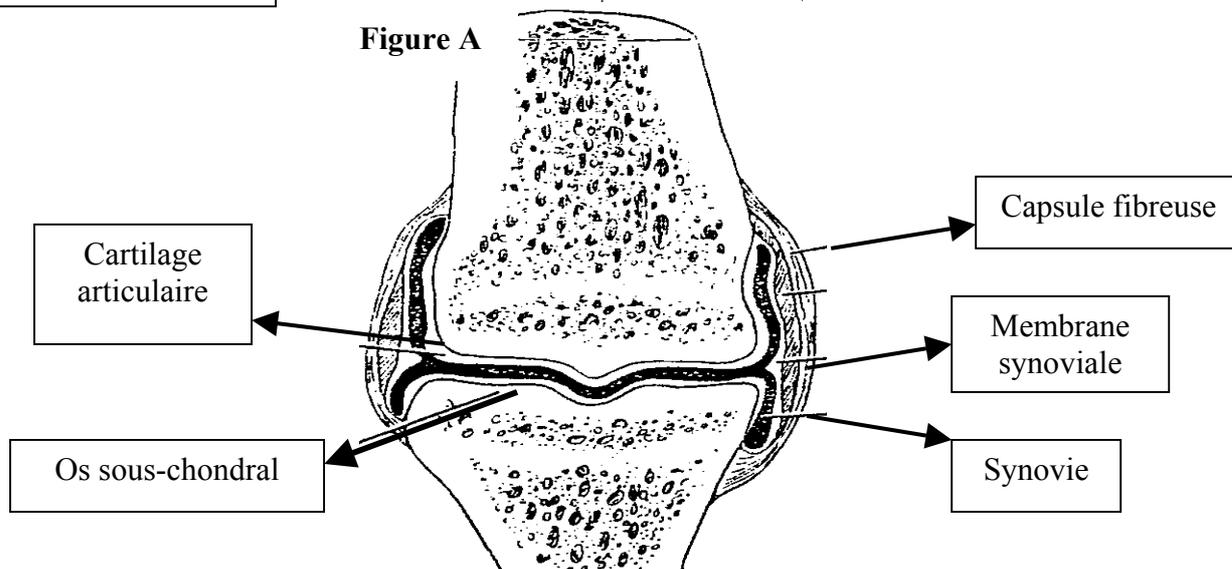
A. Définition générale d'une diarthrose (44)

L'articulation diarthrodiale, caractérisée par sa mobilité, la présence d'une cavité articulaire et d'une membrane synoviale, autrement nommée articulation synoviale (**figure A**) comporte :

- **deux épiphyses** osseuses dont les surfaces articulaires sont couvertes par du cartilage hyalin dépourvu de vascularisation sous lequel se trouve l'os sous-chondral. Ce cartilage est lisse, nacré ou bleuté, et devient transparent et rose lorsque son épaisseur diminue.
- une **capsule articulaire** dont la face interne est bordée par la membrane synoviale villositaire innervée et vascularisée sécrétant le liquide synovial : celui-ci assure un rôle lubrifiant dans les mouvements de l'articulation et nutritif pour le cartilage avasculaire. La face externe de la capsule est formée d'une membrane fibreuse mais néanmoins élastique, en continuité avec le périoste.
- une **cavité articulaire** remplie de liquide synovial issu de l'ultrafiltration du sang et délimitée par la capsule articulaire. Lorsque celle-ci se limite à sa partie synoviale, la membrane fibreuse étant très mince ou absente, se forment les récessus synoviaux ou culs-de-sac articulaires.
- des moyens de **contention** assurés par des ligaments, de nature fibreuse ou fibro-élastique dans le cas des ligaments extra articulaires et majoritairement fibreuse dans le cas des ligaments intra articulaires.

Certaines articulations possèdent des éléments complémentaires, le ménisque (cas du grasset) et le bourrelet marginal (cas de la hanche).

**Figure A : diarthrose
ou articulation
synoviale. D'après
Mac Ilwraith (54).**

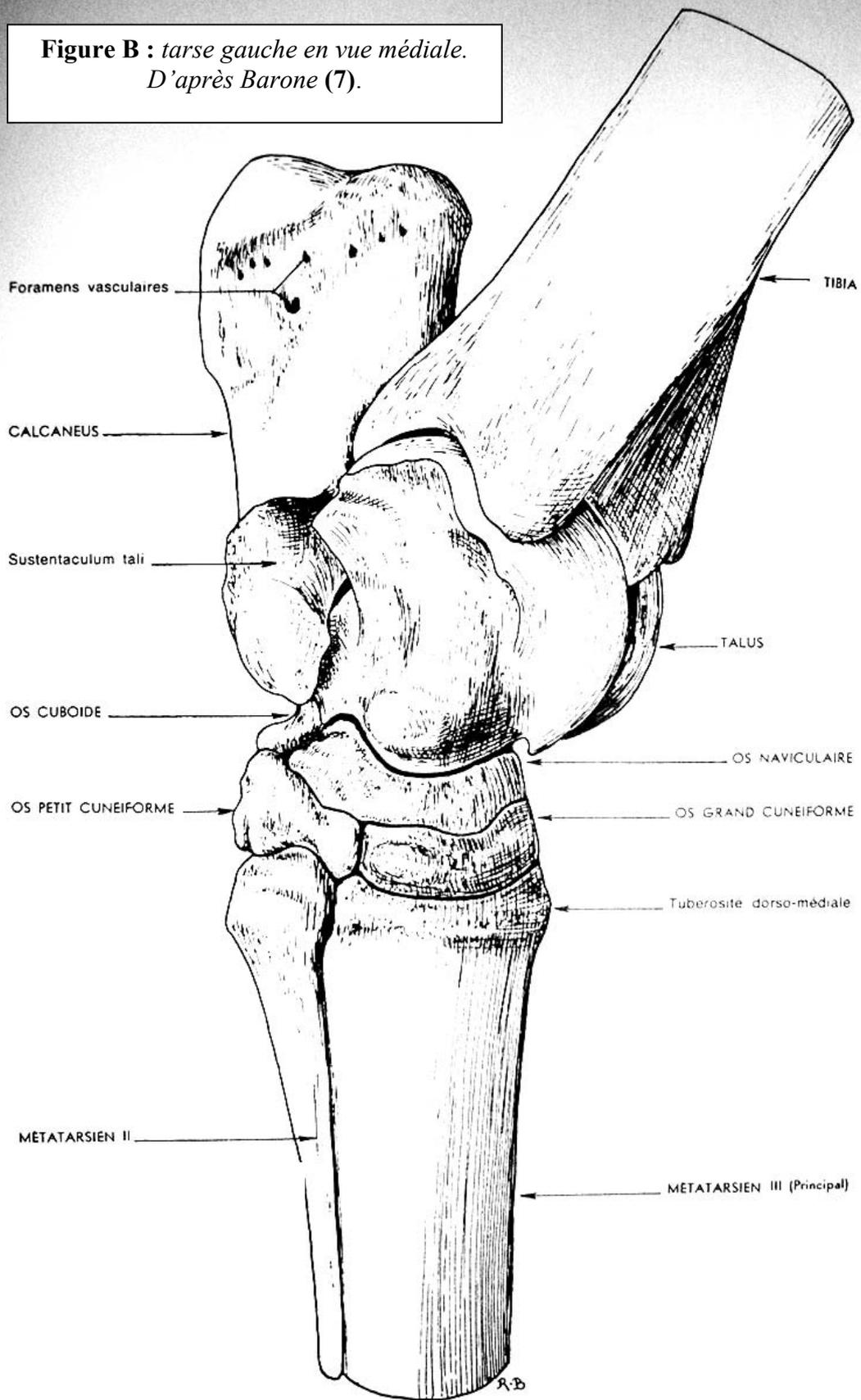


B. Cas de l'articulation tarsocrurale ou tibiotalienne (13, 77)

1. Rappels sur la région du tarse (figure B)

Le tarse ou jarret chez le cheval est une région qui comprend plusieurs articulations et les os suivants : le talus, le calcanéus, les quatre autres os tarsiens (central, tarsal III et IV et petit cunéiforme) ; le tibia, le métatarsien principal et les deux métatarsiens rudimentaires s'articulent avec ces six os tarsiens. Le tarse est séparé en plusieurs étages : l'articulation tarsocrurale, la plus proximale ; l'articulation intertarsienne proximale entre talus, calcanéus et les os central et tarsal IV ; l'articulation intertarsienne distale entre les os central, tarsal IV, petit cunéiforme et tarsal III ; enfin, l'articulation tarso-métatarsienne entre l'os canon ou métatarse III et les os tarsaux III, IV et petit cunéiforme.

Figure B : tarse gauche en vue médiale.
D'après Barone (7).



2. Composants osseux et surfaces articulaires de l'articulation tibiotaliennne :

C'est l'articulation la plus développée du jarret, face aux autres articulations peu mobiles. Les articulations tarso-crurale, talo-calcanéenne et inter tarsienne proximale communiquent entre elles.

Les deux autres articulations sont isolées et leurs synoviales ne communiquent pas dans la majorité des cas.

Cette articulation tibiotaliennne ou tarso-crurale unit le tibia distal à l'étage proximal du tarse ou jarret, c'est-à-dire principalement au talus chez le mammifère et uniquement à cet os chez les équidés (**figure C**). Proximalement, la surface est formée par la cochlée tibiale composée de deux gorges profondes limitées par le relief intermédiaire du tibia distal et par les malléoles latérale et médiale. Ce relief est, chez les équidés, très saillant et pourvu d'une fossette synoviale non recouverte de cartilage. La malléole latérale est réduite à une épiphyse correspondant au vestige de la fibula annexée au tibia. L'axe de cette surface articulaire est très marqué de façon oblique dorso-crânialement (15° face au plan sagittal) et sa concavité est indispensable aux mouvements de flexion et d'extension dans le plan de l'articulation. Distalement, la trochlée du talus possède une gorge médiane en regard du relief tibial et deux lèvres en regard des deux gorges tibiales, toutes trois étroites chez les équidés. Le revers abaxial des lèvres taliennes correspond avec la malléole ipsilatérale.

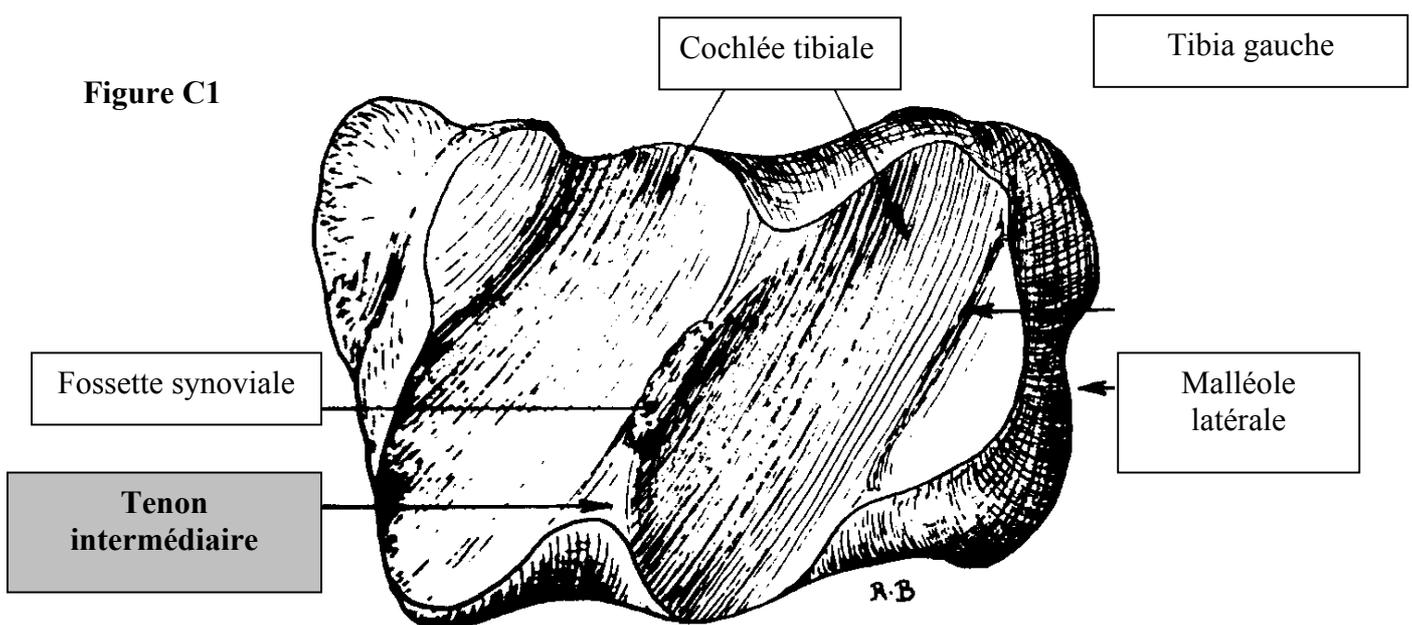


Figure C2

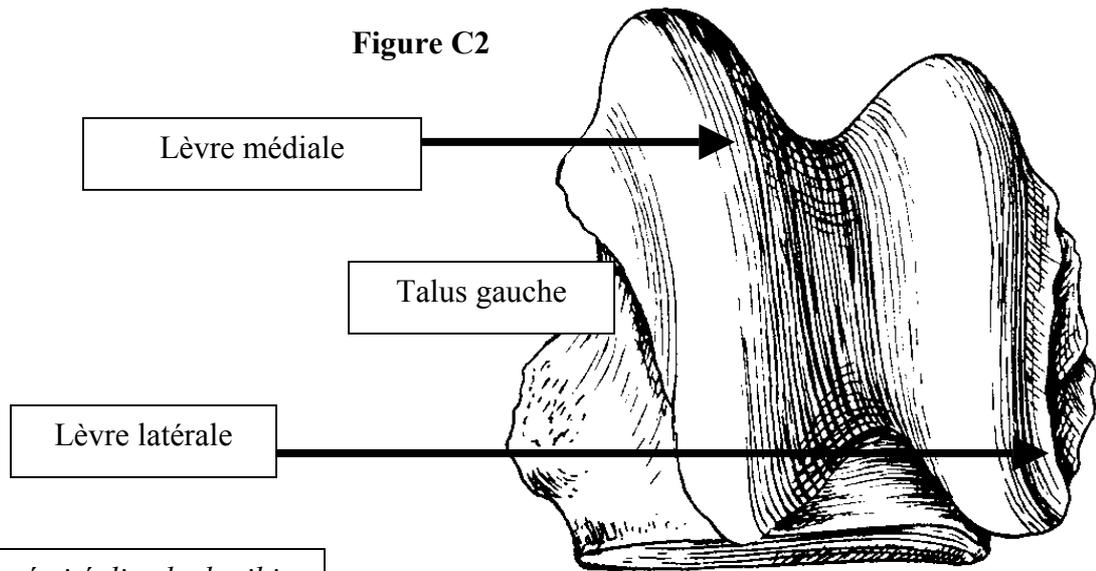


Figure C : extrémité distale du tibia gauche (C1) et face dorsale du talus gauche (C2). D'après Barone (7).

3. Moyens d'union de la région du jarret (7)

La capsule est très étendue : elle recouvre toute l'articulation et est en continuité avec les ligaments collatéraux du jarret. Elle s'attache, en région dorsale, proximale au-dessus des surfaces articulaires des os de la jambe et distalement, sur le talus principalement et sur le calcanéus. Sa membrane fibreuse joue le rôle d'un ligament commun dorsal formant un manchon : elle rejoint les ligaments collatéraux et s'avance jusqu'au métatarsien principal. La face superficielle de cette membrane commune dorsale est en relation avec les synoviales des tendons extenseurs du doigt. Du côté plantaire, la capsule s'attache proximale sur le tibia et distalement sur le talus et le sustentaculum tali du calcanéus. Cette membrane plantaire est appelée ligament plantaire proximal. Elle s'unit aux ligaments collatéraux longs et au faisceau calcanéen du ligament collatéral médial court. Le ligament tibio-talien plantaire est réduit à une mince lame fibro-élastique. Le ligament fibulo-talien plantaire n'existe pas chez les équidés.

Les ligaments collatéraux sont très développés chez le cheval. Les ligaments collatéraux latéraux sont au nombre de deux : le ligament long et le ligament court. Le ligament long débute sur la malléole latérale, caudalement au passage du sillon de l'extenseur latéral du doigt. Il descend, en s'élargissant et en déléguant des insertions sur le talus, le calcanéus et l'os cuboïde, vers la tête de l'os métatarsien IV et la partie latérale de l'os métatarsien

principal où il se termine. Il s'unit alors à la terminaison du ligament plantaire long. Le ligament court est divisé en deux faisceaux depuis l'attache commune sur la partie crâniale de la malléole latérale : l'un va s'insérer sur la partie latérale du talus et l'autre sur la partie latérale du calcaneus. Ce ligament court croise le ligament long sur sa partie profonde et se dirige distalement en région plantaire.

Les ligaments collatéraux médiaux sont un peu plus larges que les précédents. Le ligament collatéral médial long s'insère sur la malléole médiale où il est épais et funiculaire. Sur son passage en direction de l'os métatarsien II et de la partie adjacente du métatarsien III, il délègue des attaches sur la tubérosité médiale du talus, l'os central, l'os tarsal III et le petit cunéiforme. Sa partie distale s'unit, en région dorsale au ligament talométatarsien. Le ligament court prend son origine sous le ligament long et crânialement à lui sur la malléole médiale. Il croise en X sous le ligament long puis se divise en deux faisceaux vers le talus et vers le calcaneus, plus particulièrement vers la partie médiale du sustentaculum tali : ce sont les faisceaux talien et calcanéen. On retrouve de plus, chez les équidés uniquement, un faisceau complémentaire, plus profond, entièrement recouvert par la synoviale qui s'insère sur la partie distale de la malléole et sur la partie proximo-médiale du talus. En phase d'extension, les ligaments longs sont sous tension alors qu'en flexion, c'est les ligaments courts.

Enfin, les tendons puissants originaires des muscles de la jambe et les brides ou retinaculum les accompagnant complètent les moyens d'union de cette région. En région dorsale, les muscles fléchisseurs du tarse et extenseurs du doigt délèguent : le tendon extenseur dorsal du doigt et ses brides et la corde fémoro-métatarsienne. En région latérale, c'est le tendon extenseur latéral du doigt. En face plantaire, on retrouve les tendons issus des muscles fléchisseurs du doigt et extenseurs du tarse. Il s'agit de la corde du jarret formée du tendon fléchisseur superficiel du doigt et du gastrocnémien qui glisse sur le sustentaculum tali, des muscles fléchisseurs latéral et médial du doigt, du muscle tibial caudal et enfin, du tendon fléchisseur profond.

4. Anatomie de la synoviale tibiotalienne (7, 13, figure D)

Les différents renforts fibreux de la capsule articulaire ont déjà été évoqués. Il s'agit d'identifier les récessus de cette vaste synoviale aux endroits où seule persiste la membrane synoviale. On note deux larges expansions : l'une dorsale et l'autre plantaire. La zone plantaire étant séparée par le trajet du tendon fléchisseur latéral, on a donc un récessus bilobé

en une partie médiale et une latérale. Les récessus plantaires se situent de part et d'autre du calcaneus, contre les malléoles, dans le creux du jarret. Le récessus dorsal se palpe dans le pli du tarse, médialement au passage tendineux : c'est la « fontaine du jarret » sur laquelle chemine la veine saphène. L'augmentation de volume de ces cavités synoviales forme des tares molles, nommées vessigons articulaires. La connaissance des sites permettant l'accès à l'espace articulaire est indispensable, tant pour identifier leur distension que pour y accéder, par injection et/ou arthroscopie.

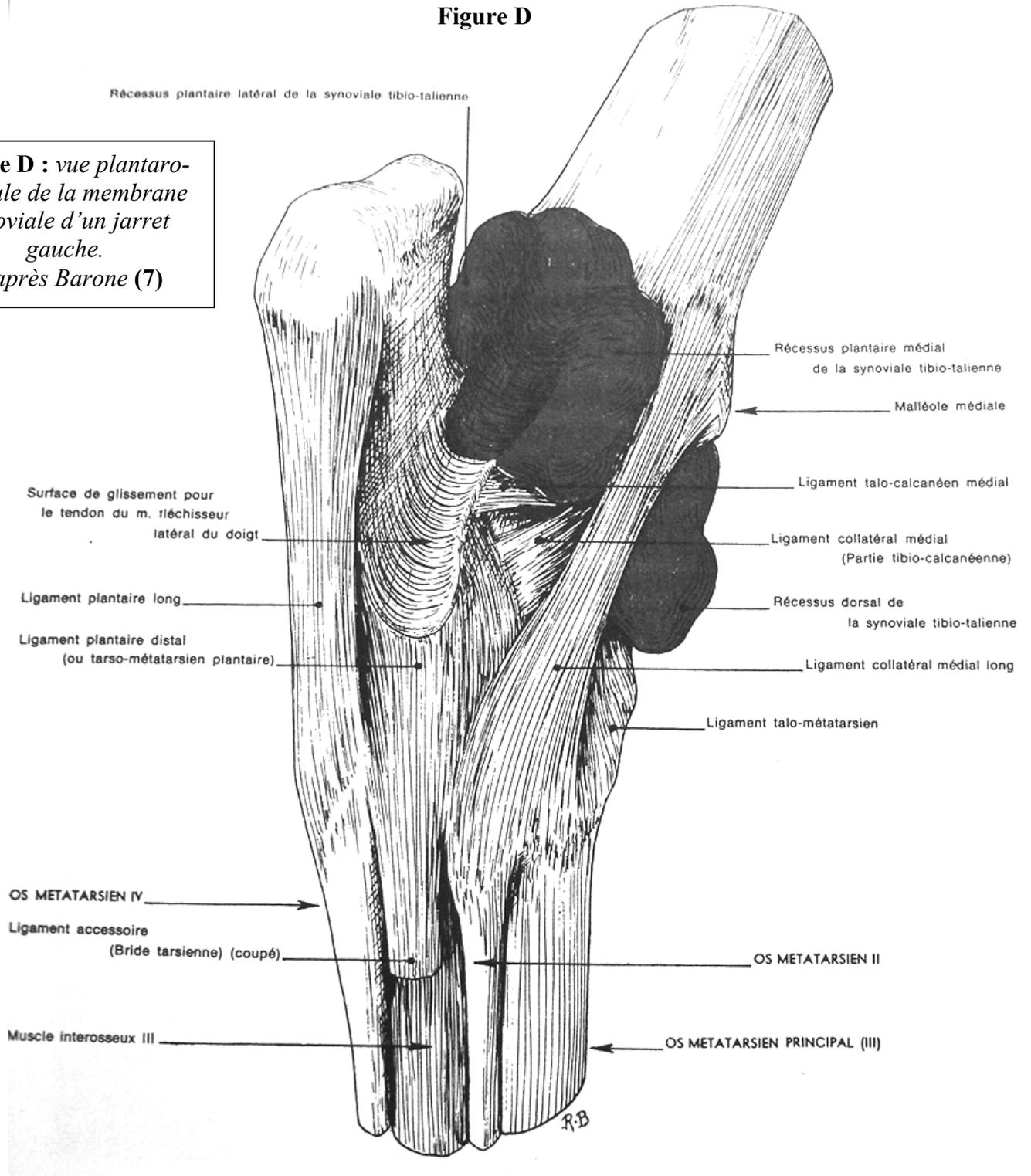
C. Mouvements et biomécanique de l'articulation tarso-crurale (7, 25, 44)

C'est une diarthrose qui se classe dans les ginglymes ou « charnière parfaite » puisqu'un tenon s'emboîte dans une gorge. La congruence articulaire est parfaite et la coaptation solide de l'ensemble réalisée par les ligaments, les tendons et les rétinacles permet que l'unique mouvement de cette articulation tibiotarsienne soit la flexion ou l'extension. Pour certains auteurs (Denoix 2002), c'est cette biomécanique particulière au jarret et surtout à cette articulation tarso-crurale qui permet l'hyper flexion qui peut être l'une des origines de la fragmentation ostéochondrale et donc de la clinique de l'ostéochondrite disséquante. Cette notion de « cisaillement » sera exploitée plus loin (*Cf. infra*).

Les articulations plus distales du tarse (intertarsiennes proximale et distale et la tarso-métatarsienne) sont des articulations dont les mouvements sont quasiment dépourvus de toute amplitude et assurent un rôle amortissant aux mouvements du membre postérieur. On ne retrouve pas d'ostéochondrite disséquante dans les étages moyens et distaux du tarse.

Figure D

Figure D : *vue plantaro-médiale de la membrane synoviale d'un jarret gauche.*
D'après Barone (7)



II. L'OSTÉOCHONDROSE : MECANISMES, INCIDENCE ET MANIFESTATIONS

A. Développement normal de l'articulation et croissance de l'os (1, 18, 22, 4, 42, 43, 55, 59)

Le processus d'**ossification endochondrale** à l'origine de la croissance osseuse est un processus très complexe qui a été séquencé dans le temps et l'espace pour tenter d'expliquer la survenue au cours de son déroulement d'événements anormaux qui sont à l'origine de diverses affections. Les zones de croissance sont, sur un os long, la diaphyse, la métaphyse, la plaque épiphysaire et l'épiphyse ; quelques os courts, l'os carpal et l'os tarsal entre autres, ainsi que l'épiphyse possèdent des centres d'ossification secondaire. Il y a ainsi deux types phénotypiques de chondrocytes : ceux destinés à la croissance en longueur et à la formation de l'os (on les retrouve dans les centres d'ossification secondaires et dans les plaques de croissance) et ceux destinés à assurer la production et la mise en place du cartilage articulaire : les 2 phénotypes sont donc présents dans le complexe épiphysaire puisqu'il y a croissance de l'os et mise en place du cartilage articulaire en surface. Les chondrocytes destinés à former la surface articulaire migrent dans sa direction et produisent la matrice qui recouvre l'os au niveau des jonctions articulaires. Ces chondrocytes ne se différencient pas. Ce sont ceux destinés à la différenciation en os spongieux qui nous intéressent puisqu'une modification de leur schéma de différenciation peut conduire à de l'ostéochondrose. Les chondrocytes sont répartis en 4 zones au sein des plaques de croissance métaphysaire et épiphysaire (**figure E**):

- la **zone de repos** où surviennent les mitoses des chondrocytes
- la **zone proliférative** où l'organisation en colonnes se met en place et où les chondrocytes se multiplient et sécrètent la matrice extracellulaire de protéoglycanes et de collagène, en particulier de type II, à l'origine des propriétés mécaniques du tissu et de la croissance de l'os
- la **zone de dégénérescence** ou **zone hypertrophique** où les concentrations en calcium et phosphate augmentent et où la matrice se prépare à la minéralisation en formant des cristaux d'hydroxyapatite
- la dernière zone, proche de l'os spongieux, est la **zone de calcification** où la vascularisation s'édifie dans la structure en colonnes depuis la

circulation métaphysaire et par laquelle arrivent les ostéoblastes qui interviennent dans l'ossification primaire.

Les ostéoblastes déposent des lignes d'ostéoïdes le long des trabécules formées par les chondrocytes calcifiés. L'os spongieux primaire est formé. Il va être résorbé par les ostéoclastes puis de nouvelles synthèses ont lieu. Enfin, des remodelages secondaires aboutissent à l'os trabéculaire mature ou os spongieux secondaire, sous influence de stimuli biomécaniques.

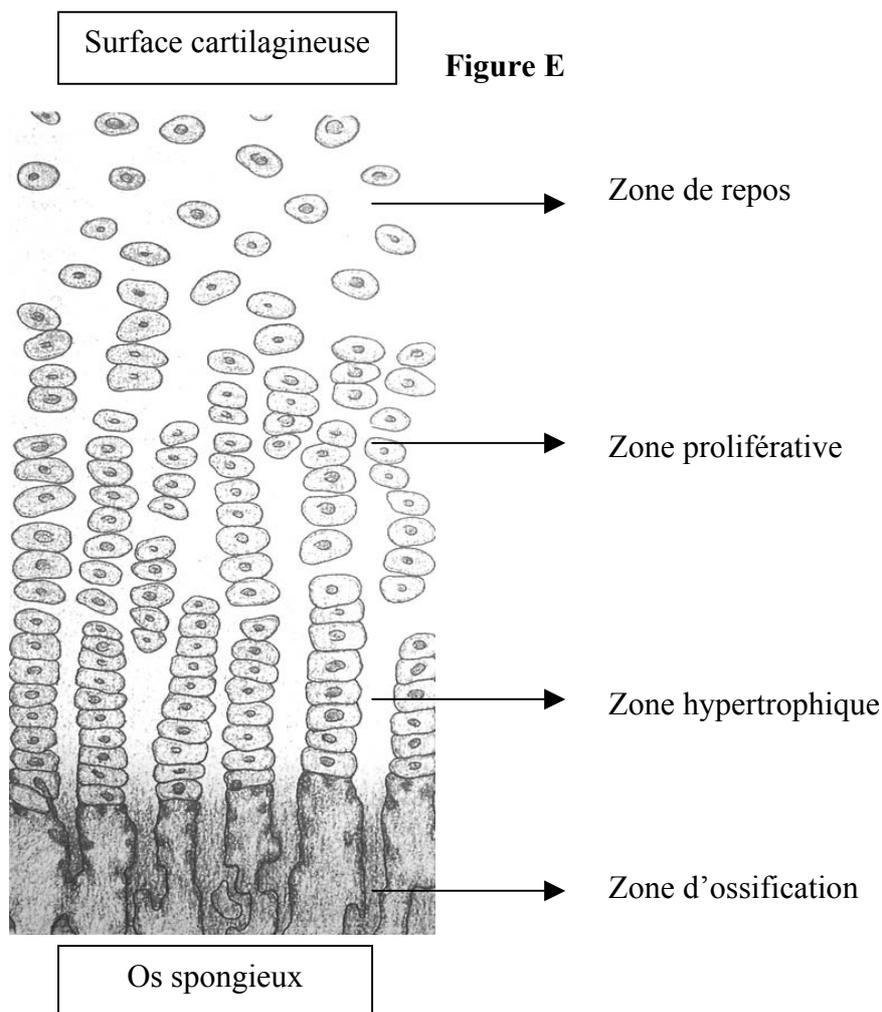


Figure E :
Schéma de l'ossification endochondrale décrivant les différentes zones d'activité des chondroblastes dans la plaque de croissance. D'après Alvarado (1).

La vascularisation nécessaire à la chondrogenèse et à l'ostéogenèse va peu à peu ne plus concerner que la zone calcifiée de l'os spongieux. Le cartilage en surface n'est pas vasculaire et sa nutrition n'est plus assurée que par imbibition depuis le liquide synovial. Des canaux vasculaires « vides », vestiges de cette vascularisation de croissance, sont parfois retrouvés en histologie. Leur rôle possible dans l'étiologie des désordres de l'ossification

endochondrale est expliqué plus loin (*Cf. infra*). Rappelons enfin que ce processus se déroule à plusieurs endroits différents et à plusieurs périodes différentes de la croissance du jeune animal. Cette caractéristique a été prise en compte par certains auteurs pour introduire la notion de « fenêtre de susceptibilité » (54).

La croissance du tibia se fait à partir de centres d'ossification dia-, méta- et épiphysaires. Les centres secondaires en région distale apparaissent vers la fin du huitième mois de gestation. La soudure de l'épiphyse distale n'est réalisée, chez le cheval, qu'aux environs de l'âge de deux ans. Celle du talus se fait à partir d'un centre unique (comme pour tous les os du tarse sauf le calcaneus) apparu pendant le quatrième mois de gestation.

B. Définition de la notion d'ostéochondrose

König, à la fin du XIX^{ème} siècle, fut l'un des premiers à proposer la notion d'ostéochondrite disséquante en tant qu'entité pathologique. Il sous-entendait en employant ces termes qu'il existait une inflammation de l'os et du cartilage et que celle-ci menait à une « dissection » d'un fragment ostéo-cartilagineux dans l'articulation. Les causes qu'il avançait étaient : un traumatisme menant à une fracture endochondrale, des traumatismes répétés menant à une nécrose de l'os ou une séparation spontanée sans traumatisme (54). Selon Jeffcott (41), le premier cas fut décrit dans le grasset d'un cheval scandinave en 1947. Depuis, nombreux sont les chercheurs qui ont étudié le mécanisme de l'ostéochondrose et aujourd'hui cette notion évolue. En 1978, Rejno et Strömberg élaborent la première description de l'ostéochondrose et de ses caractéristiques chez le cheval. On peut parler de dyschondroplasie car l'hypothèse retenue est celle où survient un déficit dans le processus d'ossification endochondrale à l'échelle de l'organisme. Depuis 1986, les américains et en particulier Mac Ilwraith ont créé le terme de « developmental orthopaedic disease » ou DOD (1, 44), qui regroupe des affections comme l'ostéochondrite, les kystes osseux, les déviations angulaires, l'épiphysite, le syndrome de Wobbler, les malformations des os cuboïde et du tarse et certaines affections dégénératives juvéniles, affections découlant toutes d'une dyschondroplasie ou de ses conséquences (sténose cervicale par exemple). Le terme consacré en France est AOAJ pour affections ostéo-articulaires juvéniles. Pour certains, ostéochondrose et dyschondroplasie sont synonymes. On peut noter la différence de conception pour d'autres qui considèrent la dyschondroplasie comme un phénomène généralisé à l'ensemble du squelette qui conduit aux « DOD » des anglo-saxons tandis que l'ostéochondrose se focalise au niveau articulaire. De même, l'ostéochondrose peut regrouper

uniquement les kystes osseux et l'ostéochondrite disséquante voire les déformations angulaires si elle atteint la plaque de croissance. C'est cette dernière définition qui est utilisée ici.

C. Pathogénie (1, 54, 55, 4, 22, 27, 29, 33, 43, 59, 81, 88)

A l'origine de la lésion, on retrouve un **défait d'ossification** endochondrale. Il y a donc une **rétenction de cartilage** dont la différenciation a échoué ou n'a pas eu lieu correctement, rétenction qui aboutit à un **épaississement** de ce cartilage au niveau de la surface articulaire. De plus, les chondrocytes qui le composent sont immatures : il n'a donc pas les propriétés de résistance nécessaires à son rôle ce qui lui confère une **fragilité** exagérée et la matrice synthétisée est, elle aussi, défectueuse. Il est donc plus sensible aux traumatismes externes et internes (par la biomécanique des mouvements de l'articulation à laquelle il appartient). Il est de même sujet à la **nécrose ischémique** puisque sa nutrition par imbibition depuis la synovie ne peut être réalisée de façon efficace à cause de son épaisseur augmentée. On retrouve si l'on analyse ces zones lésionnelles des chondrocytes anormaux, une vascularisation incomplète (par échec de l'invasion tissulaire par les vaisseaux de l'épiphyse) et une matrice extracellulaire anormale.

Cette zone de fragilité du cartilage va ensuite se modifier. Certaines lésions se résolvent seules et passent donc inaperçues à l'âge adulte. Pour de nombreux auteurs, la preuve de l'existence de ces rémissions spontanées majore la sous-estimation de l'incidence de l'ostéochondrose chez le cheval. Les forces appliquées sur cette zone peuvent générer la séparation du cartilage de son site initial et aboutir à la formation de **fragments ostéo-cartilagineux** qui peuvent soit rester soudés à leur site soit se libérer dans la cavité articulaire. Leur évolution est alors variable (**figure F**): ils peuvent être ré-absorbés et disparaître de l'articulation, soit être incorporés dans la capsule articulaire ou s'ossifier au sein de la synovie. Ce sont les lésions typiques de l'ostéochondrite disséquante : un fragment, libre ou attaché, et une irrégularité de la surface du cartilage. Dans d'autres cas, le cartilage immature est résorbé et se forme alors un **kyste osseux** sous-chondral qui va peu à peu se combler de tissu fibreux. La véritable cause qui détermine l'évolution du cartilage dans l'une ou l'autre de ces deux voies est inconnue à l'heure actuelle. Cependant, il est notable que les fragments et les kystes osseux ont des localisations anatomiques spécifiques et il est probable que les contraintes biomécaniques auxquelles sont soumises ces zones dégénérées déterminent leur devenir. En effet, les lésions d'ostéochondrite se situent dans les zones de

cisaillement (exemple du tenon intermédiaire du tibia distal) et les kystes, dans les zones de compressions (exemple du condyle médial fémoral).

Figure F

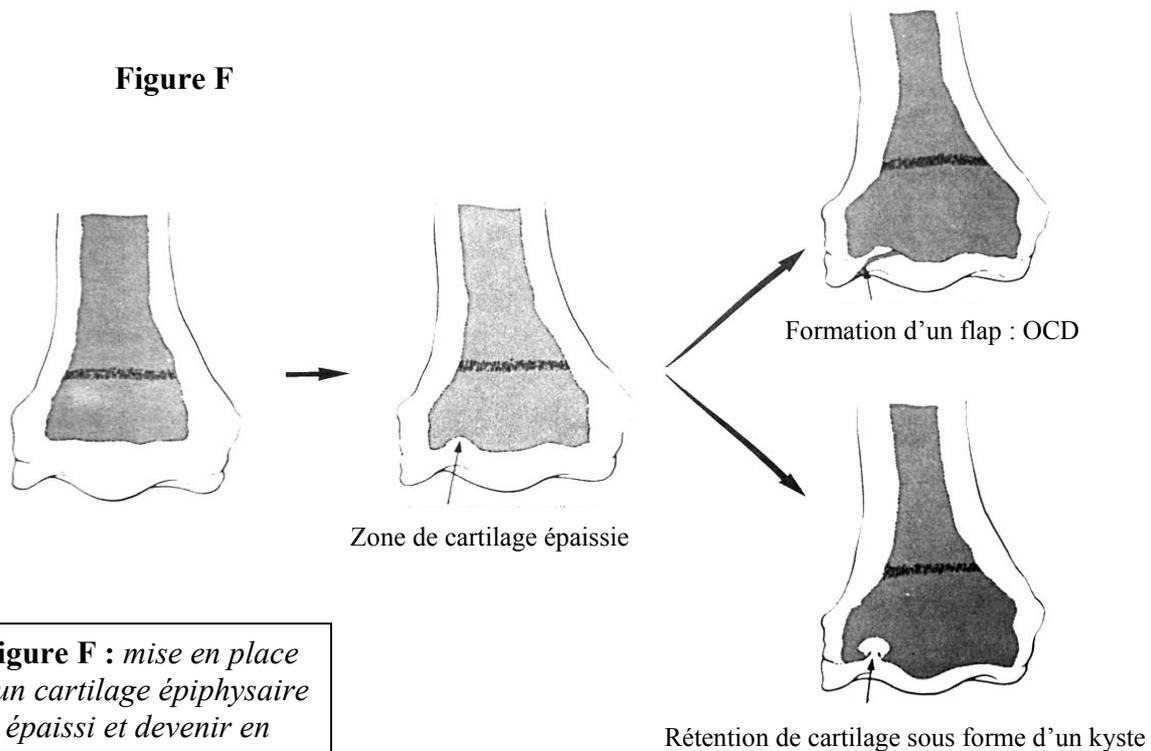


Figure F : mise en place d'un cartilage épiphysaire épaissi et devenir en fragment (OCD) ou en kyste (KOSC). D'après Auer (4).

D. Etiologies conduisant à une ossification endochondrale anormale (1, 4, 91, 90, 81, 72, 73, 74, 70, 42, 18, 29, 66, 43, 69, 22, 55, 6, 11, 16, 17, 45, 62, 67, 68, 86)

Seules, aujourd'hui encore, des hypothèses peuvent être avancées pour expliquer les altérations des étapes du développement osseux qui mènent à l'ostéochondrose et en particulier à l'ostéochondrite disséquante. En effet, certaines notions se contredisent selon les études et continuent d'évoluer depuis la découverte de l'ostéochondrose en tant qu'entité pathologique chez l'Homme en 1887 par König et de sa définition chez l'animal par Olsson et Reiland à la fin des années 1970. La description précédente (*Cf. supra*) est celle de **l'ostéochondrose idiopathique** dont le déterminisme complet est inconnu et qui peut se résumer par l'action de forces biomécaniques normales sur un cartilage anormal atteint d'ostéochondrose « spontanée ». L'**ostéochondrose acquise** résulte, elle, de l'action de

forces biomécaniques anormales sur un cartilage normal. Actuellement, on ne connaît que des facteurs favorisants : l'existence de facteurs déterminants ou suffisants n'a pas encore été prouvée. Whitton résume en quelques mots les paramètres qui peuvent mener à l'ostéochondrose (88) : « les facteurs modifiant les forces biomécaniques sont le degré d'activité, le poids, la taille et la conformation. Les facteurs modifiant la résistance du cartilage sont l'exercice, le régime alimentaire, les taux hormonaux. »

1. Hypothèse héréditaire et prédisposition génétique

Il est rapidement apparu aux yeux des vétérinaires et des éleveurs que certains étalons avaient des produits plus fréquemment touchés que d'autres : Strömberg et Rejnö le notent dès 1978. De même, selon la race considérée, les sites les plus atteints varient. Il a fallu attendre le début des années 1990 pour connaître les résultats des premières études à grande échelle quant à une prédisposition génétique éventuelle. La plupart de ces recherches ont été menées en Scandinavie sur des populations de trotteurs et s'intéressent principalement à l'héritabilité de l'ostéochondrose dans le jarret. En 1985, Hoppe et Philipsson (39) étudient des populations de Pur-Sang et de Trotteurs issues de mêmes étalons sur 5 années consécutives de reproduction. Des différences significatives de fréquences sont mises en évidence et seule l'hérédité est retenue comme facteur conduisant à cette significativité. L'hypothèse d'un pool de gènes mais aussi de la conformation et des paramètres de croissance héréditaires est alors mise en avant. Ils remarquent cependant que certains étalons produisant des chevaux atteints d'ostéochondrite n'en souffrent pas eux-mêmes. Schougaard (68) estime à **0.26 le coefficient d'héritabilité** de l'ostéochondrose au niveau tarso-crural sur une population de trotteurs danois issus de 9 étalons. Pour lui aussi, la sélection des reproducteurs peut s'avérer difficile voire impossible puisque certains étalons sains donnent naissance à des produits atteints, au moins au niveau radiologique. Grøndahl obtient un **coefficient d'héritabilité de 0.52** pour l'ostéochondrose de jarret chez 644 Trotteurs norvégiens issus de 39 étalons différents (36). Il est à noter qu'un des sous-groupes présentait une incidence proche de 70% qui peut avoir conduit à sur-estimer ce coefficient. Philipsson estime à **0.24 le coefficient d'héritabilité** de l'ostéochondrose dans l'articulation tarso-crurale chez 793 trotteurs norvégiens (66). L'incidence semble plus élevée pour les produits issus d'étalons présentant de l'ostéochondrose.

Aujourd'hui, l'existence d'une prédisposition génétique est considérée comme acquise pour ce qui est de l'ostéochondrose et surtout, comme l'ont démontré ces études successives,

pour l'ostéochondrite disséquante du jarret (72). Cependant, tous les sites ne sont pas « héréditaires » et cette héréditabilité varie selon les races : l'ostéochondrose du jarret se transmet chez le Trotteur Français mais pas chez le Selle Français (60).

2. Alimentation et rationnement (42, 45, 91, 18, 73, 16, 69)

L'alimentation intervient à différents niveaux du développement des lésions d'ostéochondrose. Pour Wolter (89), elle est « un véritable révélateur à une prédisposition génétique » si elle entraîne une vitesse de croissance et de multiplication des chondrocytes supérieure à celle atteinte par l'ossification endochondrale, ce qui conduit à un cartilage qui s'ossifie incomplètement. Elle est aussi l'une des variables les plus accessibles, en particulier au niveau de l'élevage demandeur de conseils pour améliorer la nutrition des poulains et des juments gestantes. On peut citer quelques-uns de ses aspects sur lesquels des études d'impact ont été menées.

a. Suralimentation énergétique et azotée

Ces deux paramètres influencent directement le taux de croissance du jeune animal. La suralimentation énergétique est la première cause d'ostéochondrose clinique (1, 42, 53, 64, 67, 4, 87, 44, 89). Il a été prouvé qu'une suralimentation chronique en hydrates de carbone induisait un retard de maturation et des lésions d'ostéochondrose chez des poulains Pur-Sang (4). En effet, elle entraîne une **surcharge** pondérale et grasseuse sur un squelette immature et des articulations fragiles puisque non ossifiées suffisamment. Les effets biomécaniques renforcés auxquels sont alors soumises les zones en ossification sont préjudiciables et majorent le risque d'apparition d'une lésion. Cet excès d'énergie en quantité s'accompagne, en plus, de **déséquilibres** et donc de carences au niveau de la qualité des protéines ingérées et des autres nutriments essentiels. En 1993, une étude de Savage (32) a démontré qu'une augmentation isolée de la teneur énergétique n'augmentait pas le gain moyen quotidien mais induisait l'apparition de lésions d'ostéochondrose chez 11 des 12 poulains suralimentés.

De façon similaire, la qualité des protéines de la ration est essentielle. C'est elle qui conditionne les propriétés de la matrice extracellulaire du cartilage. Si ces protéines sont apportées en excès de façon isolée, aucune conséquence n'a jamais été remarquée. Par contre, en association avec une ration trop riche, le risque de développement de lésions d'ostéochondrose est augmenté. En effet, ces excès permettent une vitesse de croissance

accrue suivie de déficits en minéraux, eux-mêmes néfastes à l'ossification correcte des zones en activité. Un défaut en qualité et/ou quantité des protéines est lui directement relié à l'ostéochondrose car l'ossification endochondrale ne peut se faire correctement, les tissus formés sont fragiles et plus sensibles aux traumatismes et la graisse s'accumulant à la place du muscle, les contraintes subies par les surfaces articulaires sont majorées.

A l'**étage endocrinien**, la suralimentation (richesse en amidon et non-fractionnement des repas) génère une hyperglycémie post-prandiale suivie d'un hyperinsulinisme dont les conséquences sont une inhibition de synthèse de facteurs tels la thyroxine et la somatotropine, toutes deux indispensables au bon développement osseux. Cet hyperinsulinisme interagit aussi avec l'hormone de croissance. Le pseudo-hypothyroïdisme généré au niveau du cartilage nuit à sa maturation et à sa bonne minéralisation. Il peut encore être aggravé si l'animal est carencé en iode ou sélénium et/ou suralimenté en calcium.

Il apparaît donc comme nécessaire d'appliquer une bonne gestion de l'alimentation. Une restriction alimentaire peut prévenir l'apparition d'ostéochondrose chez un sujet prédisposé mais cette restriction peut s'avérer délétère pour la croissance d'un cheval sain. Il est donc très difficile de proposer des conseils valables dans toutes les situations mais il faut retenir qu'une ration trop riche en énergie (hydrates de carbone surtout) et en protéines est un facteur favorisant l'apparition d'ostéochondrose.

b. Déséquilibres ioniques (Cuivre et Zinc)

Le cuivre est un cofacteur des enzymes qui interviennent dans la synthèse, la maturation et les transformations de la matrice cartilagineuse dans le processus d'ossification. Le cuivre interviendrait même dans la néovascularisation du cartilage, nécessaire à l'ossification **(89)**. Une **carence en cuivre** serait donc à l'origine d'une vascularisation anormale et déficiente ne permettant pas un processus correct : le cartilage est plus fragile et peut se fracturer même s'il n'est soumis qu'à des contraintes normales. L'apport de cuivre est important aussi chez la poulinière gestante puisque le phénomène d'ossification débute in utero et que c'est à cette période que se mettent en place les réserves hépatiques du poulain. Outre un déficit primaire de la ration en cuivre, les excès de calcium et/ou de zinc mènent aussi à l'hypocuprémie ainsi qu'une ration trop riche en fibres de mauvaise qualité qui diminuent la bio disponibilité des ions. De nombreuses études (Eamens 1984, Harris en 1988, Hurtig en 1990 et Campbell-Beggs en 1994 entre autres) ont prouvé que la carence en cuivre menait à l'apparition de lésions d'ostéochondrose. Il faut donc retenir qu'un apport insuffisant en cuivre peut être à

l'origine de la pathologie et qu'une complémentation adaptée des poulains et des poulinières aide à prévenir et peut même minorer l'ostéochondrose. Le cuivre est considéré comme un **facteur prédisposant** ou nécessaire à l'apparition de lésions d'ostéochondrose.

L'excès de zinc a été incriminé dans l'apparition d'ostéochondrose selon les études de Gunson en 1982 et de Kowalczyk en 1986. Le déficit en zinc est lui aussi délétère et peut être suivi de problème ostéo-cartilagineux.

c. Rôles du Calcium et du Phosphore

Calcium et phosphore sont les deux principaux composants ioniques des structures osseuses. Leurs **excès** peuvent induire l'ostéochondrose (Savage en 1991). L'hypercalcémie nuit à l'assimilation du phosphore et d'autres éléments comme vus plus haut (cuivre, zinc, iode) dont les rôles sont essentiels pour un bon développement osseux et articulaire. Il semble que ce soit cette compétition à l'étape de l'assimilation qui soit la plus dangereuse dans l'excès de calcium dans les rations. De plus, l'excès de calcium a les conséquences suivantes : effet promoteur sur la croissance osseuse, effet délétère sur l'action des hormones thyroïdiennes et re-largage excessif de calcitonine ; celle-ci interfère avec la résorption et donc la maturation osseuse.

d. Autres paramètres alimentaires

Ils sont très nombreux et des recherches quant à leur réelle participation au développement de l'ostéochondrose sont encore à venir. On peut citer les paramètres suivants :

- les acides gras essentiels qui améliorent l'ostéogénèse
- l'acidose métabolique qui minore la minéralisation
- les oligo-éléments (silice et bore ont une action sur la chondrogénèse et les synthèses collagéniques)
- les vitamines (A, D et C en particulier)
- les compléments de type collagène d'origine marine.

Ils apparaissent tous comme ayant un rôle dans le processus d'ossification endochondrale mais aucun n'a vraiment un rôle déterminant prouvé. De plus, les études à leur sujet restent

difficiles puisque estimer et faire varier les quantités ingérées de ces nutriments en gardant tous les autres paramètres similaires à grande échelle relève de la gageure.

3. Hypothèses métaboliques (4, 33, 73)

On a décrit plus haut les effets des hormones thyroïdiennes sur le développement et la croissance osseuse. Tout **hypothyroïdisme** primaire ou secondaire conduit à des lésions d'ostéochondrose. Le rôle du métabolisme glucidique a été étudié au travers de l'action des glucocorticoïdes. Glade et Krook prouvent dès 1982 l'induction de lésions semblables à de l'ostéochondrose chez des chevaux recevant une administration prolongée de glucocorticoïdes (71, 4) : il s'agit d'ostéolyse et d'ostéonécrose. Les ostéoclastes semblent inhibés par les glucocorticoïdes et l'étape d'ostéolyse indispensable à la maturation et à l'ossification endochondrale est diminuée. Les GAG, composants de la matrice voient leur concentration baisser. Bramlage parle dès le début des années 1990 (32) d'une augmentation de l'incidence de lésions d'ostéochondrose dans sa clientèle liée à l'utilisation massive de Dexaméthasone chez les jeunes en croissance.

La teneur en glucides de la ration agit sur des facteurs comme IGF I ou II et donc l'hormone de croissance GH qui prennent tous part à la prolifération, la croissance et la différenciation des chondrocytes au sein du complexe épiphysaire et de la plaque de croissance. Une augmentation de l'activité de la GH augmente la chondrogenèse mais pas la différenciation ce qui aboutit à une rétention de cartilage immature, précédant l'installation de lésion d'ostéochondrose. Ils ont aussi une action dans le métabolisme cuprique (32). Sloet van Oldruitenborgh (71) suggère qu'une diminution plasmatique de la concentration en IGF I minimise la différenciation des chondrocytes et donc majore l'apparition de lésions d'ostéochondrose. Ces notions métaboliques rejoignent les effets mis en évidence au niveau de l'apport énergétique de la ration.

4. Stress physiques et contraintes biomécaniques (74, 86)

a. Paramètres de la croissance

Les races de chevaux les plus touchées sont des races à taux de croissance élevé, avec un grand format à la naissance et un gain moyen quotidien (GMQ) supérieur aux autres (1, 4, 29, 39, 43, 49, 55, 54, 68, 66, 91). Rappelons que c'est plus la jument que l'étalon qui

détermine la taille du poulain à naître. Le GMQ est aussi lié à la qualité et à la richesse de la ration dont les autres effets (métabolisme) ont été décrits plus haut. Ainsi, limiter ce GMQ et donc ralentir la vitesse de croissance minimise les contraintes de poids sur les articulations immatures. On peut alors penser qu'une vitesse de croissance et un GMQ élevés sont associés à la pathologie. Mais, pour Hoppe (39, 40), le GMQ ne peut pas être corrélé de façon significative à l'apparition de lésions ostéochondritiques. Sandgren (66) obtient, lui, en 1993, une corrélation positive entre l'ostéochondrite disséquante de l'articulation tarso-crurale et la hauteur au garrot ainsi que le poids à la naissance et le GMQ, concluant que les chevaux de grand gabarit à croissance rapide sont prédisposés à l'ostéochondrose (pour les boulets et les jarrets).

Une étude récente de 1999 de Van Weeren (74) a conclu, au moins pour l'articulation tarsocrurale (car les résultats sont différents pour la fémoro-patellaire), que le sexe, le poids à la naissance, la taille à la naissance puis à 5 ou 11 mois et le taux de croissance mensuel n'ont pas d'influence sur l'apparition de lésions d'ostéochondrose chez des poulains génétiquement prédisposés.

b. Effets de l'exercice et des traumatismes

L'exercice est l'un des facteurs révélateurs de l'ostéochondrose. Pour de nombreux chevaux, c'est la mise à l'entraînement et les efforts maximum à fournir qui occasionnent l'apparition des signes cliniques, distensions synoviales, boiteries et irrégularités. Mais peut-il être l'une des étiologies de cette pathologie ? C'est la question que se sont posé Van Weeren et Barneveld (6, 86) dans leur étude sur 43 poulains prédisposés génétiquement à l'ostéochondrose (étalons et poulinières tous présentant des lésions fémoro-patellaire ou tarsocrurale). Les poulains sont divisés en trois groupes et soumis à différents degrés d'exercice : box, pré ou box avec galops multiples dans la journée et ce sur une période de cinq mois. Ils sont euthanasiés à 5 ou 11 mois. Ils remarquent que 100% des poulains de 5 mois ont au moins un site atteint alors que la prévalence chute de 40% à l'âge de 11 mois, ce qui traduit bien le phénomène de maturation et de rémission spontanée suggéré plus haut (67, 65) et qui donne lieu à une forte sous-estimation de la prévalence de l'ostéochondrose chez le cheval adulte. Il est toutefois à noter que cette rémission ne concerne jamais l'articulation tarso-crurale. Le nombre de lésions n'est pas significativement différent entre les groupes de même âge mais par contre, la sévérité des lésions a tendance à être supérieure pour les poulains n'ayant vécu qu'au box les cinq premiers mois de leur vie. Ils concluent donc que

l'exercice, à l'intensité donnée dans cette étude, n'a pas de rôle étiologique dans le développement de lésions ostéochondritiques. Au niveau histologique, il semble néanmoins que le groupe soumis à l'entraînement (galops provoqués) possède un cartilage dont la teneur en GAG est modifiée et dont les chondrocytes ont un métabolisme basal supérieur qui semble décroître plus rapidement que pour les autres groupes. Ce cartilage est donc moins apte à se régénérer en cas de « pré lésion » occasionnée par un traumatisme. Les auteurs pensent alors que l'exercice auquel ont été soumis les poulains a un effet délétère, même si a priori limité, sur le cartilage articulaire et sa maturation. En bilan, il semble que l'exercice soit essentiel pour un bon développement ostéo-articulaire (au moins douze heures par jour pour Jeffcott (43)) mais qu'il doit être dosé raisonnablement pour ne pas avoir d'effets négatifs. Jeffcott rappelle dans cette même parution que l'exercice contrôlé peut même avoir un effet protecteur chez des poulains soumis à un régime hyper énergétique pourtant cause démontrée d'apparition de lésions.

Whitton (90), lorsqu'il s'interroge sur le rôle des mouvements et des forces biomécaniques dans l'étiologie de l'ostéochondrose, cite Pool pour qui « la fragmentation ostéochondrale du relief intermédiaire de la crête tibiale distale [...] est due à une fracture traumatique », niant que ces fragments sont des signes positifs d'ostéochondrose. Cette hypothèse, basée sur des considérations histologiques, doit être prise en compte plus pour le rôle important qu'elle donne à la biomécanique (capable de séparer un cartilage anormal de son site d'origine) que pour la négation de l'existence de l'ostéochondrite disséquante du tibia distal qu'elle pose. Sandgren et Carlsten ont montré avec leur étude de 1993 (65) qu'au niveau du tarse, les lésions d'ostéochondrose apparaissaient au moins dès le 3^{ème} mois de vie. A ce stade, le cartilage du complexe épiphysaire est très épais et toute la maturation qu'il va subir dépend de la bonne mise en place de la vascularisation. Il a été posé comme hypothèse qu'un traumatisme, quelle que soit son origine, pouvait nuire à l'invasion par les vaisseaux et donc engendrer une ischémie puis une nécrose aboutissant à la formation de fragment ostéo-cartilagineux (4). Il peut donc parfois être l'une des **causes primaires** de l'ostéochondrose. Enfin, il faut aussi rappeler que le traumatisme peut être à l'origine de la séparation du cartilage anormal et de l'os sous-chondral et doit donc être considéré comme un **facteur déclenchant (1)**.

Barneveld et Van Weeren (86) ont eux trouvé que les lésions étaient visibles dès l'âge d'un mois et que des variations dans le degré d'exercice et donc de traumatismes n'avaient

plus d'effet après l'âge de cinq mois pour le jarret. Lewis introduisait en 1986 la notion de « **fenêtre de susceptibilité** » pour expliquer les différentes périodes « à risque » dans le développement des lésions. La durée et les limites de cette fenêtre sont propres à chaque site. Il semble que pour le jarret, cette période soit antérieure à 5 mois, couvrant même la période prénatale. Pendant cette période, la zone est sensible à des facteurs, en particulier les traumatismes, qui deviennent alors agents étiologiques de l'ostéochondrose. En dehors de cette période, les mesures préventives n'ont plus d'effet. Pour le jarret, on peut penser d'après Van Weeren que les lésions d'ostéochondrose installées à l'âge de cinq mois sont définitives et que la prévention doit alors avoir lieu bien avant pour espérer être efficace.

c. Sexe

De Moor (22) note dans son étude de 1972 une tendance à une proportion plus élevée de jeunes mâles dans les populations équines atteintes d'ostéochondrite disséquante. C'est pour lui une similitude avec d'autres espèces, homme et chien selon des études antérieures. Il remarque déjà que le Trotteur Standardbred est la race la plus souvent touchée au niveau de l'articulation tibiotarsienne. En 1978, Rejno comptait deux mâles pour une femelle atteinte d'ostéochondrose. Pour Hoppe (39) en 1984, le sexe de l'individu n'a aucune influence. Pour Alvarado (2), il y a une tendance non significative à compter plus de mâles souffrant d'ostéochondrose chez des Standardbred au Québec. Sandgren (66, 67) en 1993 n'obtient pas de relation entre sexe et ostéochondrose du jarret proximal. Pour Van Weeren (74), le sexe n'a pas d'influence sur la population prédisposée de son étude. Denoix et Valette (25) n'obtiennent pas de différence significative entre mâles et femelles dans leur étude de 2001 sur les poulains normands et les trotteurs de Mayenne pour ce qui est des images radiographiques anormales, résultant le plus souvent de lésions d'ostéochondrose.

d. Périodes de naissance et conditions de croissance

Le **mois de naissance** n'intervient pas pour Van Weeren (74), alors que Philippon (70) et Sandgren (66) trouvent une incidence plus élevée chez les poulains tardifs nés en fin de saison. De même, pour Denoix et Valette (25) les chevaux de sport et les poulains normands de leur étude nés tardifs (entre mai et août) ont un score radiographique plus élevé que les poulains nés plus tôt, ce qui traduit un nombre de lésions supérieur chez les poulains de fin de saison. Plusieurs paramètres sont à prendre en compte : la mise au pré et donc à **l'exercice** est

plus rapide pour les poulains de fin de saison alors que les poulains « précoces » sont gardés au box et donc soumis à un degré d'exercice plus faible. De même, **l'alimentation est moins contrôlée** lors de cette mise au pré et des concentrés plus énergétiques sont parfois donnés pour combler un éventuel retard de croissance. De façon similaire, l'alimentation des poulinières dans le dernier tiers de la gestation est elle aussi différente entre la fin de l'hiver et la fin du printemps. Enfin, même si les délais de mise en liberté étaient les mêmes pour les poulains de début ou de fin de saison, la **qualité du sol** diffère et souvent, les sols sont plus durs et irréguliers dès les premières sorties pour les poulains nés de mai à juillet. Caure et coll. (18) ont obtenu des incidences significativement différentes selon la nature du sol et la taille de l'aire d'exercice mise à disposition des poulains trotteurs. La présence de cailloux, la dureté et l'irrégularité sont associées à une sévérité plus importante des lésions d'ostéochondrose. Ces considérations rejoignent les divers facteurs, notamment traumatiques, déjà pris en compte au niveau étiologique plus haut (Cf. supra). Ils préconisent donc des paddocks de taille réduite avec un sol régulier pour tendre à diminuer la gravité des lésions et un exercice contrôlé pour diminuer l'apparition ou l'aggravation des lésions.

e. Conformation

La conformation et la mise en charge de certaines articulations ont parfois été invoquées dans les hypothèses étiologiques. En effet, puisque les traumatismes peuvent être initiateurs de déficits dans le processus d'ossification, une mauvaise conformation se traduit au niveau biomécanique par l'application de forces anormales au niveau articulaire. Sandgren (66) s'est intéressé à la conformation des jarrets et des boulets des chevaux de son étude. Dans les résultats, il n'y a pas de corrélation entre une mauvaise conformation des jarrets (trop ouverts ou trop fermés) et la prévalence des lésions. Enfin, si l'on considère l'aspect « conformation » comme synonyme d'une grande taille et d'une vitesse de croissance élevée, les effets de ces facteurs ont déjà été décrits plus haut et alors la conformation peut être exploitée pour sa part dans l'étiologie de l'affection.

En résumé, la pathogénie de l'ostéochondrose est multifactorielle et encore non complètement élucidée. Le processus même d'ossification endochondrale recèle encore des mécanismes inconnus et/ou dont le déterminisme demeure non élucidé. Certains facteurs semblent indispensables à son apparition, d'autres paraissent seulement être aggravants. Certains faits sont avérés, d'autres manquent encore de preuves expérimentales. Enfin,

quelques uns des facteurs suivants sont contrôlables, d'autres ne le sont pas. Il reste donc beaucoup de recherches à effectuer dans ces domaines. On peut proposer ce tableau de synthèse sur les facteurs étiologiques, établi par Mac Ilwraith (56).

Exemples pratiques de facteurs suffisants, nécessaires et contribuant à l'ostéochondrose équine. D'après Mac Ilwraith (56).	
<p>FACTEURS SUFFISANTS = <i>causent l'ostéochondrose</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Traumatisme direct (avec fracture ostéochondrale) - Lésions des canaux cartilagineux (hypothétique) - Infarcissement de la vascularisation épiphysaire (expérimental) - Carence sévère en cuivre - Intoxication aux métaux lourds - Corticothérapie permanente
<p>FACTEURS NECESSAIRES = <i>ne sont pas des causes mais doivent être présents pour l'expression de l'ostéochondrose</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - cartilage en croissance (« fenêtre de susceptibilité ») - surcharges biomécaniques
<p>FACTEURS CONTRIBUANT = <i>modifient l'expression ou la sévérité de l'ostéochondrose</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - pratiques alimentaires intensives - caractère héréditaire de croissance rapide - carence en cuivre modérée - rapport Ca/P anormal - surcharge en hydrates de carbone (150%) - surproduction de lait par la mère - poids supérieur des mâles - déséquilibres endocriniens - corticostéroïdes - manque d'exercice - conformation - ferrure

E. Clinique et diagnostic de l'ostéochondrite disséquante de l'articulation tarsocrurale

1. Expression clinique

a. Motifs de consultation et signes cliniques (54, 1, 4, 8, 11, 22, 29, 80, 31, 88)

L'un des principaux motifs de consultation associé à de l'ostéochondrite disséquante est la présence d'un **vessigon articulaire** (tare molle ou « bog spavin » des anglo-saxons) sur l'étage proximal du tarse dû à une distension de la synoviale tarsocrurale et ce, sur un **jeune cheval** âgé de 4 mois à environ 2 ans. Les différentes études de population montrent qu'en moyenne ce sont 80 à 90% des chevaux souffrant d'ostéochondrite de l'articulation tarsocrurale qui montrent une synovite. Cette augmentation de volume de l'articulation est habituellement **non douloureuse** à la palpation et ne présente pas d'augmentation de chaleur locale, au moins en début d'évolution. Avec le temps, les traumatismes subis par la région s'accumulent et l'aggravation des lésions qui s'ensuit peut amener l'apparition de douleur. De façon similaire, la distension articulaire est la plupart du temps d'apparition lente lorsqu'elle est associée à des lésions d'intensité modérée mais elle aura toujours tendance à s'aggraver avec le travail. Attention cependant, certains chevaux ont un vessigon qui peut s'installer de façon importante et brutale, ce qui traduit alors une lésion de grade plus sévère que celles associées aux signes précédents (**11**).

A cette synovite peut être associée ou non une **boiterie** dont l'intensité est généralement **modérée**. Cette boiterie n'est présente bien souvent que tardivement : elle est associée à la mise à l'entraînement où le cheval est obligé de fournir des efforts intensifs. Cette boiterie peut être le seul signe fonctionnel sans distension articulaire évidente. Sur les chevaux au travail, le motif peut se réduire à une **irrégularité** à grande vitesse chez le trotteur (« coup de patte » selon le driver ou l'entraîneur) et à des défauts d'allures et des raideurs sur les chevaux de sport sur le plat ou encore à des baisses de performances. Souvent cette irrégularité ou cette boiterie ont été d'apparition progressive et coïncident avec la mise au travail et/ou le débouillage du jeune cheval. Elle est le principal motif de consultation lorsque le cheval est âgé de plus de 2 ans et est au travail.

Remarque 1 : *l'ostéochondrite disséquante du tibia distal a été diagnostiquée sur un poulain de trois jours (in 1, 4). Ce fait prouve que la mise en place des lésions est bien autant pré que*

postnatale et que l'épidémiologie sur les tranches d'âge habituelles ne doit pas exclure l'hypothèse de l'ostéochondrose, même chez le nouveau-né.

Remarque 2 : la boiterie peut être sévère lorsque sont surajoutées des lésions couvrant toute ou presque la surface de la lèvre talienne latérale. La synovite associée est le plus souvent elle aussi d'intensité augmentée et tous les récessus articulaires sont alors distendus.

b. Examen locomoteur statique et dynamique :

A l'examen statique, il faut identifier et palper les vessigons s'ils sont présents : au nombre de trois, ils communiquent entre eux et une pression appliquée sur le récessus dorso-médial (celui de la « fontaine du jarret ») entraîne un gonflement dans les deux autres récessus plantaires, médial et latéral, dans les creux du jarret et vice-versa. Si la synovite est importante, on pourra noter une réduction d'amplitude à la flexion passive du jarret qui peut même être accompagnée de douleur dans certains cas.

Il ne faut pas perdre de vue que l'ostéochondrite du jarret peut être présente sans modification de l'allure, ni même parfois sans distension articulaire et que cet examen dynamique peut donc se retrouver vierge de toute anomalie. Le diagnostic différentiel d'une irrégularité postérieure inclut diverses pathologies que l'examen dynamique complet et les épreuves complémentaires doivent exclure avant d'arriver à la conclusion d'une lésion d'ostéochondrose sur le jarret et/ou sur d'autres sites.

Au pas et en ligne droite, on peut vérifier les mouvements de flexion du jarret et évaluer leur amplitude et une éventuelle réduction de celle-ci voire une raideur. En opérant des huit de chiffre, on peut vérifier l'absence d'incoordination ou d'ataxie postérieure traduisant une atteinte neurologique originaire des vertèbres cervicales. Au trot, l'amplitude et la présence d'une boiterie peuvent être mises en évidence : attention à une atteinte bilatérale ne générant pas forcément de boiterie visible en ligne droite mais diminuant l'amplitude des mouvements du jarret. Sur le cercle, la boiterie peut devenir évidente. Au galop en cercle sur sol souple, on peut parfois noter un défaut d'engagement des postérieurs correspondant à une diminution d'amplitude de la flexion du jarret : ce signe n'est pas du tout spécifique à l'affection (dorsalgie par exemple). Enfin, et puisque la race qui nous intéresse ici est le Trotteur Français, l'irrégularité peut ne s'exprimer que dans des conditions extrêmes, c'est-à-dire à grande vitesse et il est donc quelquefois nécessaire d'atteler ou de monter le cheval et de le mener en piste pour visualiser le problème.

Le test de flexion dynamique global du jarret, qui n'est pas spécifique de cette articulation puisqu'il mobilise aussi le grasset par le jeu de l'appareil réciproque, est positif selon le degré de distension synoviale du jarret. Il se peut donc qu'il donne lieu à de faux négatifs. Son interprétation surtout dans en cas de négativité est donc à tempérer.

Pour finir, on peut procéder à des anesthésies diagnostiques pour situer l'étage de la boiterie. Il faut alors procéder à une anesthésie intra articulaire avec tous les risques qu'elle comporte et ce, après avoir réalisé un examen radiographique qui a situé au préalable la lésion. En effet, son résultat met plus en évidence l'impact de la lésion comme cause de la douleur que la présence de la lésion elle-même : une lésion d'ostéochondrite disséquante peut n'être qu'une découverte fortuite sur une radiographie et ne pas être la cause de la boiterie. L'interprétation de cette anesthésie reste donc délicate : c'est pour cela qu'elle n'est pas pratiquée de façon systématique.

2. Examens complémentaires lors de suspicion d'ostéochondrite disséquante du tibia distal

a. Intérêts de l'imagerie

Les deux principales techniques employées sont la radiographie et l'échographie. Le diagnostic clinique peut en effet n'être qu'une forte présomption, surtout en rapport avec l'épidémiologie de cette affection. La confirmation viendra alors de l'imagerie.

- Radiographie (1, 4, 71, 57, 89, 3, 26, 38, 65, 71)

Parfois seul signe d'appel (diagnostic fortuit lors bilan de visite d'achat), la radiologie est et reste la technique de choix pour diagnostiquer cette affection. L'examen radiographique comporte au minimum trois incidences pour examiner les différents sites d'apparition de fragments ostéochondraux dans l'articulation tarsocrurale :

- Une **incidence latéro-médiale** ou profil standard où cassette et source étant parallèles, l'axe des rayons est dirigé parallèlement au sol et perpendiculairement à l'axe sagittal du jarret : le membre est, en général, posé mais une variante de cette vue existe avec le membre en flexion, ce qui permet de distinguer plus facilement les parties proximales des lèvres taliennes. Elle

permet l'examen du relief intermédiaire du tibia distal et des lèvres du talus : elle est donc très utilisée puisqu'elle offre l'examen des deux sites les plus fréquemment atteints dans le jarret.

- une vue **oblique dorsolatérale-plantaromédiale** dont l'axe des rayons aborde le jarret avec un angle de 30 à 45° par rapport à l'axe sagittal, la cassette étant placée de façon médiale derrière le membre et l'appareil devant et latéralement : elle est utilisée pour distinguer la malléole médiale et le relief intermédiaire du tibia ainsi que la lèvre médiale du talus qui n'est plus du tout superposée avec la lèvre latérale.
- enfin, une vue **oblique dorsomédiale-plantarolatérale** (réalisée de façon analogue avec un angle de 30 à 45°, la cassette devenant latérale et l'appareil médial) pour examiner la partie dorsale du relief intermédiaire, la lèvre latérale du talus et le tubercule proximal du talus (**figure G**).

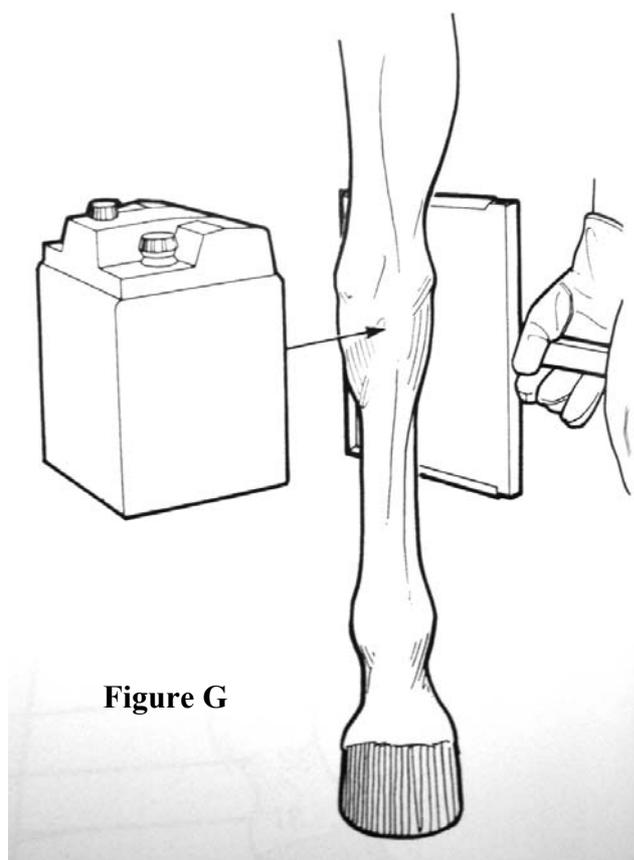


Figure G : *technique de radiographie pour obtenir la vue dorsomédiale du jarret. D'après Park in Adam's lameness in horse (57).*

- La vue dorso-plantaire se réalise avec un axe des rayons confondu avec l'axe sagittal du membre, la cassette étant perpendiculaire au sol. Elle ne présente pas

toujours un intérêt majeur : on y reconnaît le relief intermédiaire mais avec des superpositions et les deux malléoles tibiales. Elle peut donc ne pas être réalisée en vue d'un diagnostic d'ostéochondrose ou n'être réalisée qu'en dernier lieu pour exclure des sites plus rares.

On pourra ainsi mettre en évidence sur ces trois vues :

- l'ostéochondrose disséquante du relief intermédiaire du tibia distal observable sur les trois incidences mais dont la vue dorsomédiale-plantarolatérale est la plus spécifique puisqu'elle détache sa silhouette des autres structures articulaires.
- Celle de la lèvre latérale du talus, mieux vue elle aussi sur la vue dorsomédiale qui met en avant les structures dorsolatérales du jarret.
- Celle de la malléole médiale du tibia : on ne peut la distinguer que sur la vue dorsolatérale-plantaromédiale qui met en avant les structures dorsomédiales du jarret.
- Celle de la malléole latérale du tibia, certes rare, ne se découvre que sur la vue dorsoplantaire du jarret (radiographie de face). Si c'est le tubercule proximal du talus qui est touché, ceci ne sera mis en évidence que sur le profil ou l'oblique dorsomédiale. Si la lésion est située sur le tubercule distal du tibia, on ne la découvrira que sur la vue oblique dorsolatérale.

L'examen nécessite des clichés d'excellente qualité, à réaliser sur les deux jarrets puisque ce sont 40 à 60% des chevaux qui sont touchés de façon bilatérale. L'autre raison étant que certaines modifications de contour, surtout chez le jeune, peuvent porter à confusion et être interprétées comme anormales : la comparaison avec l'articulation controlatérale permet d'éviter cette erreur.

Il faut préciser sous quelles formes se manifeste la maladie dans l'articulation tarsocrurale (**4, 71, 89**). Habituellement, l'ostéochondrite disséquante apparaît comme une **zone irrégulière** dans l'os sous-chondral (encoche ou surface non linéaire). Peuvent alors être présents soit un ou plusieurs **fragments radio transparents** : il s'agit de fragments purement cartilagineux pouvant donner lieu à des faux négatifs en radiologie puisque si la lésion est très discrète, le contour de l'os ne sera pas déclaré anormal et on ne conclura pas à de l'OCD sauf si l'on pousse plus loin les techniques d'imagerie. Soit c'est un **fragment radio-opaque** qui est présent et donc bien visible s'il s'est calcifié : le diagnostic est immédiat (**figure H**). Ce

fragment possède une dimension variable (jusqu'à 10mm) et est de forme triangulaire : il correspond à l'aire radio transparente de l'os dont il est issu ; il peut être retenu contre la surface articulaire, être libre dans la synoviale ou peut s'attacher par synovialisation dans un repli de la membrane articulaire. Pour Watson (89), l'ossification des fragments cartilagineux est rare et leur localisation sur un cliché radiographique peu fréquente. Associés à ces images caractéristiques, on peut noter, si l'évolution se prolonge, des signes d'ostéoarthrose, c'est-à-dire, ostéophytes, épaissement et sclérose de l'os sous-chondral

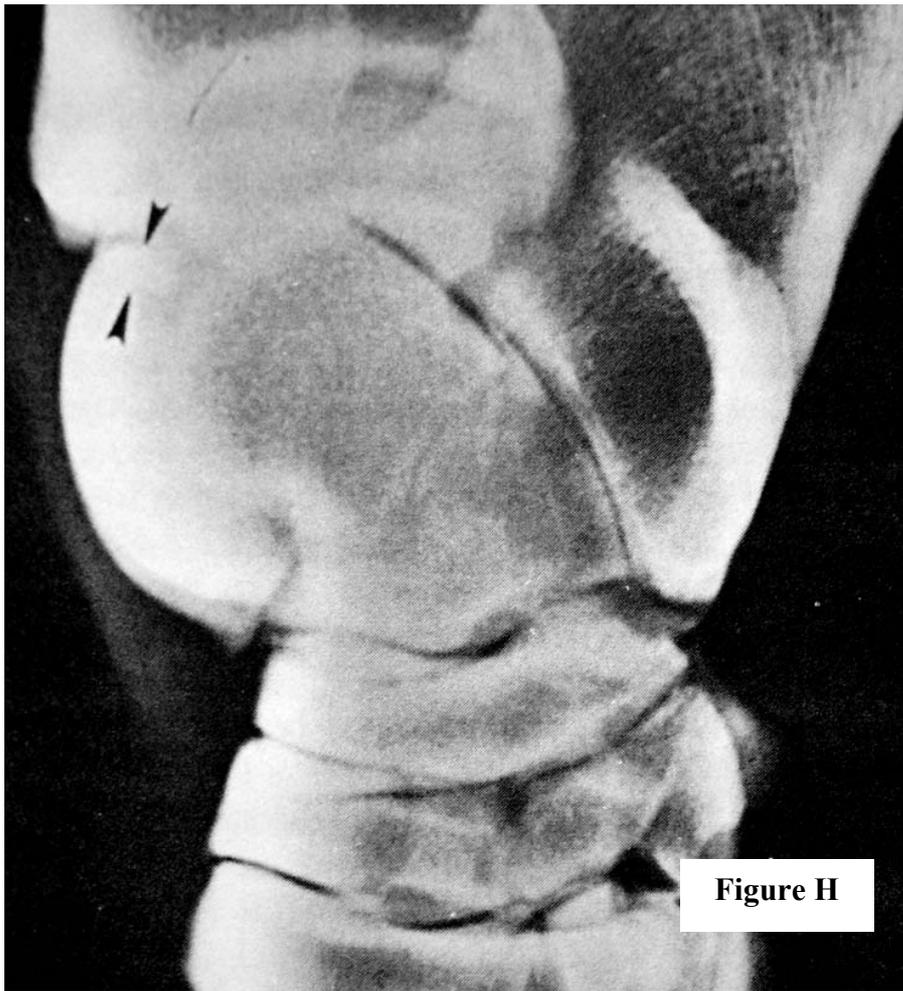


Figure H :
radiographie montrant une lésion classique d'OCD de la crête tibiale distale (flèches). D'après Auer (4)

Figure H

- **Echographie**

L'échographie vient en complément des clichés radiographiques. L'image donnée par une lésion d'ostéochondrite disséquante est une interruption dans la continuité du cartilage articulaire avec présence d'un volet non détaché ou d'un ou plusieurs fragments échogènes

dans la lumière de l'articulation. En général, la surface articulaire n'est pas rectiligne (**figure I**). Elle permet de situer précisément le fragment s'il est libre, d'évaluer sa taille et ses rapports avec les tissus mous environnants pour orienter le chirurgien dans son intervention. L'épaisseur et l'aspect de la membrane synoviale peuvent être évalués. Enfin, l'aspect de la synovie, en particulier la présence de flammèches échogènes, est étudié, orientant ainsi les procédés de traitement à venir.

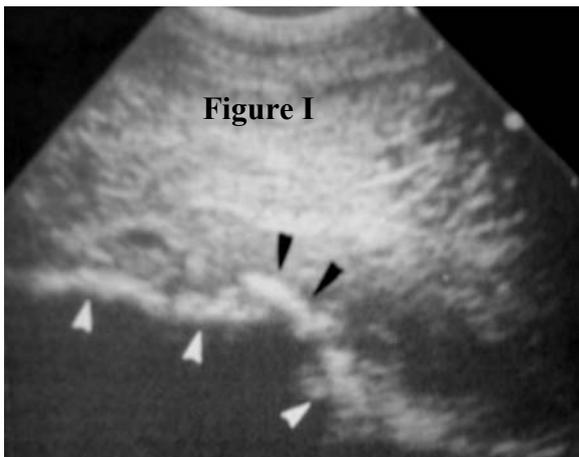


Figure I : image échographique d'une irrégularité du cartilage articulaire. D'après Park (57).

b. Analyse du liquide synovial

Peu fréquemment employée, la ponction du liquide synovial peut entrer dans les examens complémentaires à réaliser lors d'épanchement synovial. La cellularité sera alors légèrement augmentée, en rapport avec l'inflammation de la zone, surtout si le prélèvement est réalisé après un effort (4). Cependant, elle est peu spécifique de l'ostéochondrose : une synovite immunitaire peut amener à des résultats cytologiques similaires. Il est donc très rarement préconisé d'effectuer ce geste puisqu'il n'aide pas au diagnostic et comporte des risques non négligeables, arthrite septique notamment.

c. Signes arthroscopiques (28, 49, 53, 52)

Mac Ilwraith donne une valeur de 4% pour les lésions d'ostéochondrose qui, restées non décelées lors d'autres examens, sont diagnostiquées lors d'une arthroscopie dont l'indication pouvait être diagnostique ou différente d'un traitement d'ostéochondrose. En

effet, les lésions n'impliquant que le cartilage articulaire sont radio transparentes et seule la vision par l'arthroscope les mettra en évidence (1). De plus, l'arthroscopie est beaucoup plus précise en termes de pronostic puisque les critères aggravants, comme la fibrillation du cartilage articulaire, ne peuvent être évalués que par leur vision au travers de l'arthroscope.

3. Diagnostic différentiel (11)

Il inclut toutes les **causes de synovite** sur un jeune cheval en croissance accompagnées ou non d'une boiterie, c'est-à-dire : la synovite immunitaire, l'arthrite septique, la synovite traumatique. Chez le poulain comme chez le jeune adulte, la distension articulaire n'est jamais normale et l'ostéomyélite ainsi que la fracture épiphysaire complètent les différentes étiologies de l'épanchement articulaire. La première étiologie à éliminer est alors l'arthrite septique : elle s'accompagne généralement de leucocytose et d'hyperthermie mais surtout d'une forte inflammation et d'une douleur avec parfois suppression d'appui. Son diagnostic est aisé par arthrocentèse et numération cellulaire. La synovite immunitaire pose plus de problèmes puisque la cellularité du prélèvement est proche de celle d'une articulation présentant de l'ostéochondrose et la radiographie ne permet pas toujours de conclure avec certitude. C'est là qu'intervient l'échographie, méthode beaucoup plus sensible pour explorer le cartilage et l'espace articulaires.

De même, l'examen clinique doit déterminer quelle est **l'origine de la gêne ou de la boiterie postérieure** dont souffre le cheval. L'association de la synovite et de la boiterie confrontée aux critères épidémiologiques d'âge et de race permet d'orienter fortement le diagnostic vers l'ostéochondrose. La boiterie isolée doit, elle, être explorée. Elle peut être due à un problème tendineux ou ligamentaire dans la zone du jarret. Elle peut être créée par une dorsalgie limitant les mouvements du membre postérieur. Chez l'adulte plus âgé, une boiterie de jarret peut être significative de la mise en place d'un éparvin. Il faut surtout retenir face à cette liste non exhaustive d'étiologies expliquant une boiterie de jarret que c'est **l'épidémiologie** qui doit guider la démarche du clinicien puisque souvent, de nombreux critères de présomption sont présents et l'ostéochondrose devient alors l'hypothèse principale à explorer.

F. Incidence

L'ostéochondrose est une pathologie dont l'incidence ne cesse d'augmenter depuis les dernières décennies. L'intérêt grandissant qui lui est porté, sa connaissance et sûrement aussi l'amélioration de son diagnostic expliquent en partie ce phénomène. Mais, les pertes économiques qu'elle entraîne (mauvaises performances, coût des traitements, retard à l'entraînement...) ont conduit à mettre en place de nombreuses enquêtes de dépistage. En s'intéressant uniquement à l'ostéochondrite disséquante, on peut exposer les résultats suivants : Hoppe et Phillipson en 1985 **(39, 40)** obtenaient une incidence de 26% sur une population de jeunes chevaux à l'entraînement. Alvarado en 1989 **(2)** obtient une incidence de 31,5% d'OCD sur une population Standardbred de 124 chevaux. Parmi ceux-ci, 88% sont lésés sur les postérieurs dont 41% sur les jarrets soit 13% d'OCD sur le jarret. A 90%, ces lésions se retrouvent sur le relief intermédiaire du tibia distal. Schougaard **(70)** dans une étude danoise de 1990 sur 280 yearlings Trotteurs danois obtient 12% d'OCD sur l'articulation tarsocrurale. Grondahl en 1993 **(35)**, sur une population de Trotteurs norvégiens yearlings note 14,3% d'OCD sur le jarret (relief tibial et lèvre latérale du talus confondus). Carlsten en 1993 **(65)**, sur des Standardbred suivis plusieurs fois de la naissance à l'âge de deux ans, arrive à un pourcentage de 10,5% d'OCD dans le jarret sur les animaux d'un an d'âge qui se retrouve pour 7 cas sur 8 sur le relief intermédiaire. Sandgren **(67)** sur 674 Standardbred de 18 mois révèle 35,9% de poulains atteints d'ostéochondrose dont 10,5% d'OCD dans le jarret et une valeur de 11,5% lorsqu'il complète cette population avec les produits de quatre étalons souffrant d'OCD. De façon similaire, c'est le relief intermédiaire du tibia qui est impliqué dans 95% des cas. Audigié et Denoix **(24)**, dans leur enquête recherchant les images radiographiques anormales en 1993 sur des chevaux de selle (Selle Français et Anglo-Arabe) obtiennent 9,3% d'Images Radiographiques Anormales sur le jarret. En 2000, les résultats de Valette et Denoix **(25)** sur 1180 chevaux de sport de trois ans (Anglo-Arabe, Selle Français et pur-sang Anglais) obtiennent 26,4% d'IRA sur la région du jarret dont 13,3% sur le site du tarse proximal. Leur étude sur 246 poulains de Basse-Normandie publiée en 2000 permet d'aboutir à une incidence de 16,3% dans la région du jarret dont 10,6% dans le site du tarse proximal. Geoffroy et Couroucé **(32)** en 1997 recherchent les IRA signant des AOAJ sur 38 Trotteurs Français : 39,5% des chevaux ont une IRA dans la région du jarret dont 10,5% sont sur le site du tarse proximal. Tourtoulou **(79)** en 1997 sur 58 poulains Trotteurs Français au sevrage donne une incidence d'ostéochondrose en général de 38% sur cet échantillon et 34,1% des lésions sont situées dans le jarret et à 64% sur le relief intermédiaire, à 21% sur la

lèvre latérale du talus et à 14% sur la malléole médiale (ce qui est inférieur aux pourcentages habituels plutôt proches de 90% mais Tourtoulou comptabilise aussi les kystes osseux sous-chondraux et pas uniquement les lésions d'OCD).

En bilan, on peut donc retenir que les jeunes chevaux, toutes races confondues, sont affectés par de l'ostéochondrose entre 20 et 30%. Les régions impliquées sont principalement le grasset, le jarret et l'épaule. L'articulation tarsocrurale est atteinte d'OCD avec un pourcentage compris entre 10 et 15%. Enfin, dans cette articulation c'est le relief intermédiaire du tibia distal qui est en cause à 85-90% suivi de la lèvre latérale du talus et plus rarement de la malléole médiale. La lèvre médiale du talus et la malléole latérale peuvent aussi être atteintes.

NB : les IRA des études françaises sont quasiment exclusivement dues à de l'OCD quand elles sont situées dans le tarse proximal.

III. L'ARTHROSCOPIE : TECHNIQUES, APPLICATIONS ET RESULTATS

A. Historique et développement

1. Développement chez l'Homme

La première utilisation de l'ancêtre de l'arthroscope fut réalisée en 1918 au Japon par Tagaki sur l'articulation du genou d'un cadavre examinée à l'aide d'un cystoscope. En quelques années, Tagaki développa ce qui allait aboutir à l'invention de l'arthroscope. Ce n'est qu'en 1931 que Burman et Meyer, entre autres, utilisèrent la technique pour la première fois, aux États-Unis, sur des patients vivants atteints de polyarthrite rhumatoïde et développèrent le côté diagnostique de l'arthroscopie en réalisant des expériences sur des cadavres et sur des patients. La technique fut alors laissée de côté jusqu'aux années 1960 où elle reprit son essor. Wanatabe et Takeda inventèrent le premier arthroscope avec canal opérateur et Wanatabe développa la technique sur la pathologie du genou. Cet arthroscope fut remplacé par la suite par l'arthroscope à fibres optiques. Au début des années 1970, O'Connor s'intéressa à l'arthroscopie en tant que possibilité chirurgicale en plus de son intérêt diagnostique. Vers 1977, il améliora, pour les spécialiser au possible, les instruments utilisés lors d'arthroscopie et Johnson les fit encore progresser en en motorisant certains. Techniques et matériels devinrent de plus en plus spécifiques et précis.

Malgré cela, l'arthroscopie resta longtemps considérée sans enthousiasme en orthopédie humaine. Mais, son exploitation sur le genou, permettant une évaluation complète de l'articulation (démontrée, entre autres, par les travaux de Dandy et Jackson en 1975, ceux de Mac Ginty et Mantza en 1976 et de Cascells en 1980) et la réduction des complications et de la morbidité post-opératoires permirent d'asseoir son rôle essentiel comme technique diagnostique dans les années 1970. Dans les années 1980, son intérêt chirurgical fut mis en évidence et les techniques se spécialisèrent et furent utilisées sur d'autres articulations puis, chez d'autres espèces. Enfin, les procédures non chirurgicales, le lavage articulaire et la lyse d'adhérences intra ou péri articulaires par exemple, permirent d'établir comme primordiale la place de l'arthroscopie en rhumatologie et en chirurgie orthopédique humaines.

2. Développement chez le cheval

a. Premiers essais

Trotter et Mac Ilwraith citent l'arthroscopie comme l'une des avancées les plus importantes de la chirurgie orthopédique vétérinaire au cours du XXème siècle avec les prothèses articulaires totales et les techniques de fixation internes (80).

Et c'est aussi au Japon qu'eut lieu la première arthroscopie chez le cheval : en 1949, Wanatabe, chirurgien orthopédiste, celui-là même qui mit au point l'un des premiers arthroscopes, opéra sur un jarret. Parallèlement à la médecine humaine, ce n'est aussi qu'à partir des années 1970 que commença le développement de l'arthroscopie équine. Hall et Keeran furent parmi les premiers à utiliser cette technique pour diagnostiquer trois cas de pathologie carpienne en 1974 aux États-Unis. Des chirurgiens, parmi lesquels Hall (1975), Knezevic (1977) et Mac Ilwraith (1978) réalisèrent et intensifièrent les études sur l'arthroscopie en réalisant aussi des interventions sur le carpe. L'arthroscopie restait, à l'époque, une technique d'investigation et de diagnostic beaucoup plus qu'une technique chirurgicale. En 1984, avec les travaux de Mac Ilwraith décrivant la technique chirurgicale, l'essor de l'arthroscopie en tant qu'approche diagnostique et chirurgicale l'amena à supplanter l'arthrotomie dans quasiment 90% de ses indications (48). Ainsi, au début, seuls le carpe et l'articulation métacarpo- ou métatarso-phalangienne étaient explorés par cette technique (56, 48). Puis pendant les années 1980, la technique s'étendit au jarret et au grasset (Nickels et Sande 1982) et enfin, à l'épaule et aux articulations interphalangiennes. Aujourd'hui, quasiment toutes les articulations sont susceptibles, chez le cheval, d'être soumises à une évaluation et/ou à un traitement par arthroscopie.

Remarque : l'arthrotomie, même bien pratiquée, était plus souvent que l'arthroscopie suivie de complications. La première était qu'elle pouvait mener à de faux négatifs puisque la faible ouverture pratiquée ne laissait voir qu'une partie de l'articulation. Les fistules synoviales liées directement à l'ouverture et à la production de liquide synovial mettaient en communication directe l'articulation avec le milieu extérieur et majorait les risques de sepsis post-opératoires. Une gestion longue, parfois sur plusieurs semaines, à l'aide de nombreux pansements stériles était alors nécessaire. La fibrose articulaire générée par la fibrose de la capsule et des tissus péri articulaires, les adhérences et la formation de brides handicapait le

cheval et diminuait fortement sa récupération au niveau de la mobilité articulaire. Ces complications ne sont quasiment jamais associées à l'arthroscopie.

b. Arthroscopie diagnostique chez le cheval

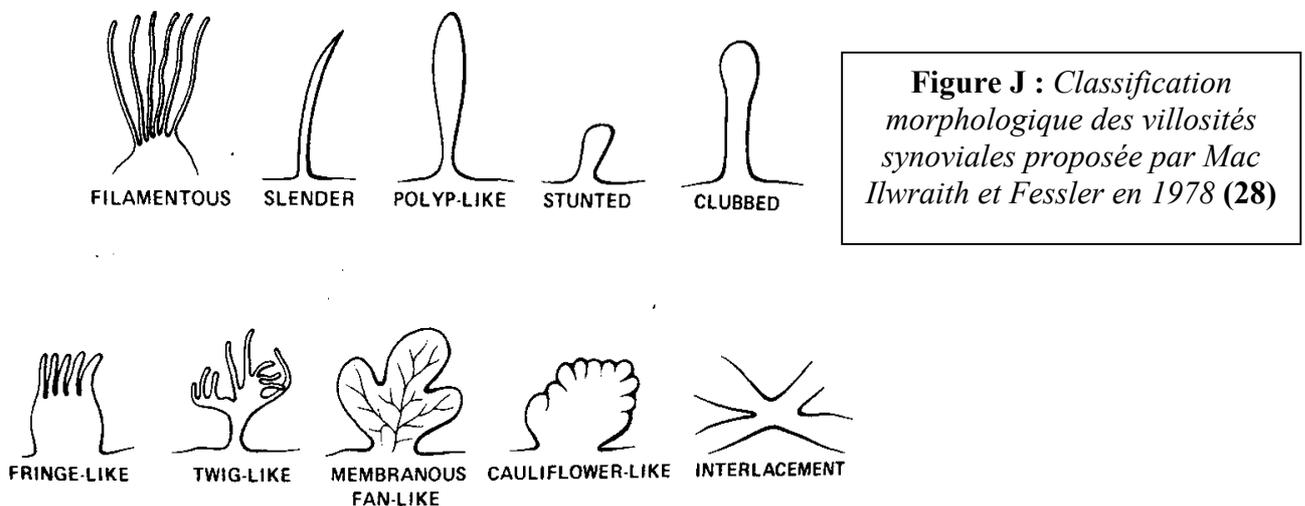
Mac Ilwraith (48, 50, 53, 57) insiste, dans ses premières publications sur ce thème, sur les découvertes, grâce à l'arthroscopie, de lésions articulaires qui passent inaperçues avec les autres techniques d'investigations : examen clinique, radiographie (avec et sans produit de contraste), échographie et analyse du liquide synovial. Ces techniques, qu'on ne saurait remplacer par une simple évaluation arthroscopique, restent effectivement limitées dans certains cas : la visualisation à travers un arthroscope permet de repousser ces limites et donc d'accroître les possibilités diagnostiques (5, 83). Malgré tout, la radiographie reste un préalable indispensable à toute évaluation arthroscopique : Joyce et Mankin insistaient, dès 1983, sur ce point. Cependant, il faut bien insister sur le fait que cette évaluation, bien que très précise puisque l'image est grossie plusieurs fois, n'est fiable que si elle est réalisée par un chirurgien expérimenté : la vue à travers un arthroscope modifie, par l'effet de grand-angle en particulier, les dimensions et les proportions des éléments observés. Ce n'est donc qu'après de nombreuses observations que l'interprétation du chirurgien devient valable, sûre et donc exploitable.

On évalue tout d'abord mieux l'état inflammatoire de la membrane synoviale et ce, à travers l'aspect des villosités. Précédemment, lorsque l'arthrotomie était largement pratiquée, ces villosités se collaient sur la membrane puisque l'articulation était grande ouverte et ne pouvaient donc pas être correctement évaluées puisque indistinctes de celle-ci. Avec l'irrigation continue de la cavité articulaire qui leur permet de « flotter » et la meilleure définition qu'offre une vue arthroscopique, forme, taille et aspect des villosités sont exploitables de façon plus critique. Mac Ilwraith et Fessler en ont même fait une classification en 1978 (28, figure J) : ainsi, la connaissance de la normalité permet, avec l'expérience de déceler la moindre modification au sein d'une articulation et de conclure à la présence d'une anomalie quelle qu'elle soit. Les synovites sont caractérisées et évaluées selon : la présence de villosités sur un site normalement dépourvu de villosités ; une éventuelle hyperhémie ou l'apparition de pétéchies sur ces mêmes villosités ; une modification de forme, un épaissement, une coalescence des villosités...

On peut aussi pratiquer des biopsies de membrane synoviale de façon quasi atraumatique. L'analyse histologique de ces prélèvements ne présente que peu d'intérêt

puisqu'elle permet rarement d'aboutir à un diagnostic étiologique précis. Elle peut avoir plutôt une valeur pronostique puisqu'elle permet de quantifier la prolifération des villosités et la formation d'un pannus qui attestent du degré d'atteinte articulaire. Par contre, associées à une analyse bactériologique dans les cas d'arthrite septique, ces biopsies révèlent souvent l'agent étiologique en cause et assurent une thérapie mieux ciblée et donc plus efficace. Rappelons alors que, dans ces cas d'arthroscopie sur arthrite septique, on réalise un acte diagnostique (la biopsie) en même temps qu'un acte thérapeutique : le lavage articulaire (4, 5).

Figure J



De la même façon, les ligaments intra articulaires peuvent être observés ainsi que les ménisques dans le cas de l'articulation du genou par exemple. Ces structures étant radio transparentes, l'arthrotomie était la seule méthode d'investigation avant l'avènement de l'arthroscopie.

Enfin, c'est l'état du cartilage articulaire lui-même qui peut être évalué, ce qui reste l'exclusivité de l'arthroscopie. Aucune autre technique n'est plus précoce et plus sensible que l'arthroscopie pour déceler des lésions restant silencieuses radiologiquement mais s'exprimant cliniquement. En effet, il faut que l'atteinte soit assez sévère, c'est-à-dire impliquant l'os sous-chondral ou touchant une zone importante de cartilage, modifiant ainsi la régularité et l'épaisseur de l'interligne articulaire, pour qu'elle soit visible radiologiquement. La fibrillation en surface du cartilage, lésion silencieuse radiologiquement et échographiquement,

visible grâce aux effets optiques de trans-illumination et de magnification, peut enfin être mise en évidence. Certaines entités, non décrites auparavant, telles la chondromalacie, ont été reconnues. Enfin, certaines « chip » fractures du cartilage ou « flap » ostéochondraux, silencieux radiologiquement, peuvent être décelés et traités alors.

c. Indications de l'arthroscopie en médecine équine

Il y a donc deux grands groupes d'indications pour pratiquer une arthroscopie : l'arthroscopie diagnostique et l'arthroscopie chirurgicale. On peut donc citer :

- exploration de boiteries et synovites des jeunes en croissance où les autres examens complémentaires sont restés insuffisants
- synovites récidivantes ou ne rétrocedant pas aux traitements
- confirmation de suspicion de fracture, d'arthrite, d'ostéochondrose...
- exérèse de fragments d'ostéochondrite disséquante
- arthrite septique (lavage, synovectomie, débridements)
- arthrose (curetage des ostéophytes)
- fractures parcellaires
- lésions de la gaine du tendon perforant...

Rappelons que souvent la chirurgie est effectuée juste après l'exploration et le diagnostic pendant la même intervention. Certains vétérinaires, comme Greet (34) se sont interrogés sur l'intérêt de pratiquer systématiquement une arthroscopie sur les lésions d'ostéochondrose et en particulier, d'ostéochondrite disséquante cliniquement silencieuses. En effet, la plupart des chevaux sont opérés jeunes et le diagnostic d'ostéochondrose a été posé fortuitement lors de radiographies pour visite d'achat. Il s'agit alors de prendre un pari sur l'avenir : certains chevaux supporteront bien leurs lésions et d'autres non. Vu les enquêtes et les chances de réussite élevées auxquelles elles aboutissent en matière de succès post-arthroscopie, la plupart des chevaux sont opérés : est-ce de façon uniquement préventive ou peut-être aussi excessive ? Mais si on compare la chirurgie au traitement conservateur (9, 15, 21, 30, 36, 46, 51, 63, 75), on peut alors penser que des critères supplémentaires pour aider au choix du traitement sont encore susceptibles d'être cherchés et trouvés...

B. Instruments et matériels (8, 28, 47, 50, 52, 53, 61, 64, 80, 82, 87)

1. Matériel général

a. L'arthroscope, la chemise et les trocars (figures K et L)

À ses débuts lors des années 1970, l'arthroscope employé par Hall ou Mac Ilwraith ne mesurait que 2,2 mm de diamètre. Valeur avantageuse certes au niveau de la taille, puisque très maniable, mais réduisant ses possibilités au niveau des performances optiques par rapport aux arthroscopes actuels (fabriqués par Karl Storz Endoscopy America ou Richard Wolf Medical Instruments), dont le diamètre est couramment de 4 mm. Notons que des diamètres inférieurs (1,9mm, 2,4mm et 2,7mm) sont indispensables pour explorer les articulations interphalangiennes proximales et distales où l'espace est très restreint. La longueur moyenne d'un arthroscope pour la chirurgie équine est comprise entre 12 et 18 cm. Pour Ribot et Richard (réf 44), la longueur idéale serait de 6 cm : plus court, on ne pourrait pas explorer tout l'espace des différentes cavités articulaires du cheval et plus long, il deviendrait flexible et donc fragile. L'angle entre l'axe principal de la vision et l'axe optique est situé entre 25 et 120° ; par le passé, la vue était directe, sans angle entre ces deux axes. Chez le cheval, on utilise principalement des arthroscopes dont l'angle a une valeur de 25 ou 30°. L'effet de grand angle ainsi obtenu permet une utilisation de cet instrument dans quasiment toutes les articulations car, par une simple rotation, le champ de vision et donc d'exploration, est porté jusqu'à 85° voire plus, avec une orientation dans l'articulation maintenue fixe. L'inconvénient de ce champ de vision agrandi est qu'il faut intégrer mentalement l'image modifiée envoyée par l'arthroscope et que plus l'angle est élevé, plus cet exercice est difficile. L'arthroscope du chirurgien « débutant » aura donc un angle faible, de 25 ou 30° le plus fréquemment.

L'arthroscope est protégé et maintenu par une chemise, dont le diamètre est de 5 mm. La chemise est munie d'un ou de deux robinets : cela sert à gérer l'entrée du liquide d'irrigation de l'articulation. A l'intérieur de cette chemise s'adaptent deux trocars : l'un à extrémité conique et l'autre à pointe mousse ou obturateur. Le trocart pointu pénètre la capsule articulaire. Il est remplacé par le trocart mousse qui sert à enfoncer la chemise dans l'articulation et à la positionner correctement sans risquer de léser le cartilage avec un embout traumatique. Ce trocart mousse est retiré pour être remplacé par l'arthroscope qui est glissé dans la chemise.

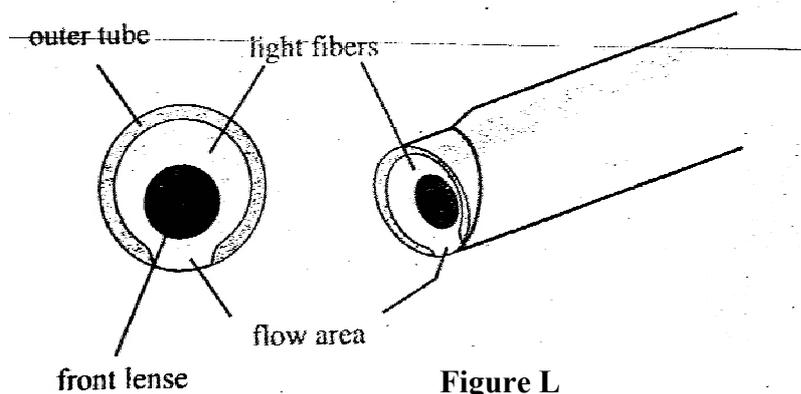
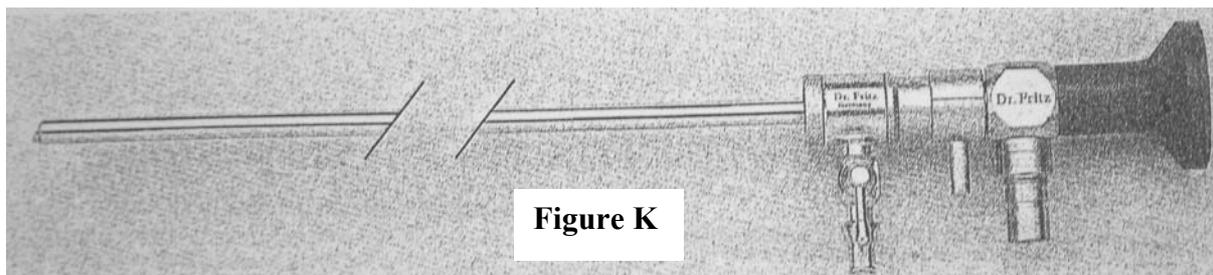


Figure K : Arthroscope Karl Storz® de 4 mm à angle de 30° en vue globale offrant un champ de vision de 115°.

Figure L : Détail de l'extrémité d'un arthroscope montrant le positionnement des lentilles et des fibres optiques.

Catalogue 2003 OPTOMED.

b. La source de lumière

On utilise une source de lumière froide* pouvant convenir à une illumination à travers des fibres optiques dont la puissance varie de 150 à 1000 Watt. Aux débuts de l'arthroscopie et jusque dans les années 1980, une puissance de 150 Watt suffisait lorsque le chirurgien regardait directement l'articulation dans l'arthroscope en opérant, sans aucune liaison vidéo. Aujourd'hui, lorsque le matériel vidéo est adapté sur l'arthroscope, la puissance de cette source doit être d'au moins 300 Watt. Valdez (82, 83) considère que pour réaliser photographies et visionnage sur téléviseur, il faut utiliser une source Xénon ou autre halogéné de 5000 Kelvin.

* Remarque : sans aucun rapport avec l'émission de chaleur thermique par la lampe, cette expression désigne une lumière qui n'émet plus de chaleur lorsque sa sortie est éloignée de sa source. Il n'y a en effet plus de chaleur lorsque le faisceau lumineux sort des fibres optiques au niveau de l'arthroscope.

c. Fluides et matériels d'irrigation

On utilise essentiellement des solutés poly-ioniques pour distendre et irriguer les articulations. Les solutés de Chlorure de Sodium, quelle que soit leur concentration, ont, in vitro, un effet néfaste, même si transitoire, sur l'activité de synthèse de protéoglycanes des chondrocytes (61). Par comparaison, le soluté de Ringer Lactate ne présente pas cet inconvénient : il est donc largement préféré. Le débit et la pression sont assurés par plusieurs techniques : une outre de 5 litres placée à plus d'un mètre au-dessus de l'articulation à irriguer ; une pompe type soufflerie d'Evers ; un aide qui comprime l'outre ; des systèmes motorisés qui contrôlent le débit variant de 300 à 3000 mL par minute. La pression se doit d'être bien maîtrisée car au-dessus de 50 mm de mercure, une extravasation des fluides se produit et le liquide sort de l'articulation et passe dans les tissus péri articulaires et en sous-cutané. De plus, une distension articulaire exagérée est à l'origine d'une mauvaise qualité d'image et donc de difficultés pour interpréter et évaluer les lésions présentes : ce phénomène est aggravé lors d'extravasation des fluides. Ceci est évité grâce à l'utilisation d'une canule de sortie placée sur un autre site de l'articulation qui permet un débit élevé et une irrigation continue. Le chirurgien se doit de rester vigilant et de ne pas obstruer la canule de sortie ou, si la porte de sortie des fluides n'est pas matérialisée, de s'assurer que l'incision concerne et la peau et la capsule, et qu'aucun de ses doigts n'est posé sur ce site (lors du curetage par exemple). Ces débits élevés rendent possible un lavage et une élimination des débris en fin de procédure.

Lors d'électrochirurgie, il est conseillé (80) d'utiliser des solutions à base de glycine ou de glycérol. Notons que les fluides contenant du méthanol ou du formaldéhyde sont à proscrire puisqu'ils entraînent des synovites chroniques. Ces molécules peuvent être contenues dans des poches à perfusion de Ringer Lactate en tant qu'agent conservateur. Il convient donc de vérifier leur absence avant toute utilisation d'une poche à perfusion comme source de liquide d'irrigation.

La distension articulaire peut aussi être obtenue par insufflation de gaz. Cette technique est plus complexe et plus onéreuse que la précédente puisqu'elle nécessite un système spécifique d'insufflation et de régulation de pression. En général, c'est le dioxyde de carbone ou l'oxyde d'azote qui sont choisis en tant que gaz inertes. Cela permet une image plus nette, plus contrastée et donc plus précise. Le gaz doit être filtré pour éviter toute contamination bactérienne iatrogène. Là aussi, la pression intra articulaire doit être contrôlée : la complication associée à une surpression est l'emphysème sous-cutané qui peut parfois être

assez important. Aujourd'hui, l'utilisation du gaz est souvent réservée aux opérations effectuées pour l'obtention de clichés per opératoires à des fins d'enseignement, de formation et/ou de publication ou pour les opérations réalisées à l'aide du L.A.S.E.R.

2. Instruments chirurgicaux spécialisés (figures M, N et O)

Certains instruments ne sont pas tous spécifiques à l'arthroscopie équine. Cependant, ils ont en commun les caractéristiques suivantes : un faible diamètre, en général inférieur à 6 mm et une longueur de branche assez importante. Ils appartiennent au matériel de base de toute chirurgie osseuse ou sont parfois empruntés au matériel d'arthroscopie humaine. On recense : l'élévateur à périoste de 5 à 6 mm de diamètre, la curette osseuse type de Wolkman, l'ostéotome d'environ 4 mm, le crochet palpeur ou sonde (que certains préfèrent graduer pour mieux évaluer les dimensions), les pinces emporte-pièce ou pinces « basket » (la plus fréquemment choisie est la pince de Ferris Smith ou rongeur pour disques intervertébraux) pour les fragments les plus volumineux, les forceps, la pince à biopsie, la canule de sortie pour l'irrigation, des ciseaux fins... Ces instruments doivent être solides pour éviter toute rupture entraînant la création d'un corps étranger métallique intra articulaire dont la récupération peut s'avérer délicate. Cette structure métallique leur confère aussi des propriétés magnétiques facilitant leur récupération par aimantation dans ces cas-là.

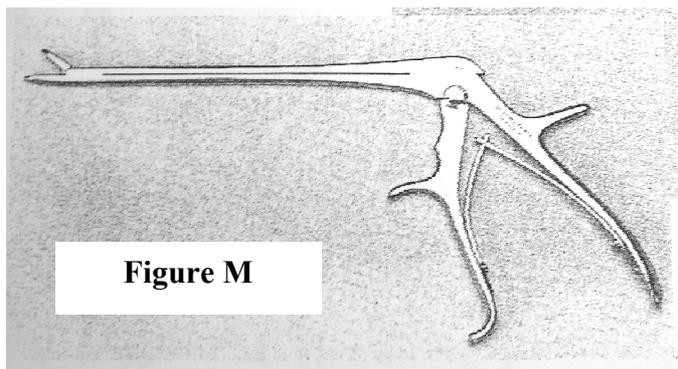


Figure M

Figure M : *pince rongeurs sans crémaillère. On l'utilise pour libérer et saisir les fragments.*
Catalogue 2003 OPTOMED

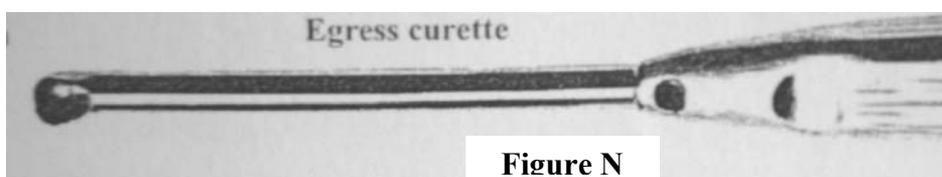


Figure N

Figure N : *curette utilisée pour débrider le cartilage lésé.*
Catalogue OPTOMED 2003.

Figure O : Crochet palpeur

Ciseaux d'arthroscopie

Curette

Elévateur à périoste

Ostéotome courbe

Ostéotome droit

D'après catalogue 2003

OPTOMED

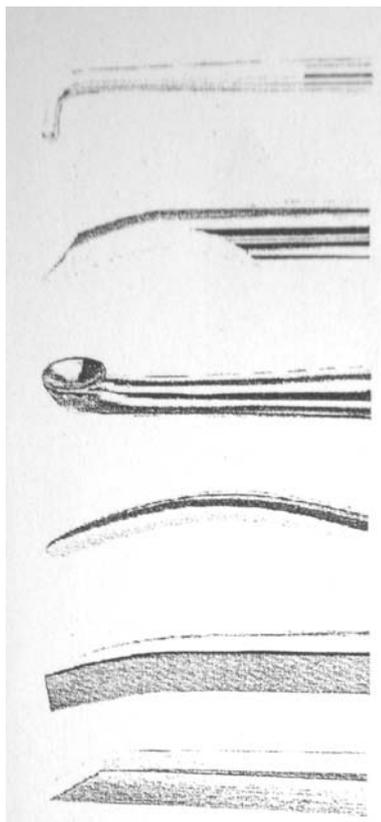


Figure O

3. Instruments motorisés de type « shaver » (61)

Cette technique ne fait pas l'unanimité chez les chirurgiens pratiquant l'arthroscopie, bien qu'elle améliore considérablement le confort de certaines procédures. Il s'agit d'un méniscotome ou résecteur motorisé muni d'un système d'aspiration pour l'évacuation immédiate des tissus libérés. Il est possible d'opérer couramment sur la plupart des articulations du cheval sans avoir recours à cette pratique qui demeure onéreuse (plus de 10 000 € environ). Le shaver nécessite un système d'irrigation accru car de gros volumes de fluides sont utilisés pendant son fonctionnement pour refroidir la zone. Il est muni de différentes « têtes » affectées chacune à une utilisation spécifique : une pour la résection synoviale, une pour l'abrasion du cartilage et une pour le curetage de l'os sous-chondral.

Les grosses articulations possèdent une véritable indication pour l'utilisation quasi systématique du shaver (61). Il s'agit en particulier de l'articulation du grasset. Certaines atteintes, surtout anciennes et/ou chroniques entraînent une hypertrophie importante et des

remaniements de la membrane synoviale compromettant la visualisation des structures intra articulaires : c'est le cas des fragments osseux de l'articulation interphalangienne distale, par exemple. Il faut donc pouvoir réséquer la synoviale pour explorer toute l'articulation. Mac Ilwraith, Selway et les autres premiers utilisateurs (47, 48, 50, 53) de l'arthroscopie pratiquaient systématiquement une synovectomie pour éclaircir le champ d'exploration au sein de l'articulation opérée. L'hémorragie est la complication parfois associée à l'emploi d'un shaver pour la synovectomie mais elle demeure peu importante et dans tous les cas, transitoire.

On utilise aussi le shaver pour le curetage de l'os sous-chondral lors de lésions importantes. Mais la technique et l'instrument se doivent d'être maîtrisés par un chirurgien très expérimenté pour éviter tout excès dans l'exérèse de l'os atteint ou des tissus mous. Une application bien localisée mais trop longue dans sa durée est aussi néfaste : les températures générées par cette méthode conduisent à une véritable « cuisson » du site. Il est logique pour beaucoup de préférer la curette et/ou le rongeur pour de petites lésions, surtout lorsqu'elles concernent une articulation dont l'espace est réduit. Les lésions iatrogènes peuvent être graves : en chirurgie humaine, des lésions de l'artère poplitée lors d'interventions sur le genou, conduisent à de sévères complications post-opératoires. De nouvelles techniques sont disponibles qui possèdent les avantages des instruments motorisés sans leurs inconvénients (moins de risques de léser les tissus sains environnants). C'est le cas de la coblation (*Cf. infra*).

4. Techniques au LASER et YAG Laser (80)

Depuis le milieu des années 1980, le LASER est utilisé pour aider au « resurfacing » articulaire et pour son action sur la « guérison » du cartilage. Rappelons que pour employer ces techniques, la distension articulaire s'obtient par insufflation de gaz, hélium ou dioxyde de carbone et que le matériel indispensable à sa réalisation est plus onéreux que celui décrit précédemment. Bert (1987) décrit l'emploi de la glycine à 1,5% comme fluide non-conducteur pour cette technique. La résection du cartilage est rendue possible par la haute température atteinte et conduit à une véritable vaporisation des structures. L'emploi de gaz et sa mise en mouvement continue permettent lors de la vaporisation du cartilage d'évacuer plus rapidement la fumée générée par les poussières en suspension. L'action de ces Lasers sur l'os est délétère : Trotter et Mac Ilwraith décrivent des boiteries et des synovites en post-

opératoire lorsque le laser agit sur le cartilage et sur l'os. Celui-ci présente des zones nécrotiques et la surface articulaire correspondante est, elle aussi, lésée.

Le YAG-LASER (Yttrium-Aluminium-Garnet-LASER) peut être utilisé en milieu liquidien. Le type « Néodymium » montre comme avantages d'occasionner une cicatrisation en 6 semaines, même si modérée, du cartilage là où un laser classique provoque des zones nécrotiques et où une curette laisse des marges atones. Mais des études plus poussées (Spivak & Grande 1992) ont démontré que ces effets étaient trop transitoires pour être exploités. D'autres chercheurs ont étudié le type « Holmium » (Collier, Haugland et Bellamy 1996) sur les tissus du cheval. Il est plus précis et plus pratique que les autres puisqu'il peut circuler par des fibres optiques. Mais sa réelle efficacité sur la cicatrisation du cartilage n'a pu être évaluée précisément.

En définitive, pour Mac Ilwraith, le Laser n'apporte que peu de bénéfices qui justifieraient son emploi en arthroscopie équine. Certes précis, son emploi est toujours suivi d'ostéonécrose due à des températures trop élevées et de douleurs post-opératoires d'intensité augmentée. Pour lui, en comparaison avec les instruments habituels, il est moins efficace pour ce qui est des synovectomies et du « resurfacing » cartilagineux. De plus, certaines complications post-opératoires nécessitent une ré intervention (nécrose osseuse par exemple). Il ne conseille donc pas l'introduction de cette instrumentation en arthroscopie équine courante.

5. Sondes de coblation ou « arthrowands » (64)

L'utilisation de l'électrochirurgie lors d'arthroscopie date du début des années 1980 en comptant Mac Ilwraith parmi les précurseurs en médecine vétérinaire (53).

En médecine humaine, les premières indications de la coblation (ou « cold ablation ») sont les chirurgies des ménisques. Ses applications ne se limitent pas à la chirurgie orthopédique mais aussi aux chirurgies ORL et aux interventions sur la peau. C'est une technique qui évite les lésions thermiques provoquées, par exemple, lors de l'emploi du shaver ou du bistouri électrique où la température peut avoisiner les 400°C. La coblation est une méthode à radiofréquence bipolaire à basse température (moins de 70°C) où il n'y a pas de conduction de chaleur. En effet, l'énergie est diffusée dans un milieu conducteur (Chlorure de sodium principalement ou autres solutés poly ioniques) et c'est l'ionisation ainsi induite des particules du milieu qui permet une action sur les tissus au niveau moléculaire. Le champ d'action est restreint par l'espace compris entre les deux électrodes de la sonde. Les

lésions des tissus sains avoisinants sont donc plus limitées qu'avec d'autres techniques moins précises. De plus, les sites traités présentent moins d'hémorragies, ce qui rend l'observation de l'espace articulaire plus aisée et réduit le temps opératoire. Différentes formes de sondes sont disponibles : avec un angle de 90° pour les surfaces étendues (comme dans le grasset) ; avec un angle formant un biseau (30°, 45° et 60°), très précis pour les articulations de faible volume (inter phalangiennes); avec un crochet (le Saber 30®) rendant possible une résection très précise des tissus atteints.

La coblation reste cependant encore peu répandue en arthroscopie équine puisque assez récente et onéreuse. Cependant, il est utile de noter que son emploi lors d'ostéochondrite disséquante avec perte de substance du cartilage associée est plus qu'intéressant. En effet, lors de lésions du cartilage de grades 2 à 4, le curetage conseillé voire obligatoire pour une meilleure récupération, peut se faire très précisément sans risquer de léser l'os sous-chondral sain pendant le parage et le débridement des marges du site. C'est l'une des techniques majeures de « resurfacing » articulaire. Enfin, Rossignol et Perrin (64) utilisent le Saber 30® lors, entre autres, de fragments de type 1 de la face plantaire du boulet pour séparer le fragment de ses attaches aux tissus mous de la région en pratiquant une chirurgie la moins invasive possible.

C. Modes et description des techniques opératoires

1. Préparation du site et du patient (5, 47, 53, 61, 87) : cas du jarret

a. Principes généraux :

Le premier réflexe du vétérinaire face à un cheval présentant une articulation souffrant d'ostéochondrose, que ce soit de l'ostéochondrite disséquante ou des kystes osseux sous-chondraux, est de procéder à un bilan radiologique complet de l'animal. Ce bilan doit comporter au moins la vue controlatérale du site atteint. Il est fréquent, comme cité plus haut, que ces lésions soient bilatérales : c'est souvent le cas du jarret dans une proportion générale de 40% à 80% (10, 14, 49) selon les études. Il ne faut donc pas sous diagnostiquer cette affection et risquer d'opérer une seule articulation là où il aurait fallu en opérer deux. Un examen clinique minutieux complète ce bilan d'imagerie. Ces étapes doivent être conduites en présence du propriétaire du cheval ou de son représentant. Il est plus que conseillé d'obtenir

un consentement éclairé du propriétaire. Les risques d'une telle intervention et de ses suites doivent être clairement exposés (*Cf. infra*).

Avant l'intervention, le cheval est déferré, les pieds nettoyés et les membres sains protégés par des bandes de repos. Le statut de vaccination anti-tétanique est à évaluer. On opère fréquemment de jeunes chevaux et la connaissance de leurs vaccinations est parfois obscure. L'anesthésie générale est obligatoire pour cette procédure, les structures et le matériel étant très fragiles. On utilise fréquemment un matériel de gazeuse fermé ou semi fermé après une induction à la Kétamine et au Diazépam associée aux α^2 -agonistes de type Romifidine ou Détomidine. Le cheval est placé en décubitus dorsal et calé à l'aide de coussins pour être le plus fixe possible. Le membre à opérer est maintenu par un palan ou par un aide pour permettre sa mobilisation au cours de l'intervention et les autres membres sont laissés libres, repliés ou fixés à la table et couverts par des « chaussettes » en plastique pour limiter les souillures de l'environnement. Le membre est tondu de mi-canon à mi-tibia et les zones de ponction sont rasées. Le site est préparé de façon chirurgicale avec des savonnages successifs à l'antiseptique moussant (soit Chlorhexidine dans l'Hibitane Savon®, soit Polyvidone iodée dans la Vétédine Savon®) puis rinçage et application d'un antiseptique en solution type Hibitane Solution® ou Vétédine Solution® et application d'alcool modifié à 70°.

Puis une « chaussette » ou « stockinette » stérile est placée sur le membre à traiter. Un champ est rajouté sur les deux postérieurs pour limiter les contaminations du chirurgien : il est placé sous le jarret et recouvre le canon et le pied. Un autre champ recouvre la cuisse et la jambe. Un champ collant est centré sur le site opératoire. Le site est protégé par des champs stériles étanches car, l'arthroscopie se réalisant sous irrigation continue, il faut éviter le détrempage de la zone qui rendrait la procédure septique. Certains chirurgiens utilisent des champs spéciaux pour arthroscopie, adaptés à l'articulation à traiter. Ces champs sont en matière imperméable et sont munis d'une ouverture élastique à travers laquelle on passe le membre : le jarret est ainsi séparé de façon étanche de la zone plus proximale du postérieur. Ces champs sont empruntés au matériel d'arthroscopie humaine et le chirurgien se doit d'être habile et expérimenté pour leur mise en place correcte. Enfin, leur coût est plus élevé que pour les autres champs non spécialisés. Un dernier champ en tissu sépare le chirurgien de l'anesthésiste en étant placé sur le ventre et fixé sur les antérieurs du cheval.

b. Particularités

Certaines articulations, en particulier celle du boulet, sont opérées avec le cheval placé en décubitus latéral. L'articulation est plus facilement manipulable dans cette position. Dans le passé, l'arthrotomie de l'articulation tarso-crurale se pratiquait aussi en décubitus latéral. Le risque de perdre un fragment libre ou libéré pendant l'intervention était alors augmenté. Il pouvait glisser au fond du récessus opposé et son extraction pouvait alors se trouver délicate à effectuer. Aujourd'hui, l'arthrotomie du jarret n'est quasiment plus indiquée que pour les cas d'ostéochondrite disséquante de la malléole latérale du tibia distal dont les fragments sont rarement purement articulaires et dont l'approche arthroscopique peut se révéler difficile voire impossible. De même, dans le cas de fragments de taille très importante, certains auteurs préconisent l'ouverture de la cavité articulaire car les faibles dimensions des incisions d'arthroscopie empêcheraient l'extraction de ces fragments. Un autre argument poussant à l'arthrotomie dans ces cas-là est que plus la chirurgie est longue, moins le pronostic est bon. Une arthrotomie courte et effectuée correctement vaut bien mieux qu'une arthroscopie trop longue et trop délabrante.

c. Préparation médicale

Le cheval est mis, en préopératoire, sous couverture antibiotique poursuivie quelques jours, en général trois ou quatre si aucune complication ne survient. On emploie des agents comme la Pénicilline G associée ou non à la Gentamicine, la Marbofloxacinine, l'Enrofloxacinine qui diffusent correctement dans les cavités articulaires (attention cependant à l'emploi de ces deux dernières molécules qui peuvent présenter une certaine toxicité chez le jeune animal de sport en croissance). De plus, on associe un traitement anti-inflammatoire à l'aide d'anti-inflammatoires non stéroïdiens par voie veineuse. La Phénylbutazone ou la Flunixin méglumine sont les principes actifs les plus employés. Pour Raekellio et al. (60), il apparaît que la Phénylbutazone dosée à 4mg/kg en préopératoire puis à 2 mg/kg en post-opératoire, répond aux attentes d'analgésie et de confort des chevaux opérés au moins au niveau de la clinique. En effet, les paramètres biochimiques mesurés, tels les catécholamines, marqueurs de stress, ne sont pas différents entre le groupe recevant le placebo et celui recevant de la phénylbutazone. Le traitement analgésique pourra se poursuivre plus longtemps que l'antibiothérapie par relais avec la Phénylbutazone par voie orale (Equipalazone®) chez le propriétaire.

2. Repérage de la porte entrée des instruments et de l'arthroscope : technique générale

C'est la technique de « triangulation » qui est exclusivement pratiquée en arthroscopie équine de nos jours. On parle de triangulation car l'arthroscope, les instruments et le site lésionnel à traiter forment les trois sommets d'un triangle : ainsi, le chirurgien visualise sans discontinuer la lésion et ses instruments. Il y a donc deux points d'entrée dans l'articulation avec cette technique : celle de l'arthroscope et celle des instruments.

L'arthroscopie du jarret, et en particulier de l'articulation tarso-crurale, présente une spécificité face aux autres articulations comme celle du carpe par exemple : la cavité synoviale est distendue, à l'aide d'une solution poly-ionique, **avant** les incisions cutanées et l'introduction des trocars. Il faut veiller lors de cette étape à ne pas léser les structures vasculaires de la région, surtout la veine saphène qui chemine dorso-médialement, dans la « fontaine du jarret ». On utilise des aiguilles de 15/10^{ème} de millimètre de diamètre (ou 18 Gauge roses) que l'on place après avoir effectué les palpations des différents repères anatomiques propres à chaque site d'entrée (*Cf. infra*). La vérification de l'introduction de l'aiguille dans la lumière de l'articulation se fait par la visualisation du liquide synovial qui sort spontanément s'il est sous pression en cas de synovite ou par aspiration à l'aide d'une seringue stérile. L'aspect de celui-ci peut alors être évalué (turbidité, élasticité, présence éventuelle d'hémarthrose...). Ce prélèvement peut aussi être soumis à une analyse bactériologique et/ou cellulaire. Un volume de 50 à 100 mL de Ringer Lactate est introduit par cette aiguille. Les récessus plantaires se distendent, de même que les récessus dorsaux qui font saillie autour du tendon extenseur dorsal du doigt : leur identification s'en trouve donc plus aisée. Notons aussi que l'ostéochondrite disséquante du jarret proximal peut être accompagnée de distension articulaire marquée (vessigons ou « bog spavin » des anglo-saxons) et que l'identification des sites de ponction de l'articulation est alors évidente.

Remarque 1 : *l'autre technique d'arthroscopie, qui n'a jamais été utilisée en chirurgie équine, est dite linéaire : un arthroscope avec canal opérateur est introduit dans l'articulation et les instruments sont mobilisés à travers ce canal (O'Connor 1977). Cette technique reste très peu employée.*

Remarque 2 : *certains auteurs (Valdez & Richmond (82)) préconisent la pose d'un garrot ou bande d'Esmarch (figure P) proximale au site pour pallier d'éventuelles hémorragies per opératoires. Celles-ci sont en effet néfastes à la bonne visualisation des structures à*

travers l'arthroscope et gênent le chirurgien lors de ses manipulations. Leur apparition reste néanmoins sans incidence sur le succès de l'intervention. La condition à respecter si cette pose est effectuée est de **repérer la veine saphène et d'introduire l'arthroscope avant** la pose du garrot. En effet, la mise en place correcte de ces bandes résulte en une diminution considérable du volume sanguin dans la partie distale du membre : le sang est « chassé » vers les parties hautes du membre. La veine saphène, comme les autres structures vasculaires, n'est alors plus visible ni même correctement palpable et le risque de la ponctionner lors de l'introduction des instruments est majoré. L'hémorragie en nappe qui s'en suit conduit aux mêmes inconvénients qu'un saignement per opératoire que l'on souhaitait éviter par cette technique.

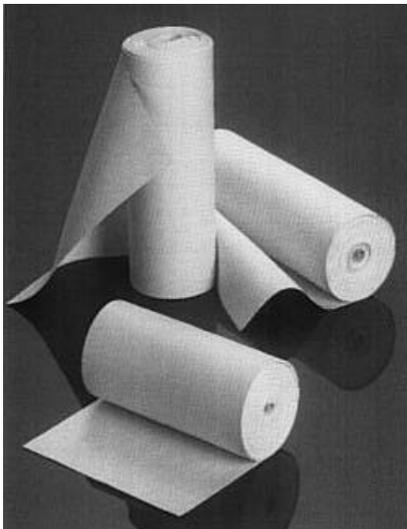


Figure P : exemples de bande d'Esmarch.

3. Voies d'abord lors d'arthroscopie du jarret proximal (87)

Le choix de la porte d'entrée se fait à l'aide de la radiographie et/ou de l'échographie qui indiquent la localisation plus ou moins précisément, au sein de l'articulation, du ou des sites lésés. L'approche chirurgicale est susceptible d'être modifiée en per opératoire si de nouvelles lésions intra articulaires sont découvertes pendant la phase d'inspection. Il s'agit le plus souvent de passer d'un abord dorso-médial à un abord dorso-latéral en échangeant instruments et arthroscope. Les repères anatomiques à utiliser sont ceux d'une intra articulaire de l'articulation tarso-crurale banale : veine saphène, malléole médiale du tibia et ligament collatéral médial long. On palpe alors la dépression communément appelée « fontaine du jarret » entre la lèvre médiale du talus et le ligament collatéral médial. La synoviale est alors

ponctionnée avec l'aiguille orientée transversalement ou de façon plantaro-latérale si l'opérateur passe dorsalement à la veine saphène. La solution poly-ionique est injectée et les culs de sac articulaires se distendent.

a. Site dorso-médial ou de la « fontaine du jarret » (figure Q)

Rappelons que la porte d'entrée est spécifiée d'après le positionnement de l'arthroscope. Ainsi, le site dorso-médial, le plus couramment utilisé, est celui où l'arthroscope est inséré depuis la partie médiale de l'articulation. Les sites du relief intermédiaire et de la malléole médiale du tibia distal et les lèvres du talus, en particulier la lèvre médiale, sont visualisés de façon plus précise. La zone crâniale de la synoviale articulaire est, elle aussi, bien visualisée par cet abord. Sa ponction est décrite plus précisément dans le paragraphe suivant.

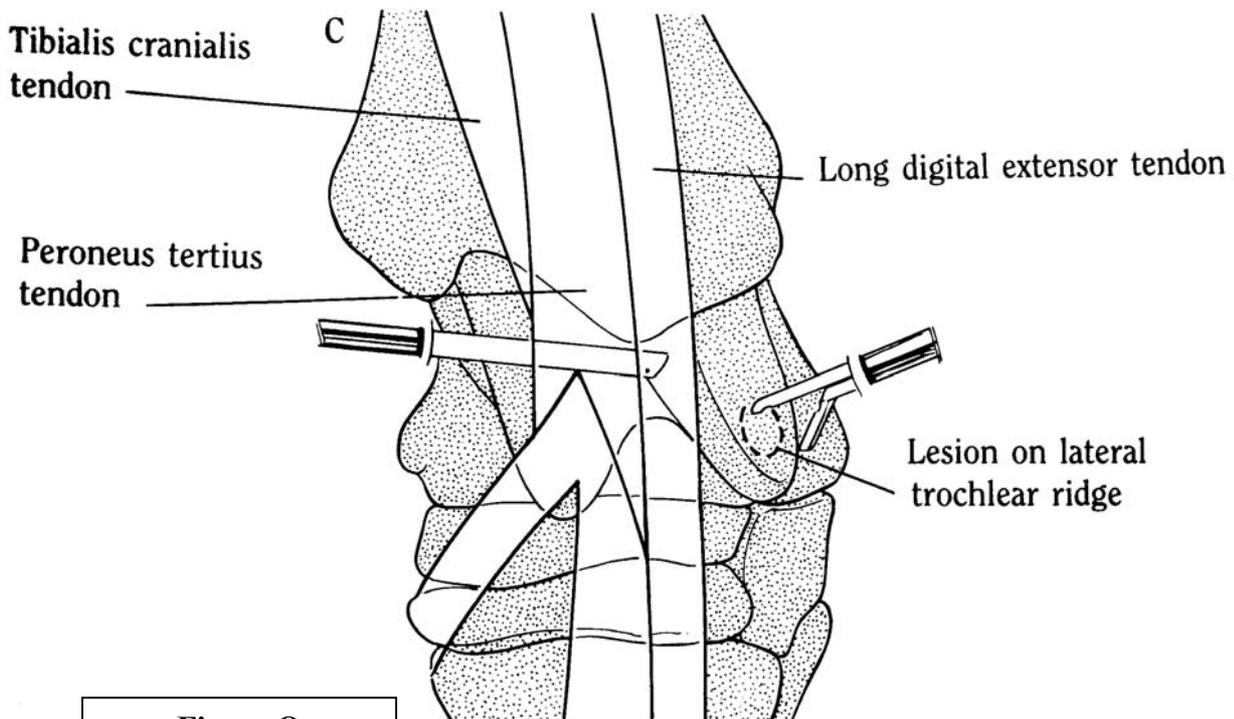


Figure Q

Figure Q : Exemple d'abord dorsomédial de l'articulation tarso-crutale. D'après Mac Ilwraith (47)

b. Site dorso-latéral

Cette voie d'abord est plus rarement employée. Ses indications sont une évaluation du talus et du tibia, surtout dans leurs parties latérales. Ainsi, cette approche est utilisée pour les explorations de la lèvre et de la malléole latérales. Le relief intermédiaire du tibia distal est très bien observable par cette technique aussi. C'est pourquoi, lors d'arthroscopie en triangulation utilisant l'une ou l'autre de ces voies d'abord, les instruments et l'arthroscope sont interchangeables pendant la procédure. La ponction permettant l'entrée des instruments doit se faire sur un récessus synovial dorso-latéral très distendu. La peau est incisée au centre du relief créée par la distension et le jarret est alors complètement fléchi pour créer plus d'espace dans la cavité et laisser le trocart puis l'arthroscope entrer.

De même que l'examen par voie dorsomédiale est codifié et systématisé, cet abord suit une progression en huit parties pour l'examen de l'articulation. L'arthroscope est enfoncé jusque dans la partie médiale puis son retrait progressif en effectuant des rotations permet de passer en revue les sites suivants : partie supérieure de la lèvre médiale et malléole médiale, parties centrale puis inférieure de la lèvre médiale, tenon intermédiaire du tibia distal, surface de la trochlée, parties supérieure, moyenne et inférieure de la lèvre latérale du talus.

c. Site plantaro-médial et site plantaro-latéral ou site des « vessigons »

Ces voies d'entrée sont les seules permettant l'observation des structures plantaires du jarret, en particulier de l'articulation tarso-crurale dans sa partie proximale. La distension des récessus se fait aussi par injection dans la fontaine du jarret mais elle doit être suffisamment importante pour qu'elle concerne aussi les parties plantaires du jarret. Après incision sur 5 mm de la peau au centre du récessus distendu, le membre est fléchi et les instruments introduits. L'arthroscope (de 25° d'angle selon Mac Ilwraith) offre la visualisation des lèvres du talus et des malléoles sur leur face plantaire, en vue latérale ou médiale selon le site choisi. La synoviale est elle mieux observée lors le jarret est fléchi, le volume d'irrigation est augmenté pour distendre les structures au maximum : sa partie plantaire mais aussi sa partie dorsale et les rapports qu'elle entretient avec les autres tissus mous (attaches...) sont explorés. Le tendon fléchisseur profond du doigt et sa gaine synoviale peuvent aussi être évalués (52, 92).

Les indications de telles voies d'abord sont : des lésions d'ostéochondrite disséquante situées sur les parties proximales des lèvres taliennes, des fragments libres non accessibles par les autres voies, des fractures intra articulaires mais aussi des affections comme l'ostéomyélite et l'arthrite septique (Watkins 1993).

4. Déroulement de l'arthroscopie

Remarque : *il est sous-entendu dans la suite de l'exposé que la technique employée est celle d'un abord dorso-médial pour traiter des lésions du relief intermédiaire du tibia distal.*

a. Mise en place de l'arthroscope :

L'exemple est pris de l'abord par voie dorsomédiale, le plus utilisé lors de lésion de la crête tibiale distale. Une fois les récessus distendus, les tendons extenseurs du doigt sont bien palpables. Le membre est maintenu en extension pendant cette phase. L'incision cutanée se fait alors au centre du récessus dorsomédial en évitant le trajet de la veine saphène et ce 1 cm médialement au groupe des extenseurs. On pratique une incision d'environ 8 mm à l'aide d'une lame droite de 11 mm. Elle ne concerne que la peau et le tissu conjonctif sous-cutané. Le trocart pointu, placé dans la canule d'irrigation ou chemise dont le robinet est ouvert, est alors introduit perpendiculairement à la peau, à travers la capsule articulaire fibreuse en ayant au préalable, fléchi le jarret. Le passage du trocart à travers la capsule est ressenti de façon assez nette par le chirurgien. Le liquide synovial s'échappe par le robinet ouvert et confirme la bonne réalisation du geste. En restant perpendiculaire aux structures à traverser, on évite ainsi la création de plans de dissection néfastes à une bonne cicatrisation et entraînant l'apparition d'extravasation des fluides d'irrigation en per opératoire. Lorsque le trocart atteint la partie médiale du talus, dépourvue de surface articulaire, il est remplacé par le trocart mousse pour pénétrer complètement l'espace articulaire et permettre le placement adéquat de la chemise de l'arthroscope. Le membre est alors fléchi à 90° pour permettre le passage à travers l'espace articulaire des instruments dorsalement aux lèvres taliennes, ce qui est impossible sur un jarret en extension. L'intérêt du trocart mousse est qu'il minimise les risques de lésions iatrogènes du cartilage articulaire lors d'une introduction trop poussée au sein de l'articulation.

L'arthroscope remplace alors le trocart et le système d'irrigation est connecté et de nouveau ouvert. Le liquide synovial visqueux s'échappe encore par la gaine de l'arthroscope,

confirmant le positionnement adéquat des instruments. Les relais vidéo et la source lumineuse sont mis en place de façon stérile et la visualisation peut commencer. L'examen de l'articulation tarso-crurale est codifié pour systématiser son évaluation **(61)**. Mouvements contrôlés et rotations de l'arthroscope (effet « grand-angle »), associés à des flexions ou extensions du jarret, rendent possible une observation complète des surfaces articulaires et péri articulaires.

Le repérage du site d'entrée des instruments se fait par trans-illumination à travers la peau en amenant l'arthroscope dans la partie dorsolatérale de l'articulation. En effet, il faut directement placer la canule d'irrigation pour pouvoir observer l'intérieur de la cavité et en particulier, les villosités de la synoviale. De la même façon que pour l'arthroscope et ses trocars, la peau, le conjonctif sous-cutané puis la capsule fibreuse sont ponctionnés et les instruments sont mis en place. Attention, l'irrigation doit être interrompue pendant cette deuxième phase d'incision pour éviter l'extravasation des fluides en région sous-cutanée. Il faut remarquer que l'arthroscope peut être placé « loin » du site tandis que les instruments sont placés les plus proches possible du site à traiter.

b. Inspection systématisée de l'articulation par voie dorsomédiale (figures R et S) :

L'inspection se fait avant toute utilisation de matériel chirurgical puisqu'ils sont susceptibles d'entraîner des saignements intra articulaires qui minorent la pertinence de l'inspection en masquant des lésions. Dix sites sont explorés successivement **(87)** : on débute du côté latéral puisque l'arthroscope étant médial, ce sont les structures latérales qui sont visualisées les premières quand celui-ci est enfoncé au maximum dans l'espace articulaire. Le premier site comprend la partie supérieure de la lèvre du talus, l'extrémité distale du tibia et la malléole latérale. Une rotation permet d'observer le second site, plus distal, composé de la partie centrale de la lèvre latérale du talus. Une flexion du jarret occasionnera la vue du troisième site, la partie distale de cette lèvre talienne. En reculant l'arthroscope, la crête tibiale distale, 4^{ème} site, est observée **(figure S)**. Puis, la surface moyenne de la trochlée, suivie de l'articulation intertarsienne proximale (sites 5 et 6) sont observées par simple rotation de l'arthroscope. En le reculant encore, on observe la partie proximale de la lèvre médiale du talus (site 7) puis la malléole médiale et la surface de l'articulation tibio-tarsienne (site 8). Une rotation de l'arthroscope associée ensuite à une nouvelle flexion du jarret permet d'évaluer les parties moyenne et distale de la lèvre médiale du talus (sites 9 et 10). Le ou les

sites lésés sont ainsi repérés directement. Leur localisation est facilitée par l'étude des clichés radiographiques toujours effectués en bilan pré opératoire.

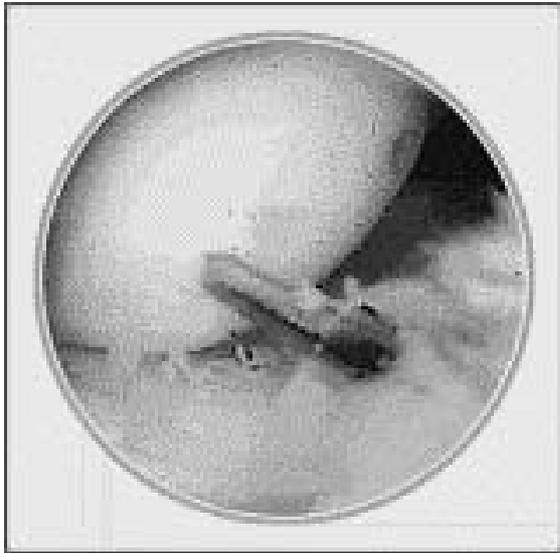
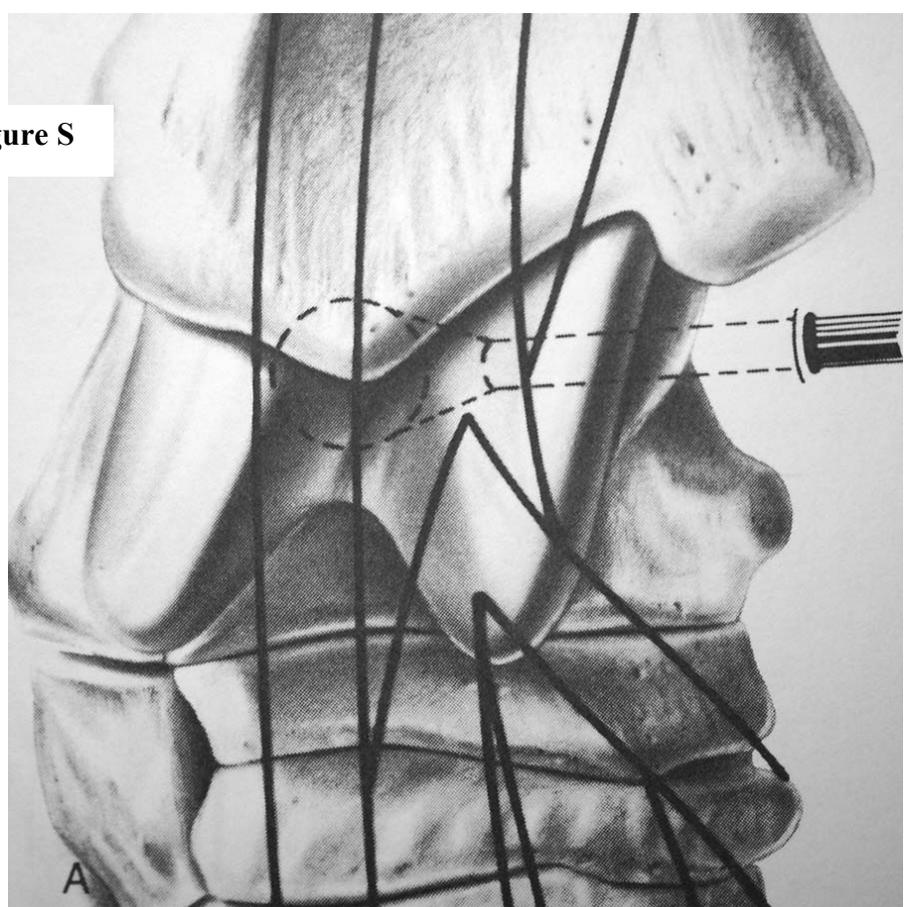


Figure R : *visualisation de la membrane et de la surface cartilagineuse.*

Figure S : *inspection du 4^{ème} site, le tenon intermédiaire du tibia distal en approche dorsomédiale. D'après Mac Ilwraith (52)*

Figure S



Il est à noter que certaines lésions radiographiquement silencieuses (Cf. Mac Ilwraith : 4% selon ses études (49, 51) seront découvertes lors de l'examen arthroscopique. Il peut s'agir de fibrillation et d'érosion du cartilage, de modifications importantes de la membrane synoviale (hyperhémie, augmentation de taille des villosités...) ou de déchirures de ligaments intra articulaires... Dans certains cas, ce sont des fragments ostéochondraux non libres dans l'articulation qui sont mis en évidence ainsi que des lésions du cartilage articulaire plus graves que ne le laissait penser l'examen radiographique. Dans le cas d'ostéochondrite disséquante du tibia distal, la présence de lésions associées et surtout de **fissures** sur les lèvres du talus assombrit le pronostic sportif. Ceci incite donc à réaliser un examen systématisé de l'espace intra articulaire. Ces lésions découvertes pendant la chirurgie sont à même d'aggraver le pronostic qui avait été établi avant l'intervention. Cette modification possible doit être expliquée au propriétaire et doit figurer sur le consentement éclairé. Les chances de réussite de chirurgie arthroscopique ne peuvent réellement être établies qu'une fois l'intervention achevée.

c. Extraction de fragments d'ostéochondrite disséquante (52, 87)

Une fois l'examen complet effectué, la partie chirurgicale de l'intervention peut alors débiter. Le chirurgien doit introduire le crochet palpeur ou sonde qui sert à évaluer la taille et les relations, brides en particulier, qui lient le fragment à son site d'origine. Il sert aussi à mesurer la qualité du cartilage sous-jacent à la lésion : consistance et résistance peuvent être modifiées sans que cela soit remarquable par la simple observation visuelle. Les lésions très précoces d'ostéochondrite et la chondromalacie sont souvent à l'origine de telles modifications. Enfin, ce crochet sert à manipuler le fragment et à décider de la meilleure approche pour son exérèse.

Le fragment est manipulé à l'aide de l'élévateur à périoste qui sert à rompre les attaches fibreuses parfois très importantes qui le maintiennent (**figure T**). Dans certains cas, l'emploi d'un ostéotome est nécessaire pour le libérer par élévation. Il faut alors faire attention à ne pas fracturer le fragment et risquer de perdre des morceaux de très petite taille dans la synoviale, ce qui conduirait à un échec de la chirurgie. Lorsqu'il est plus ou moins libre, parfois totalement libéré dans la lumière de l'articulation, il est saisi par la pince forte ou forceps. On peut effectuer des mouvements de rotation avec celle-ci pour finir de rompre les attaches du fragment. La pince est maintenue fermée et retirée vers la porte d'entrée.

Si la taille du fragment le permet, il est retiré directement. Sinon, il faut agrandir la taille du point d'entrée pour que le passage du fragment ne lèse pas les structures voisines et surtout pour ne pas risquer de le perdre dans le tissu conjonctif péri articulaire ou dans la synoviale. Son extraction, dans ces cas-là, devient complexe et longue surtout si le cheval est placé en décubitus latéral. Une fois sorti, le fragment est conservé. S'il casse, la vérification de l'intégrité du fragment reconstitué est effectuée par un aide. A cette étape aussi le débit d'irrigation doit être réduit pour éviter la fuite des fluides en zone péri articulaire. Le site lésé est inspecté et tout reste de fragment recherché pour être extrait du site.

Dans le cas de fragment de taille supérieure, impossible à extraire par les incisions de l'arthroscopie, il est parfois nécessaire de pratiquer une arthrotomie. Comme déjà vu plus haut (*Cf. supra*), les suites d'une arthrotomie sont plus délicates. La cicatrisation est plus longue (de l'ordre du mois au lieu des délais en semaines de l'arthroscopie) et plus aléatoire. La formation de fistules peut venir entraver le processus de guérison et peut se compliquer d'infection de l'articulation. Fibrose et adhérences peuvent encore se surajouter et diminuer le pronostic sportif du cheval opéré. Pratiquer des bilans radiologiques de bonne qualité peut permettre une évaluation de la taille du fragment et s'orienter directement vers l'arthrotomie plutôt que de proposer une arthroscopie. Le pronostic que l'on peut alors donner au propriétaire est alors, dans ce cas, ajusté avant l'intervention. Enfin, il reste les découvertes per opératoires, non prévisibles qu'il faut gérer immédiatement. On peut ici affirmer que l'extraction de fragments volumineux qui occasionne la pratique d'une arthrotomie est une complication considérable de la chirurgie arthroscopique.



Figure T : *élévation du fragment ostéocartilagineux.*

d. Curetage du cartilage et de l'os sous-chondral

Le curetage et le parage des marges du fragment sont des étapes que l'on peut considérer comme indispensables à une bonne réussite de la chirurgie. On utilise une curette de Wolkman ou des pinces rongeurs de type Kerrison dont les bords tranchants vont gratter la surface du cartilage. La curette est maniée avec précision en effectuant de petites rotations qui « fuient » la surface du cartilage pour ne pas l'abîmer à la suite d'un mouvement non contrôlé. Il est préconisé par certains d'aller jusqu'au saignement de l'os sous-chondral puisque ce phénomène indique que l'on a atteint une structure saine. Les instruments motorisés de type méniscotome sont utilisables lors de lésions très étendues. Ils peuvent aussi servir à abraser des ostéophytes.

Caron rappelle au sujet du débridement des surfaces cartilagineuses (5) que les capacités de réparation du cartilage sont très réduites et qu'une chirurgie excessive peut être plus délétère qu'un curetage incomplet. Mais la guérison tient aussi au fait qu'il ne faut laisser aucune structure « malade » ... Il faut donc être modéré mais efficace dans cette étape de curetage.

Remarque 1 : dans le cas d'ostéochondrite disséquante de la lèvre latérale du talus, le curetage est plus agressif qu'en cas de lésion du tenon intermédiaire. Le débridement et le « resurfacing » articulaire sont alors plus étendus.

Remarque 2 : pour la lèvre latérale, l'arthroscopie se résume souvent à cureter le site qui, sans fragment, ne consiste qu'en un défaut de surface du cartilage.

e. Rinçage articulaire et sortie des instruments

Les instruments sont retirés et sont remplacés par une canule d'irrigation dont le diamètre est important. Le débit d'irrigation est très augmenté et les fragments ostéochondraux de petite taille, les caillots de sang, les concrétions de fibrine sont éliminés. Parfois, il est nécessaire de pratiquer des synovectomies partielles, c'est-à-dire de sectionner les villosités trop étendues de la membrane articulaire ainsi que d'éventuelles adhérences. On peut utiliser des pinces emporte-pièce ou des shavers motorisés, plus rapides mais dont l'emploi est plus délicat. Ce rinçage terminé, le système d'irrigation est coupé et les instruments ainsi que l'arthroscope dans sa chemise sont retirés. Le chirurgien peut opérer une légère pression sur les récessus à l'aide d'une compresse stérile pour drainer au maximum l'articulation. Outre

son aspect de « nettoyage », ce lavage articulaire occasionne une analgésie non négligeable pour le cheval et améliore donc les suites opératoires.

Seules des sutures de la peau sont nécessaires, l'incision de la capsule articulaire est normalement de taille assez faible pour pouvoir se refermer spontanément. Si les portes d'entrée ont été élargies pour l'exérèse de fragments volumineux, il peut alors s'avérer nécessaire de suturer par un ou deux points la capsule. Valdez (81) utilise du fil de nylon avec des points en X ; Ribot préconise des points simples (61). En résumé, on suture à l'aide de points simples en fil non résorbable et non capillaires.

D. Gestion post-opératoire

1. Pansement et protection des sutures

Le pansement est posé à la fin de l'intervention lorsque le cheval est encore en décubitus dorsal. Il est posé de façon stérile pour éviter toute contamination des plaies de sutures cutanées. Il ne doit pas gêner le cheval dans sa flexion du jarret et surtout, il ne doit pas léser la corde du jarret ou entraîner une escarre sur le calcaneus.

Remarque : dans le cas d'une arthroscopie du carpe, un pansement plus contentif et plus volumineux est conseillé. Il empêche ainsi une flexion excessive du genou néfaste à la bonne cicatrisation des sutures et sollicitant trop une articulation tout juste opérée.

On peut utiliser un pansement américain (Gamgee® par exemple) coupé sur 20 à 40 cm de large que l'on pose sur deux compresses stériles appliquées directement sur les deux ou trois points cutanés refermant les sites d'entrée des instruments. Ce pansement n'est ni compressif, ni contentif. Il est donc maintenu uniquement par la pose, sans tension, d'une bande adhésive (type Elastovet®). Certains auteurs (87) conseillent de refaire le pansement en utilisant aussi du matériel stérile toutes les 48 heures après l'intervention. Pour Mac Ilwraith (47), il n'est pas nécessaire de changer le bandage avant le jour où les points sont retirés. De façon générale, si le pansement est trop sale, il faut le renouveler. Il est idéalement maintenu jusqu'au 12^{ème} jour où les points cutanés sont retirés.

Il est important de surveiller que le cheval ne se défende pas contre son pansement (frappés au mur ou destruction avec les dents) ce qui risquerait de le mener à se blesser ou à léser le site opératoire. De plus, il faut évidemment surveiller l'apparition d'un éventuel gonflement au-dessus ou en dessous des bandes : dans ces cas-là, il faut de suite retirer le pansement et identifier l'origine de ce gonflement (oedème inflammatoire, hémorragie,

rétenction sanguine par effet « garrot »...). Ensuite, un pansement de taille plus réduite, sans rembourrage par exemple, peut être posé en remplacement. L'apparition d'écoulements et/ou d'une chaleur excessive doit être explorée : le chirurgien est peut-être face à un sepsis de complication post-opératoire.

2. Gestion de l'exercice et reprise du travail (5, 52)

Il faut limiter au maximum le fonctionnement du jarret pendant les premiers jours qui suivent l'intervention. Les tissus en phase de cicatrisation sont fragiles et très sensibles au moindre traumatisme. Le cheval est maintenu au box pendant la première semaine puis sorti en main au pas quelques minutes (deux fois 10 à 15 minutes par jour). Les quatre semaines suivantes, il est confiné dans un petit paddock ou soumis à un exercice contrôlé. Si aucune complication ne survient et si les lésions étaient peu importantes, l'entraînement peut reprendre progressivement entre 8 et 10 semaines post-opératoires.

3. Contrôle radiographique (5, 52)

Ce contrôle est indispensable puisqu'il donne la certitude de ne pas avoir oublié de fragment ostéo-cartilagineux au sein de l'articulation. Il devrait donc être réalisé avant la suture des plaies cutanées pour permettre une intervention immédiate en cas d'image suspecte sur le cliché. Pourtant, ce n'est pas souvent le cas. La plupart des clichés se font le jour où les points sont retirés soit environ 15 jours après l'intervention. Rappelons que cette précaution peut s'avérer insuffisante si ce sont des fragments purement cartilagineux qui sont restés dans l'articulation

4. Gestion médicale

On ne reparle pas ici des anti-inflammatoires et antibiotiques dispensés au cheval par voie parentérale mais de molécules adjuvantes aux problèmes orthopédiques. Pour certains chirurgiens, l'administration de certains principes actifs majore les chances de réussite de l'opération (4, 11, 49, 58). Les glycosamino-glycanes poly sulfatés et/ou l'acide hyaluronique peuvent être proposés à la fin ou deux à trois semaines après la chirurgie. L'acide hyaluronique possède des propriétés anti-inflammatoires, analgésiques et lubrifiantes qui

semblent améliorer le fonctionnement et la mobilité des articulations malades. Il a de plus des effets chondroprotecteurs intéressants en post-opératoire d'arthroscopie où le cartilage a souffert des remaniements dus à l'ostéochondrite et au curetage en surface. Il est administré localement, en intra articulaire. Il existe des voies parentérales de ce principe actif (voie intraveineuse Hyonate®) qui sembleraient être efficaces mais des recherches plus poussées sont nécessaires dans ce domaine. Les PSGAG, principalement la chondroïtine sulfate, ont aussi des effets chondroprotecteurs, anti-inflammatoires et analgésiques. Ils sont administrés par voie intramusculaire ou en compléments par voie orale puisque leur utilisation locale conduit trop souvent à des complications septiques.

L'emploi de ces molécules peut être sujet à controverse. Leur efficacité n'est pas complètement prouvée et leur voie d'administration, locale surtout, peut engendrer des complications. Il faut donc réserver leur utilisation aux chevaux dont les propriétaires sont demandeurs et/ou dont la clinique pourrait en être améliorée et enfin, selon ses habitudes de chirurgien.

5. Gestion d'une synovite persistante

Il semble qu'au moins 10% des chevaux garderont un jarret gonflé après arthroscopie (20, 50). Ce chiffre peut être supérieur et il est difficile de déterminer et de proposer une valeur de résolution de cette synovite au propriétaire. En effet, l'intensité du gonflement diminue le plus souvent de façon conséquente après l'opération mais bien souvent, seule une disparition totale convient au propriétaire. Or, il est impossible de prédire quel en sera le degré (Cf. *infra*). Il est évident qu'il faut écarter l'hypothèse d'une complication septique conduisant à une arthrite et donc à un gonflement. Dans ce cas, des signes généraux d'hyperthermie et de douleur sont alors remarquables à l'examen du cheval. La ponction du liquide articulaire est alors pathognomonique. L'hypothèse d'une synovectomie insuffisante lors de la chirurgie peut aussi être envisagée. Dans ce cas, une nouvelle intervention peut s'avérer nécessaire.

La gestion d'une synovite « idiopathique » * peut être menée de plusieurs façons (77, 5, 33). D'abord, il est utile de préciser au propriétaire du cheval que celui ne présentera sûrement pas de gêne locomotrice associée à ce vessigon. Néanmoins, dans les cas où un traitement est souhaité, le chirurgien peut proposer l'administration locale d'acide hyaluronique couplée ou non à des corticostéroïdes (triamcinolone à dose de 6 à 10mg in toto) répétée à quelques semaines d'intervalle. Un pansement peut être maintenu en place deux à

trois semaines pour tenter d'endiguer le retour du gonflement et supporter la capsule articulaire qui peut s'être détendue. Un repos avec exercice restreint, c'est-à-dire confinement dans un petit paddock, peut aussi être préconisé dans ces cas-là. Bien souvent, la résolution médicale de telles synovites n'est que temporaire. Ce point est important à souligner avant d'engager le propriétaire dans de nouveaux traitements. Il vaut alors mieux ne pas traiter ces synovites si elles n'ont aucun impact sur les performances du cheval.

** Remarque : l'emploi du terme « idiopathique » peut être considéré comme abusif puisque la cause du gonflement est connue (présence antérieure d'une lésion d'ostéochondrite). On peut justifier cependant la place de cet adjectif pour exclure les motifs de sepsis, de synovite proliférative ou de carence alimentaire que l'on aura écartés au préalable. Cette synovite qui persiste semble ne plus avoir d'origine justifiée par une condition précise d'où sa qualification d'idiopathique.*

E. Complications de l'arthroscopie (28, 48, 53, 61)

Comme toute chirurgie, l'arthroscopie contient des risques. On pourrait évidemment citer les risques liés à l'anesthésie générale d'un cheval. Plus spécifiquement à cette intervention dans l'articulation, on peut lister les complications suivantes : **dommages iatrogènes** infligés au cartilage articulaire dus à une inexpérience du manipulateur ou à une mauvaise technique ou tout simplement à une maladresse en per opératoire. Ensuite, à cause d'un matériel déficient, on peut retrouver des **corps étrangers** issus d'instruments cassés dans l'articulation (d'où l'intérêt de bien vérifier l'intégrité de son matériel avant de refermer l'articulation et de sortir l'arthroscope de la cavité synoviale). L'une des complications les plus graves mais heureusement très rare, car des plus handicapantes et de pronostic plus réservé, est l'**arthrite septique** due à une mauvaise aseptie du site en préopératoire ou du matériel ou enfin, à une faute pendant les manipulations. Une **hémarthrose** peut, de façon peu courante, apparaître pendant la chirurgie : elle est normalement sans conséquence, sauf la gêne à la visualisation du site et se résout rapidement. C'est pour l'éviter que certains auteurs **(82)** préconisent la pose d'un garrot. Il faut aussi se souvenir que les fluides d'irrigation de l'articulation en per opératoire peuvent passer en sous-cutané dans le cas de surpression et/ou de ligne de pénétration non droite et directe des trocars à travers la peau, le conjonctif sous-cutané et la capsule articulaire. Ce phénomène survient aussi lorsque la chirurgie se prolonge trop. Cette **extravasation de fluide** peut affecter la cicatrisation des sutures de la peau et crée

alors un milieu favorable au développement des germes. Elle se manifeste sous forme d'œdème ou d'emphysème (lors d'utilisation de gaz pour distendre l'articulation).

En résumé, une bonne technique avec un matériel adapté associée à un chirurgien expérimenté et une indication adéquate de l'arthroscopie évitent la majorité de ces complications.

Remarque : en arthroscopie humaine, les complications ne sont pas exceptionnelles non plus. Les infections après arthroscopie représentent une des complications les plus sévères et les plus fréquentes. Différentes séries citent des taux variant entre 0,01% et 0,42%. Les recommandations viennent de l'identification des facteurs préventifs d'infection : abords réduits, effet de lavage permanent, interventions de courte durée. Les facteurs aggravants sont : l'injection préalable de corticoïdes (respecter un délai suffisant avant d'opérer). La chirurgie de reprise est aussi plus risquée. La qualité du geste réalisé, la pose ou non d'un garrot, sa durée, l'expérience du chirurgien représentent aussi d'autres facteurs de risque potentiels. Les chirurgiens d'humaine n'opèrent qu'après signature du patient d'un consentement éclairé. Cette précaution est aussi à prendre en chirurgie arthroscopique équine.

F. Résultats associés à l'utilisation de l'arthroscopie en traitement de l'OCD de l'articulation tarso-crurale

On peut rappeler, pour débiter cette compilation de résultats, quelques chiffres quant à l'arthrotomie. En 1985, Sonnichsen et Hansen (75) interviennent sur des chevaux présentant des lésions d'ostéochondrite disséquante dans le jarret. Ils obtiennent un taux de réussite voisin de 60% sur 42 cas, c'est-à-dire disparition des signes et retour à la compétition. Parmi les autres chevaux, 18% ont été considérés comme « améliorés » mais sortis du circuit des courses. Aujourd'hui, l'arthroscopie remplace 90% des indications de l'arthrotomie (61).

La réussite de l'arthroscopie peut se mesurer à différents niveaux. Tout d'abord, l'exérèse du ou des fragments ostéo-cartilagineux doit être complète pour éviter toute récurrence de « souris » articulaire et/ou toute aggravation ou apparition de lésions du cartilage articulaire associées. Ceci se vérifiera tout simplement par l'imagerie et en particulier, la

radiographie en post-opératoire. Mais ceci n'est pas une réussite à proprement parler, c'est une chirurgie correctement réalisée.

C'est le plus souvent l'apparition de signes cliniques, irrégularité et/ou synovite qui avait poussé le propriétaire à présenter son cheval et à désirer une résolution de ces manifestations. Rappelons que la boiterie est un signe plus rare lors d'ostéochondrite disséquante de tenon intermédiaire que la distension articulaire. La disparition de la synovite, elle plus fréquemment exprimée, est importante tant d'un point de vue esthétique (comment vendre un cheval avec de « gros jarrets » ?) que d'un point de vue fonctionnel. L'arthroscopie ne permet pas une disparition de la synovite dans 100% des cas : Mac Ilwraith et ses collaborateurs obtiennent, au mieux, un peu plus de 89% de rémission après arthroscopie **(21, 52)** chez les chevaux de courses. Pour les autres chevaux de l'étude, seules 74,4% des synovites se résorbent. A noter toutefois que la présence de lésions sur la lèvre latérale du talus et/ou sur la malléole médiale entraîne un moins bon pronostic que les lésions du tenon du tibia distal. C'est ce que notent aussi Canonici et al. **(15)** en 1996 sur 134 chevaux dont 118 Standardbred : dans leur étude, toutes les lésions de la lèvre latérale s'accompagnent forcément d'une lésion supplémentaire sur un autre site et l'intensité de la synovite est toujours plus importante. Cette synovite se résorbe à 100% pour plus, en moyenne sur l'effectif total, de 73% des chevaux suivis dans cette enquête et, pour les lésions du relief intermédiaire à plus de 82% et 72% selon la latéralité du jarret atteint. Ce paramètre de « lésions cachées » est important à signaler aux propriétaires **avant** la chirurgie puisque certaines lésions ne sont découvertes qu'en per opératoire et modifient parfois fortement le pronostic. Il est, de plus, essentiel de signaler que le cheval pourra récupérer son niveau acquis avant l'opération et que ce fait n'a aucun rapport avec la persistance d'une synovite résiduelle du jarret **(52,50)**.

Enfin, la mesure de la réussite se fait principalement par l'évaluation du potentiel sportif de l'opéré en post-opératoire. Comparaison face à son niveau antérieur, utilisation attendue possible et estimation de son niveau actuel (en termes de gains, d'indices par exemple...). Rappelons qu'outre l'apparition de signes cliniques, c'est souvent lors des bilans radiographiques effectués en préalable aux ventes de Yearlings que le diagnostic est posé et que la chirurgie est proposée. On utilise le plus souvent possible dans ces estimations des données objectives pour être précis et pour pouvoir procéder à de véritables comparaisons statistiques. Pour les chevaux de courses, on utilise :

- les qualifications

- les gains acquis en courses
- la longévité du cheval (années successives où le cheval court)
- le nombre de départs
- le nombre de victoires
- le nombre de courses placées (arrivée dans les 5 premiers).

On peut citer quelques résultats de chirurgie arthroscopique sur des chevaux de course, en particulier courses de trot. Beard et Bramlage (**9**) étudient les succès sur **45 Standardbred** (issus d'un effectif de 109 chevaux de course) opérés entre 1984 et 1990 avant l'âge de deux ans. Ils comparent ces opérés à 207 chevaux de mêmes origines maternelles mais sans lésion de l'articulation tarso-crurale. Il ressort que : **22% courent à 2 ans et 43% à 3 ans** alors que chez les témoins, les valeurs montent à 42% et 50%. Le nombre moyen de départs est inférieur chez les opérés comme l'est la moyenne des gains. Ces différences, à part celles du groupe des 3 ans, sont toutes statistiquement significatives. Ces valeurs sont inférieures à celles obtenues par d'autres auteurs (*Cf. infra*). Peut-être est-ce la méthode de dichotomie entre succès et échec ? En effet, les chevaux opérés subissent une interruption dans leur entraînement et voient donc leurs débuts en course différés. Le fait qu'à trois ans, il n'y ait plus de différence significative semble fortement aller dans ce sens.

Pour Mac Ilwraith et al. (**21, 51**), sur **83 Standardbred** opérés d'OCD dans le jarret (et pour plus de 76% de son effectif, c'est la crête tibiale distale qui est lésée) et dont le suivi sportif a été possible, **73,5%** des chirurgies sont considérées comme des succès. Ici le succès correspond à se qualifier si l'opération était antérieure aux épreuves ou retrouver un niveau égal voire supérieur à celui obtenu avant la chirurgie. La présence de zones dégénératives ou érosives sur le cartilage vient assombrir de façon significative le pronostic et les chances de réussite. Lorsque la lèvre latérale du talus est lésée, le taux de succès diminue. Par contre, dans cette étude là, l'âge, le sexe, le jarret atteint, la taille du fragment n'ont aucun effet sur l'issue de la chirurgie. Le défaut de cette étude rétrospective de Mac Ilwraith est qu'il n'effectue aucune comparaison avec des chevaux sains de mêmes filiations ou avec l'effectif national. On ne peut donc pas juger de l'hypothétique valeur de ces chevaux opérés s'ils avaient été indemnes.

Sur les 134 chevaux opérés de l'étude de Canonici en 1996 (**15**) dont **118 Standardbred**, la moyenne d'âge est à 71% inférieure à 2 ans. Il s'agit donc de chevaux qui n'ont pas encore pu démontrer leurs qualités sportives. A 84%, ces chevaux ont couru ou ont

pu être utilisés comme voulu par leurs propriétaires après un traitement arthroscopique de leur ostéochondrite disséquante, située le plus souvent (70%) sur le relief du tibia distal.

Torre et Motta (78), dans leur communication de l'AAEP de 2000, comparent la carrière de **186 Standardbred** italiens qui présentaient des lésions d'ostéochondrite dans le tarse ou dans les boulets à 578 chevaux radiologiquement sains issus des mêmes générations. Il n'y a pas de différence réellement significative au niveau des gains et du nombre de départs pour ce qui est des chevaux atteints au niveau de l'articulation tarso-crurale. Torre conclue donc que la présence d'ostéochondrite, et en sous-entendu son traitement puisqu'on ignore les quels de ces chevaux ont reçu un traitement chirurgical ou conservateur, ne modifie pas les gains à venir pour les chevaux de courses.

Pour Laws et son équipe (46), en 1993, sur **58 Standardbred** souffrant d'OCD traités par chirurgie comparés à 456 chevaux sains*, les résultats sont les suivants : en comparant les gains, le nombre de départs et les records, les chevaux traités pour OCD sont aussi performants que les chevaux du groupe contrôle et le total de leurs gains n'est pas différent. Le taux de réussite est de **76%** pour ce groupe de Standardbred. Elle remarque cependant que le nombre moyen de courses est inférieur chez les opérés et que les femelles opérées ont un nombre de départs et une longévité moindres que les femelles témoins. Ceci vient peut-être de la gestion différente des mâles et des femelles, plus facilement orientées vers une fin de carrière en tant que reproductrice.

**Remarque : chaque cheval opéré est comparé à un groupe de 4 chevaux témoins choisis selon leur année de naissance, leur sexe et leurs origines pour éviter d'introduire un biais quant aux performances sportives.*

En termes de pronostic sportif, on peut donc affirmer à partir de ces études et de la littérature (4, 5, 46, 21, 52, 63, 9, 51, 49) qu'une lésion de la crête tibiale distale a de bonnes voire de très bonnes chances de guérir si elle est traitée chirurgicalement par arthroscopie. Il en est de même pour les lésions de la malléole tibiale médiale. Les lésions siégeant sur la lèvre latérale du talus et sur la malléole latérale ont, elles, un pronostic que l'on peut qualifier de plutôt réservé. En effet, les lésions du talus sont souvent étendues sur la surface cartilagineuse et très délabrantes. De même, la surface du cartilage souffre plus si les sites atteints sont multiples et/ou si les lésions sont anciennes, leur diagnostic et leur traitement peu précoces. Ces atteintes multiples restent néanmoins beaucoup moins fréquentes : Canonici les estime à moins de 9% sur les 134 chevaux opérés (15). On observe alors des lésions

dégénératives qui ne pourront qu'être gérées et non traitées en espérant une rémission complète. Pour Sullins (77), un cartilage dégénéré ou une érosion très marquée diminuent de 30% les chances de réussite de l'arthroscopie. Aucune corrélation n'a jamais été mise en évidence entre la performance sportive post-opératoire et la disparition de la synovite. Celle-ci se résoudrait, a priori, moins bien si les lésions siègent sur la malléole médiale ou la lèvre latérale (51, 15).

IV. ETUDE RETROSPECTIVE SUR 88 CAS D'OSTEOCHONDRITE DISSEQUANTE DE LA CRETE TIBIALE DISTALE CHEZ DES TROTTEURS FRANCAIS DE NORMANDIE

Cette étude rétrospective a été menée sur une population de chevaux de race Trotteur Français appartenant à une clientèle normande (Clinique équine de Méheudin, Orne (Dép.61)) opérée entre 1993 et 2002. L'objectif premier de cette étude rétrospective est de déterminer le taux de réussite de l'arthroscopie chirurgicale comme traitement de l'ostéochondrite disséquante du jarret, en particulier du relief intermédiaire de la cochlée tibiale distale. Divers paramètres ont été comparés : il s'agit du statut de « qualifié ou non » et de « lésion unique du tibia distal ou non ». Les paramètres comme l'âge, le sexe, la latéralité des lésions ont été pris en compte. Cette enquête rétrospective rentre dans le cadre des recherches menées depuis plus d'une dizaine d'années sur l'ostéochondrose et les affections ostéo-articulaires juvéniles (prévalence, impacts, prévention...) par de nombreux confrères équins en France (**11, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 25, 32, 41, 62, 79, 84, 85, 91**). Les conclusions de cette étude ont été présentées aux Journées de l'AVEF de Montpellier en 2003 (**10**).

A. Notions sur le trotteur français : élevage et courses

1. L'élevage du Trotteur Français (93, 94, 95)

a. Histoire de la race

L'arrivée des courses de trot en France date des années 1830. La première eut lieu à Cherbourg en 1836. Le développement des courses se fit au cours du XIXème siècle et d'une vingtaine d'hippodromes en 1872, on arrive actuellement à près de 300 sur l'ensemble du territoire national. L'engouement du public et des parieurs pour ces courses a conduit à un développement de la race, de l'élevage et des institutions ; il est notable que cet intérêt ne cesse actuellement de croître.

La race « Trotteur Français » fut créée à partir de races anglaises (Pur-sang et Trotteur Norfolk, race aujourd'hui disparue) croisées avec les juments normandes. La sélection s'opéra surtout sur la rapidité au trot. Ensuite des croisements avec des Standardbred (US) furent opérés. Les produits « normands » sont de grand format, jusqu'à 1m65, allongé tandis que les produits « américains » sont plus petits, 1m55, et plus ronds. Le haras majeur dans

l'histoire de la sélection du Trotteur Français est le **Haras du Pin** situé dans l'Orne. Quelques grands étalons ont marqué ses origines : il s'agit de Young Ratter et d'Hambletonian dont les haras importèrent des produits pour améliorer la race. Aujourd'hui, les grands noms du trot sont associés à Ourasi, Cocktail Jet, Défi d'Aunou, Général du Pommeau... Les réunions majeures du trot en France se tiennent, entre autres, à Enghien, Cagnes sur Mer, Caen et **Vincennes** avec des manifestations internationales comme le Prix d'Amérique, véritable championnat du monde du trot attelé.

b. Elevage actuel

Le stud-book de la race fut ouvert en 1906 et fermé en 1941. Ainsi, seuls les produits issus de pères ou mères déjà inscrits à ce stud-book ou croisés avec un Pur-sang peuvent être dénommés Trotteurs Français. Le Trotteur est élevé partout en France. Le Sud-ouest est une zone d'élevage en pleine expansion. Mais c'est en Basse-Normandie et en Mayenne, berceau de la race que se situent les plus grands élevages. On peut citer les haras nationaux du Pin et de Saint-Lô qui participent activement à l'élevage mais aussi, évidemment, de très nombreux haras privés. A la différence du monde des galopeurs, les éleveurs de Trotteurs Français sont souvent naisseurs, entraîneurs, propriétaires et parfois aussi drivers de leurs chevaux. On dénombre près de 8000 éleveurs sur le territoire français. Beaucoup ne possèdent pas plus de deux ou trois poulinières.

Le Trotteur n'a pas de standard de race défini. Cependant, on lui trouve des caractères communs entre individus : tête rectiligne voire busquée, épaule de plus en plus inclinée, taille moyenne, format compact. C'est un cheval demi-sang, bien charpenté mais qui présente de plus en plus de sang dans ses croisements : il reste très robuste et très résistant. D'où son usage en course attelée ou montée. Mais, cheval polyvalent, il peut être utilisé en concours hippique ou en équitation de loisir ou encore, en chasse à courre.

La sélection de la race se fait sur le « papier », c'est-à-dire d'après les origines et le succès des ascendants et/ou chevaux de mêmes origines, mais aussi sur les performances individuelles. Les Haras Nationaux mettent à disposition de bons étalons à des prix accessibles, permettant ainsi la valorisation de la race. Il naît aujourd'hui plus de 12 000 poulains trotteurs chaque année. Cette démographie en expansion, due au développement du monde du trot, génère l'apparition de produits trop nombreux pour être tous performants. La reproduction de cette race est donc très contrôlée au niveau administratif et des normes de qualifications pour les reproducteurs sont édictées par le stud-book de la race. La mise à la

reproduction des juments trotteuses possède une réglementation très variable mais il y figure toujours que la jument a du se qualifier, au titre des courses, au moins une fois dans sa carrière. Sa confirmation peut être suspendue d'une année sur l'autre : le plus simple pour connaître le statut d'une jument est de se renseigner sur le site Internet des Haras Nationaux (www.haras-nationaux.fr (93)). Des aides sont fournies pour « retirer » les juments les moins performantes de la reproduction, favorisant ainsi la dissémination des caractères « performance » des bonnes juments au sein de la race. Pour les étalons, non seulement ils ont du se qualifier pour les courses, mais surtout démontrer en courses leurs qualités et leurs performances. Pour être approuvés comme reproducteurs, ils doivent soit avoir été parmi les trois premiers d'une course de groupe I ; soit avoir obtenu au moins trois fois, lors de courses victorieuses (précisées par la SECF (94)*), des réductions kilométriques inférieures à :

- 1'19''5 à l'âge de 3 ans
- 1'18''5 à l'âge de 4 ans
- 1'17''5 à l'âge de 5 ans
- 1'16''5 à l'âge de 6 ans ou plus.

Il faut préciser que le nombre de juments par étalon est limité à 100 par an.

** SECF ou Société d'Encouragement à l'élevage du Cheval Français. Son siège est situé à Paris (VIII). Elle édite le Code des Courses au Trot qui régleme tout le secteur d'activité lié aux Trotteurs et aux courses. Elle est uniquement axée vers le monde du trot.*

2. Carrière sportive des Trotteurs Français

a. Les qualifications

Les épreuves de qualifications sont organisées et gérées par la SCEF et consistent à parcourir un kilomètre en moins de une minute et vingt secondes pour les jeunes de 2 ans en phase d'entraînement. Ensuite les réductions kilométriques sont différentes selon l'âge comme cité plus haut. Ces épreuves, quasi quotidiennes si l'on considère l'ensemble du sol français, vont servir à éliminer plus de 50% des chevaux présentés. On considère en moyenne que 35 % des Trotteurs sont aptes et passent avec succès leur épreuve à l'âge de 2 ans (19, 24,41). Par contre, ces qualifications ne garantissent en rien d'éventuelles performances à

venir. Elles écartent néanmoins ceux qui échouent, c'est-à-dire les moins performants des trotteurs de la reproduction. Elles ont lieu sur presque tous les hippodromes qui dépendent de la SECF. Le calendrier des manifestations tenant lieu d'épreuves qualificatives est consultable sur le site de la SECF (94).

b. Durée des carrières

La longévité du Trotteur Français est grande. Il peut courir dès le mois d'août de son année de 2 ans en trot attelé ou dès l'âge de 3 ans en trot monté. Il court plusieurs années de suite, parfois jusqu'à l'âge de 10 ans. Les courses sont organisées et par tranche d'âge et en fonction du cumul des gains acquis. Vu les intérêts financiers mis en jeu, il se doit de « performer » à chaque course ou de façon régulière sur la saison. Les chevaux présentant des problèmes médicaux ou locomoteurs jeunes sont vite écartés des courses. Par contre, cette longue carrière entraîne l'apparition d'affections propres au Trotteur et à sa gestion : pathologie du muscle inter osseux III, desmotomie du ligament patellaire et arthrose du grasset, arthrose d'autres articulations... Ces pathologies « d'usure » n'affectent pas, en général, les galopeurs, dont les carrières sont beaucoup plus courtes, commençant plus tôt et se terminant, au maximum, vers 5 ou 6 ans.

c. Réformes et fins de carrière

Il existe trois types de réforme pour le trotteur en France. Les jeunes qui ne démontrent jamais aucune qualité voire qui présentent de trop forts défauts (aplombs, allures...) et qui n'ont pas de valeur génétique élevée peuvent être vendus comme animaux de boucherie. S'ils ont, d'après leurs origines, une éventuelle valeur génétique ou des demi-frères ou sœurs ayant, eux, montré des qualités, ils peuvent être mis à la reproduction s'ils sont approuvés ou confirmés par les commissions idoines. Pour les réformes plus tardives, la carrière de cheval de loisir, de club ou de sport pour certains (concours hippique, chasse à courre) peut être envisagée. Ces chevaux sont appréciés par les amateurs pour leur caractère très maniable, ce qui en fait de très bons chevaux de club.

Enfin, et c'est évident, pour les grands champions dont la carrière touche à sa fin, on n'envisage pas une réforme mais une mise à la reproduction pour exploiter ce patrimoine génétique qui les a rendus très performants. Remarquons alors que certains des plus primés chez les trotteurs peuvent présenter des affections héréditaires (l'ostéochondrose, par

exemple) qui ne leur ont pas nu pour leur carrière. Aujourd'hui cependant, la sélection et l'hérédité apparente de ces affections conduisent à évincer ces chevaux de la reproduction. Certains auteurs rapportent, en effet, qu'il existerait une corrélation, le plus souvent négative, entre performance et ostéochondrose et/ou affections articulaires juvéniles dans leur ensemble. Strogaard-Jorgensen (76) décrit une tendance, sans différence significative, à une longévité et à des gains réduits pour des Trotteurs présentant de l'ostéochondrite disséquante au niveau tarsocrural face à des chevaux exempts de lésion radiographique. La multiplication des sites lésés est, elle, un vrai facteur défavorisant pour les performances. Pour Grøndahl (35), la comparaison entre chevaux Standardbred sains et atteints d'OCD (du jarret ou du boulet) conduit à démontrer une différence significative pour les gains et la longévité, sans connaître l'expression clinique et le traitement des chevaux de l'effectif. Enfin, plusieurs études montrent une héritabilité plus ou moins conséquente de l'ostéochondrose jusqu'à $h=0.52$ pour Grøndahl en 1993 sur l'articulation tarso-crurale de Standardbred en Norvège (36) (*Cf. supra*).

B. Matériels et méthode

1. Population étudiée

Les chevaux choisis étaient présentés à la clinique pour problèmes locomoteurs (irrégularité, vessigons, boiterie) ou pour visite d'achat : la découverte de lésions d'ostéochondrite disséquante était alors fortuite lors de l'examen radiologique. La décision de traiter par arthroscopie est adoptée le plus souvent (11), en raison de son faible coût (1200 à 1500 € hors TVA) face à une arthrotomie associée à un rétablissement long, de sa gestion facile (en terme de temps de rétablissement et de soins post-opératoires) et de son taux de réussite a priori élevé (selon de précédentes études (*Cf. supra*)) face à un traitement médical conservateur (*Cf. supra*). Les découvertes lors de visites d'achat amenaient à proposer une intervention « préventive ».

Ce sont au total 110 Trotteurs Français représentant plus de 170 articulations tarso-crurales qui ont été pris en compte dans cette étude. Seuls étaient choisis les chevaux suivants :

- identifiés comme de race **Trotteur Français**
- Trotteurs destinés aux **courses** (et pas au loisir ou autre)

- seuls les jarrets présentaient des lésions d'ostéochondrite disséquante au moment de l'opération
- aucun problème médical majeur rencontré chez ces animaux à l'examen
- opéré uniquement par la **technique arthroscopique** (uni- ou bilatérale)
- possibilité de **retrouver les propriétaires** pour objectiver les résultats de la chirurgie
- opérations entre 1993 et 2002, à la Clinique Equine de Méheudin (Orne)
- opérations effectuées par le **même chirurgien** pendant ces 10 années.

Avec ces critères, 88 chevaux ont été retenus. Vingt-deux chevaux n'ont pas pu être retrouvés par l'enquête téléphonique. On possède sur chaque cheval rentré dans l'étude les renseignements suivants :

- nom et propriétaire
- âge et année d'opération
- sexe
- lésions uni- ou bilatérales
- radiographies du ou des jarrets opérés (incidences latéro-médiale et dorsomédiale-plantarolatérale voire plus si besoin)
- schéma de compte-rendu des lésions trouvées en per opératoire (**figure U**)

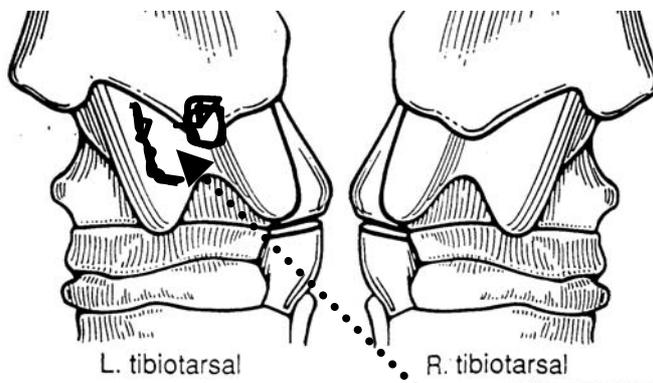
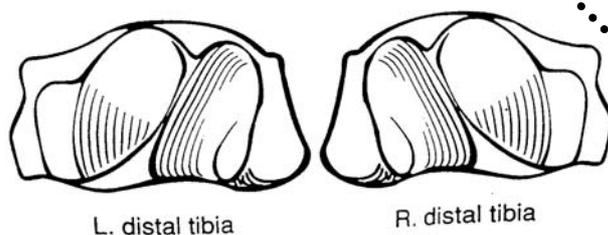


Figure U : exemple de schéma utilisé pour les comptes-rendus par Betsch après arthroscopie

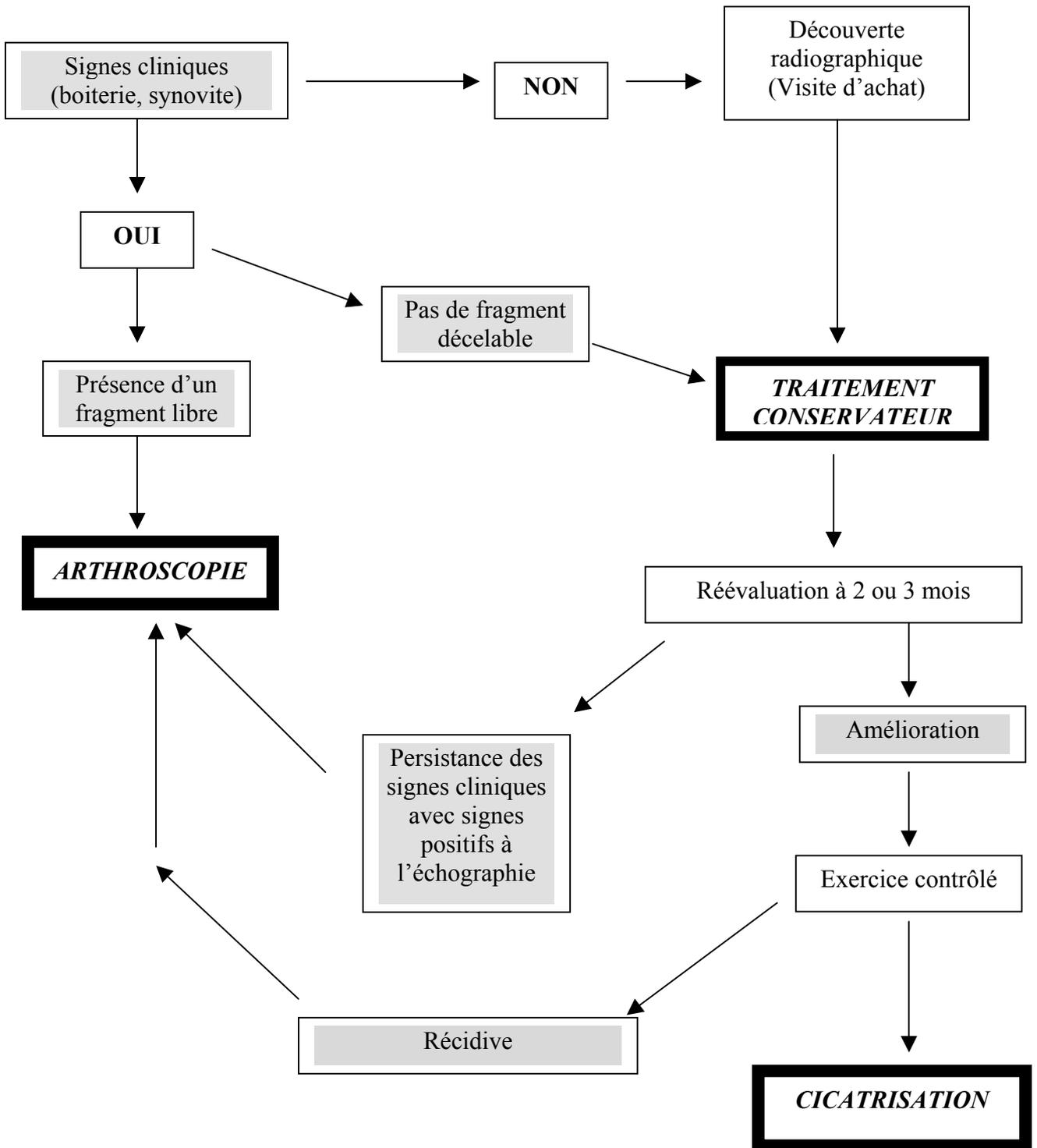
Figure U



Fragment de taille moyenne. Curetage de l'os sous-chondral. Légère fibrillation sur la lèvre médiale du talus.

L'opération n'était pas proposée dans tous les cas. Betsch décrit (11 et figure V) les critères décisionnels qui le poussent à traiter chirurgicalement les chevaux qui lui sont présentés et, en particulier, les poulains et yearlings.

Figure V : conduite à tenir devant un poulain souffrant d'ostéochondrite disséquante. D'après Betsch (11).



2. Catégorisation des chevaux : groupes A, B et C

La méthode de comparaison utilise le critère de « qualification » comme outil de dichotomie entre les populations A et B. Le groupe A est constitué de chevaux opérés **avant** qualification et compte 49 chevaux. On compte ensuite 21 chevaux dans le groupe B, opérés **après** qualification. Les chevaux des groupes « A+B » ne présentent que des lésions au niveau du tenon intermédiaire du tibia distal.

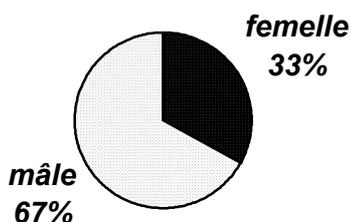
Pour créer un critère de comparaison supplémentaire, un groupe C est constitué de chevaux présentant une lésion au niveau du tenon **et** sur un autre site (lèvre latérale du talus, malléole médiale, etc.). On ne sait pas si les chevaux du groupe C sont qualifiés ou pas au moment de l'opération. Ce groupe compte 18 chevaux.

On comparera donc le groupe A au groupe B pour le critère « qualifié ou non ». Ensuite, le groupe {A+B} sera comparé au groupe C pour le critère « lésion unique ou non ». De plus, l'effectif pourra être comparé à l'ensemble de la population française de Trotteurs en matière de qualification.

De ces données, on peut déjà calculer les caractéristiques suivantes de l'échantillon :

- âge moyen : 2.2 ans avec une médiane à 2 ans
- 88 chevaux dont 59 mâles et 29 femelles
- 49 non qualifiés, 21 déjà qualifiés parmi les lésions simples
- 32 lésions unilatérales et 56 bilatérales
- 70 avec lésions non compliquées, 18 avec lésions « aggravantes ».

Répartition selon le sexe



Répartition des lésions

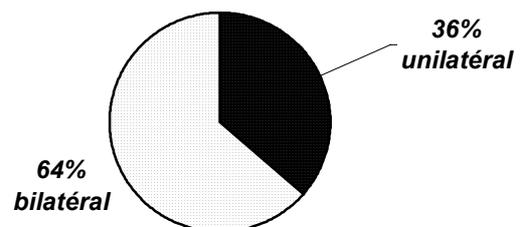


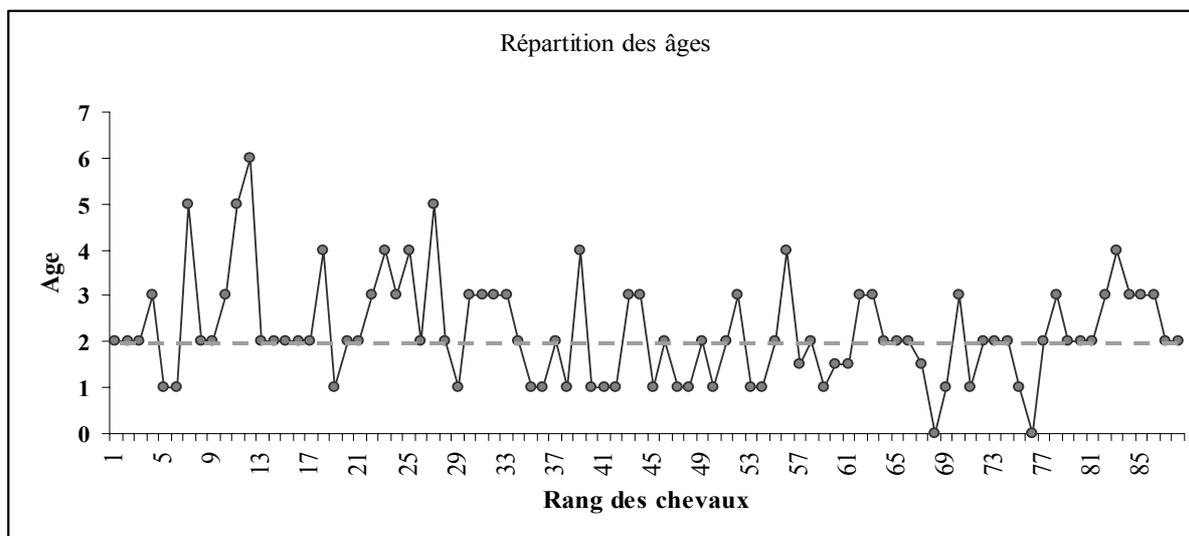
TABLEAU RECAPITULATIF DE L'EFFECTIF DE L'ETUDE

NOM	AGE	ANNEE D'OPERATION	SEXE	POPULATION	SITE
DALISCO	2	1993	M	A	BI
DIANA	2	1993	F	A	BI
DON'T	2	1993	M	A	UNI
05-avr	3	1993	M	B	UNI
FANY	1	1994	F	A	UNI
FELIN	1	1994	M	A	BI
BELLAMIRA	5	1994	F	B	UNI
E/HELICE	2	1994	M	A	UNI
ELYSE	2	1994	F	A	BI
DYSNEY	3	1994	M	A	BI
BAISSA	5	1994	F	B	BI
ALPHA V	6	1994	M	B	BI
ECHO	2	1994	M	A	UNI
ESPOIR C	2	1994	M	A	BI
CALEAZAR	2	1994	M	A	BI
ESPOIR D	2	1994	M	A	BI
ENFANT	2	1994	M	B	BI
DERBY	4	1995	F	B	BI
GOVERN	1	1995	M	A	BI
FLOCON	2	1995	F	A	BI
FORCE	2	1995	F	A	BI
ENISSA	3	1995	F	B	BI
DELUDO	4	1995	M	B	BI
EDIFICE	3	1995	M	B	UNI
DEBAT GD	4	1995	M	B	UNI
FORTKA	2	1995	M	A	UNI
DRAGON	5	1996	M	B	UNI
GLOIRE	2	1996	M	A	UNI
HOBBY DU GITE	1	1996	M	A	D
FLASH	3	1996	M	A	BI
FARAH	3	1996	F	A	BI
FIESTA JARZEENE	3	1996	F	B	D
FIER DE BALZAN	3	1996	M	B	BI
GERZEE CARISAIE	2	1996	F	A	BI
HOLWECK	1	1996	M	A	G
HITROAD	1	1996	M	A	BI
HIGH SPIRIT	2	1997	M	A	BI
IGOR D'OCCAGNES	1	1997	M	C	BI
FILOU DE LA LONDE	4	1997	M	B	G
I LOVE YOU DE BEA	1	1997	M	C	D
INDIENNE	1	1997	F	A	BI
INDIENNE DE RIO	1	1997	F	C	G
GAZELLE DU PERRIER	3	1997	F	B	BI
HELIOS PAPA	3	1998	M	A	G
JOS DU CENDREE	1	1998	M	C	BI
IDEAL DU PERTHUIS	2	1998	M	A	BI

JASPE VERT	1	1998	M	A	G
J DU COQ	1	1998	M	C	BI
IRIS BLACK	2	1998	M	C	BI
JERK DU BOUFFAY	1	1998	M	A	BI
JURISIS	2	1998	M	C	G
HA SIBERIEN	3	1998	M	B	BI
JAGUAR DE France	1	1998	M	A	BI
JET VINIERE	1	1998	M	C	G
JOYEUSE BENOIT	2	1999	F	C	BI
HONNEUR DU CLOS	4	1999	M	B	G
KALDEIRA	1,5	1999	F	C	BI
JADE DU TREMBLAY	2	1999	M	A	D
KALIE DES RONDES	1	1999	F	A	BI
KEYSTONE DU CLOSET	1,5	1999	M	A	D
LAPITOLE DU VIVIER	1,5	2000	M	A	BI
JAVA NOCTURNE	3	2000	F	A	BI
JICIO RIEVELLIERE	3	2000	M	B	G
KANTILLE DU PONT	2	2000	F	A	BI
KARLA ROSA	2	2000	F	A	BI
KRAK DU GITE	2	2000	M	A	BI
LOOK D ERONVILLE	1,5	2000	M	A	D
NADIANA	0	2001	F	A	BI
MILAN DES BRISANTS	1	2001	M	C	BI
KANY DU RIB	3	2001	M	B	BI
MAHATMA	1	2001	M	C	BI
LADY DE VAUVERT	2	2001	F	A	BI
LIFEGUARD	2	2001	M	A	BI
LORD BUISSONAY	2	2001	M	A	BI
MY WAY	1	2001	M	C	BI
NIDORINA	0	2001	F	C	BI
MAX DE CHASSANG	2	2002	M	C	BI
LA SEGA NOBLE	3	2002	F	A	G
MANDARIN SMILING	2	2002	M	A	D
MONA LISA NOBLE	2	2002	F	A	BI
MOTT THE HOOPLE	2	2002	M	A	BI
LADY NIGHT	3	2002	F	C	BI
KIVA ROYALE	4	2002	F	C	G
LOVELY LUDMILLA	3	2002	F	B	D
LOYD DE VAUVERT	3	2002	M	B	BI
LUCKY DE MARNY	3	2002	M	A	D
MUSTANG RIVELLIERE	2	2002	M	A	G
MELIUS SENONCHOIS	2	2002	M	C	BI

Notre population est donc **majoritairement de sexe mâle** et dans **plus de 60% des cas, les deux articulations tarso-crurales sont concernées**. Enfin, **80% des lésions sont simples** et ne concernent que le tenon de la cochlée tibiale. Les chevaux opérés sont le plus souvent

jeunes, en moyenne **2.2 ans**, ce qui correspond à l'âge de la mise à l'entraînement, souvent révélateur de pathologies locomotrices sous-jacentes.



3. Opérateur et technique chirurgicale

Le protocole opératoire est réalisé sous anesthésie générale gazeuse à ventilation assistée par le même anesthésiste à chaque fois, le Docteur Albert (Clinique Equine de Méheudin, Orne). Le cheval est placé en décubitus dorsal dans tous les cas. Tous les chevaux ont été opérés par le Docteur Betsch sous arthroscopie. La technique utilisée est celle de triangulation décrite dans les manuels de chirurgie d'arthroscopie équine et précédemment ici (*Cf. supra*). Le site est préparé de façon chirurgicale comme expliqué plus haut (*Cf. supra*). Le chirurgien opère sans aide, il manipule seul le jarret pour le fléchir, celui-ci est toutefois maintenu à un palan pour éviter toute hyper flexion en per opératoire. La voie d'abord choisie est la dorsomédiale, la plus adéquate pour traiter des lésions du relief intermédiaire du tibia distal. Le matériel est constitué d'un arthroscope de marque Karl Storz® avec un angle de 30° ; d'un système vidéo relié à un écran avec enregistrement de chaque intervention ; l'irrigation est assurée par du Lactate de Ringer stérile dont la pression est générée par un système motorisé et son réglage, assuré par un aide. Les autres instruments appartiennent au matériel classique d'arthroscopie. Le temps opératoire est en moyenne estimé à 40 minutes dont 20 sont nécessaires au temps chirurgical à proprement parler ; le reste du temps est consacré à l'asepsie du site, à la mise en place des champs et à la pose du pansement et au transfert du cheval dans le box de couchage/réveil. Bien sûr, certaines lésions ou fragments de grosse taille (groupe C par exemple) nécessitent un temps chirurgical plus long. Celui-ci n'est jamais précisé sur le compte-rendu opératoire.

En post-opératoire, tous les chevaux ont reçu une antibiothérapie de couverture à base de pénicilline G sur 3 jours (22 000 UI/kg matin et soir) et un traitement anti-inflammatoire court (Phénylbutazone par voie orale à 4.4 mg/kg le plus souvent). Un pansement composé de compresses et de coton américain stériles est maintenu en place avec de la bande adhésive (Elastovet®) et conservé propre pendant 10 jours. Pendant 8 jours, le cheval est gardé au box avec une mobilisation passive du jarret assurée par son soigneur. Puis, pendant trois semaines, il est sorti en main au pas 5 minutes puis 1 minute de plus chaque jour et remis au box. Un petit paddock (20x20m) est préconisé pour le mois suivant pour éviter de grandes galopades et des dérapages si le paddock était plus étendu. Une reprise lente, contrôlée et progressive de l'entraînement peut ensuite être envisagée. Un contrôle clinique (gonflement, sutures...) et radiologique est effectué sur tous les chevaux 15 jours après l'intervention. Si besoin est, et selon le désir du propriétaire, une infiltration de l'articulation tarso-crurale est réalisée avec des corticoïdes et/ou de l'acide hyaluronique quelques semaines après.

4. Catégorisation du devenir des chevaux opérés : enquête

Le succès de la chirurgie était conditionné par une qualification (ou re-qualification dans le cas de la population B). Il a donc fallu retrouver les propriétaires, naisseurs ou entraîneurs des opérés pour connaître leur devenir. Pour les chevaux qui s'étaient qualifiés depuis, il suffisait de se renseigner auprès du site Internet du SIRE (avec l'indice ITR)* et des Haras Nationaux (**95, 93**) où les réductions kilométriques des qualifiés sont indiquées avec leur année d'obtention. Il est donc facile de conclure à un SUCCES (présence du nom du cheval avec sa valeur de qualification) ou un ECHEC (absence du nom du cheval associé à une valeur de qualification). Mais, pour préciser la valeur de la chirurgie, les échecs ont été subdivisés-en :

- **ECHECS VRAIS** : c'est le ou les jarrets qui avaient été opérés pour ostéochondrose du tibia distal qui sont en cause dans les mauvaises performances post-opératoires du cheval.
- **DOUTEUX** : le cheval ne s'est pas qualifié après l'opération mais a priori, la ou les articulations opérées ne sont pas en cause. Le cheval était non performant et ne pouvait pas courir assez vite pour se qualifier. Par exemple, cheval souffrant d'hémiplégie laryngée ...

Pour différencier ces deux groupes, il fallait donc avoir un historique de ces « mauvais » chevaux et les causes de leur échec. Une enquête téléphonique a été réalisée en

juillet et août 2003 auprès des ex-entraîneurs ou propriétaires de ces chevaux. Cette enquête a été délicate car ces chevaux, comme beaucoup de chevaux de courses et de sport, changent plusieurs fois de propriétaire au cours de leur vie. Il a souvent fallu partir du naisseur et contacter les propriétaires successifs pour arriver au bon interlocuteur. Celui-ci était, le plus souvent, le dernier entraîneur. En effet, il était le plus à même de connaître les défauts du cheval et le motif de ses non performances. Il était clair que « il avait toujours son coup de patte » correspondait à une irrégularité postérieure qu'on a décidée de classer dans les échecs vrais. Pour certains, le jarret était resté « gros », la synovite associée aux lésions ne s'était pas résolue et gênait le cheval dans ses déplacements : ces chevaux aussi ont été classés parmi les échecs. En fait, les personnes contactées confirmaient avec conviction, voire véhémence pour certains, que c'était bien le jarret et que cette opération onéreuse n'avait vraiment pas été efficace dans le cas des échecs vrais. Ils étaient plus modérés lorsque les causes n'étaient pas liées au jarret. Les chevaux classés dans la catégorie « douteux » sont ceux pour lesquels les motifs excluaient le jarret. De « mort subite en course » aux problèmes de dos, avec les problèmes respiratoires (hémorragie pulmonaire induite par l'effort ou cornage), les raisons étaient variées. Parfois, la seule réponse obtenue était que le cheval était mauvais. Tous les opérés dont le motif d'échec est resté inconnu (propriétaire introuvable parfois) ont été jugés « douteux ».

* *SIRE : Société d'Identification et de Recensement des Equidés.*

C. Résultats et analyses statistiques

1. Analyse statistique

Les résultats de l'enquête ont été compilés en un tableau récapitulatif. On a utilisé pour l'analyse statistique un **test du Khideux** pour déterminer s'il y avait des différences significatives entre les pourcentages obtenus. Le seuil a été fixé à $p= 5\%$ mais lors de résultats juste supérieurs à cette valeur, on parle de différence significative avec un risque d'erreur de X%. On a comparé successivement :

- les mâles aux femelles : effet sexe
- effet de l'âge
- le groupe A au groupe B : effet « qualification »
- notre effectif à l'effectif national
- les groupes {A+B} au groupe C : effet « lésion ajoutée »

- les chevaux atteints de lésions unilatérales à ceux atteints de lésions bilatérales.
-

Par manque d'informations et vu la taille restreinte de l'échantillon, il n'a pas été possible d'analyser les critères suivants :

- latéralité des lésions (jarret droit ou jarret gauche ?)
- effet de la clinique et des lésions radiographiques (non répertoriées ou codifiées)
- âge exact dans chacun des groupes de résultats
- effet de l'année de l'intervention.

2. Résultats et interprétations

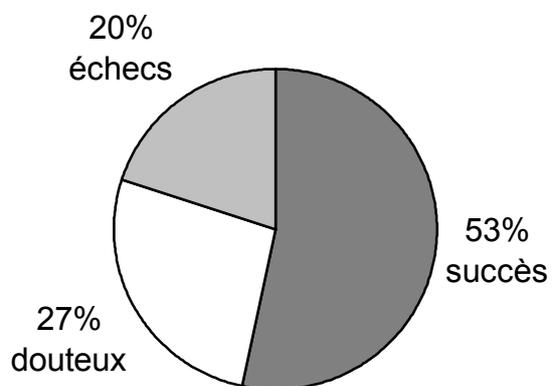
NOM	AGE	SEXE	POPULATION	SITE	RÉSULTAT
DALISCO	2	M	A	BI	E
DIANA	2	F	A	BI	E
DON'T	2	M	A	UNI	S
05-avr	3	M	B	UNI	S
FANY	1	F	A	UNI	D
FELIN	1	M	A	BI	D
BELLAMIRA	5	F	B	UNI	D
E/HELICE	2	M	A	UNI	E
ELYSE	2	F	A	BI	E
DYSNEY	3	M	A	BI	E
BAISSA	5	F	B	BI	S
ALPHA V	6	M	B	BI	S
ECHO	2	M	A	UNI	S
ESPOIR C	2	M	A	BI	S
CALEAZAR	2	M	A	BI	S
ESPOIR D	2	M	A	BI	S
ENFANT	2	M	B	BI	S
DERBY	4	F	B	BI	D
GOVERN	1	M	A	BI	D
FLOCON	2	F	A	BI	E
FORCE	2	F	A	BI	E
ENISSA	3	F	B	BI	E
DELUDO	4	M	B	BI	S
EDIFICE	3	M	B	UNI	S
DEBAT GD	4	M	B	UNI	S
FORTKA	2	M	A	UNI	S
DRAGON	5	M	B	UNI	D
GLOIRE	2	M	A	UNI	D
HOBBY GITE	1	M	A	D	E
FLASH	3	M	A	BI	E
FARAH	3	F	A	BI	E
FIESTA JARZEENE	3	F	B	D	S
FIER DE BALZAN	3	M	B	BI	S
GERZEE CARISAIE	2	F	A	BI	S
HOLWECK	1	M	A	G	S
HITROAD	1	M	A	BI	S

HIGH SPIRIT	2	M	A	BI	D
IGOR D'OCCAGNES	1	M	C	BI	E
FILOU DE LA LONDE	4	M	B	G	S
I LOVE YOU DE BEA	1	M	C	D	S
INDIENNE	1	F	A	BI	S
INDIENNE DE RIO	1	F	C	G	S
GAZELLE DU PERRIER	3	F	B	BI	S
HELIOS PAPA	3	M	A	G	D
JOS DU CENDREE	1	M	C	BI	D
IDEAL DU PERTHUIS	2	M	A	BI	D
JASPE VERT	1	M	A	G	D
J DU COQ	1	M	C	BI	D
IRIS BLACK	2	M	C	BI	D
JERK DU BOUFFAY	1	M	A	BI	E
JURSIS	2	M	C	G	E
HA SIBERIEN	3	M	B	BI	S
JAGUAR DE France	1	M	A	BI	S
JET VINIERE	1	M	C	G	S
JOYEUSE	2	F	C	BI	D
HONNEUR DU CLOS	4	M	B	G	S
KALDEIRA	1,5	F	C	BI	S
JADE DU TREMBLAY	2	M	A	D	E
KALIE DES RONDES	1	F	A	BI	S
KEYSTONE DU CLOSET	1,5	M	A	D	S
LAPTOLE DU VIVIER	1,5	M	A	BI	E
JAVA NOCTURNE	3	F	A	BI	E
JICIO RIEVELLIERE	3	M	B	G	S
KANTILLE DU PONT	2	F	A	BI	S
KARLA ROSA	2	F	A	BI	S
KRAK DU GITE	2	M	A	BI	S
LOOK D ERONVILLE	1,5	M	A	D	S
NADIANA	0	F	A	BI	D
MILAN DES	1	M	C	BI	D

BRISANTS					
KANY DU RIB	3	M	<i>B</i>	BI	D
MAHATMA	1	M	<i>C</i>	BI	D
LADY DE VAUVERT	2	F	<i>A</i>	BI	S
LIFEGUARD	2	M	<i>A</i>	BI	S
LORD BUISSONAY	2	M	<i>A</i>	BI	S
MY WAY	1	M	<i>C</i>	BI	S
NIDORINA	0	F	<i>C</i>	BI	S
MAX DE CHASSANG	2	M	<i>C</i>	BI	D
LA SEGA NOBLE	3	F	<i>A</i>	G	D
MANDARIN SMILING	2	M	<i>A</i>	D	D

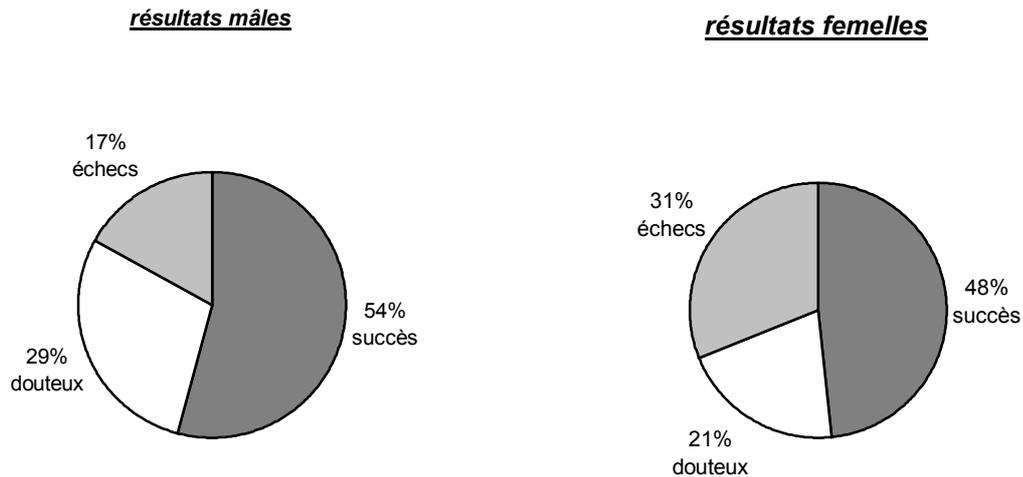
MONA LISA NOBLE	2	F	<i>A</i>	BI	D
MOTT THE HOOPLA	2	M	<i>A</i>	BI	D
LADY NIGHT	3	F	<i>C</i>	BI	E
KIVA	4	F	<i>C</i>	G	S
LOVELY LUDMILLA	3	F	<i>B</i>	D	S
LOYD DE VAUVERT	3	M	<i>B</i>	BI	S
LUCKY DE MARNY	3	M	<i>A</i>	D	S
MUSTANG RIVELLIÈRE	2	M	<i>A</i>	G	S
MELIUS SENONCHOIS	2	M	<i>C</i>	BI	S

résultats globaux de la chirurgie



Répartitions selon le sexe :

On a une population globale composée de 33% de femelles et 67% de mâles. Chez les mâles, on observe 54.3% de succès, 28.8% de douteux et 16.9% d'échecs. Chez les femelles, dans le même ordre : 48.3%, 20.7% et 31%.

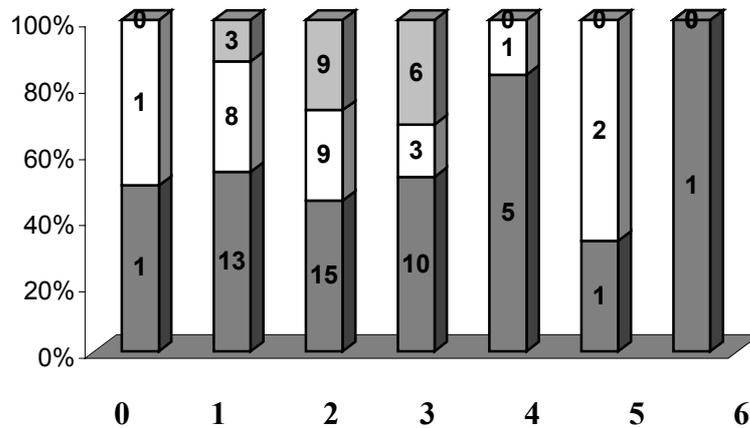


Aucune différence évidente n'est notable entre le caractère mâle ou femelle. Les différences ne sont pas significatives dans les catégories « succès » ou « douteux ». Par contre, les femelles ont un taux d'échec supérieur aux mâles : p vaut 18% dans le test de Khideux, ce qui peut donc être interprété comme une *tendance* uniquement à avoir plus d'échec pour les femelles.

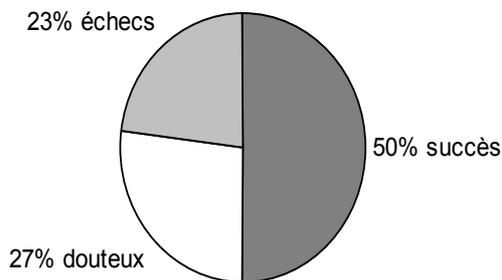
Répartitions selon l'âge :

Il faut rappeler que les chevaux au moment de l'opération se situent entre 6 mois et 6 ans, avec une **moyenne d'âge de 2,2 ans et une médiane à 2 ans**. Il n'y a plus d'échec vrai après l'âge de 3 ans. Notons cependant que les chevaux dont l'âge est supérieur à 3 ans appartiennent tous à la population B, c'est-à-dire qu'ils sont tous qualifiés avant de subir l'arthroscopie. Les effectifs sont trop réduits pour être analysés par le test de Khideux.

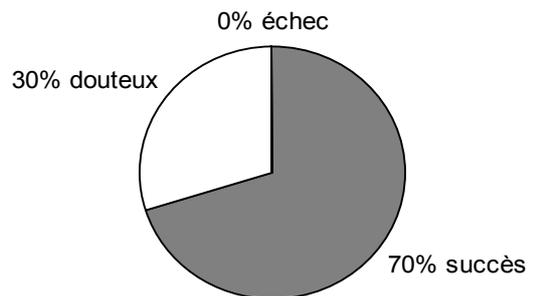
Résultats selon l'âge



Résultats pour les 3 ans et moins

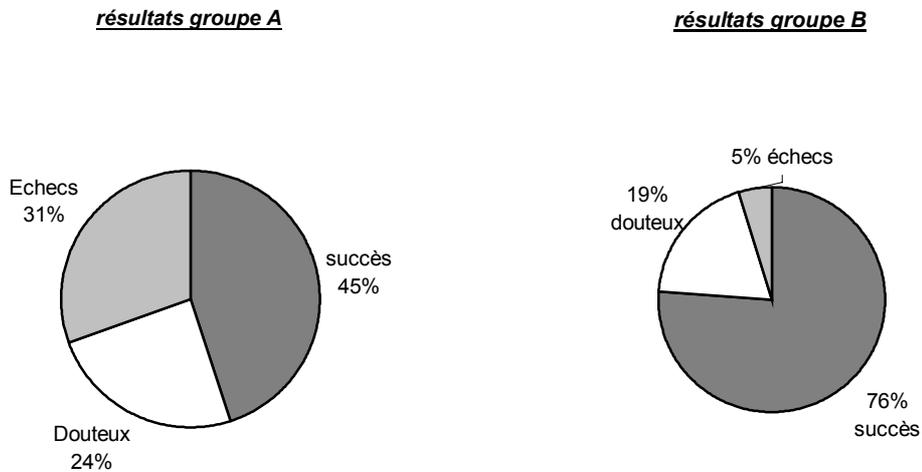


Résultats pour les plus de 3 ans



On a étudié l'effet catégorie d'âge en séparant donc l'effectif en « 3 ans et moins » et « plus de 3 ans » pour augmenter la taille de nos groupes à comparer. Globalement les résultats ne sont pas différents : p est supérieur à 20% si l'on considère l'ensemble des issues entre les deux groupes. On pourrait s'attendre à une significativité dans la différence 23% d'échecs chez les 3 ans et moins face au 0% des plus de 3 ans. Ce n'est qu'une tendance puisque p atteint la valeur de 12%. Un effectif plus grand aurait certainement permis d'obtenir des différences significatives.

Répartitions selon le groupe d'origine :



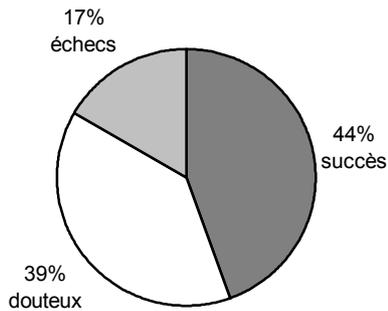
Si l'on compare le groupe A au groupe B, les pourcentages obtenus sont significativement différents ($p=0,03$). Il apparaît que le groupe B, donc les chevaux qui s'étaient déjà qualifiés avant d'être opérés ont un taux de réussite plus élevé que les autres chevaux. Les pourcentages de succès sont différents avec un p de 10% entre le groupe A et le groupe B, ce qui signifie que ce n'est qu'une tendance. Les pourcentages d'échecs vrais sont significativement différents avec un p de 4%. On peut donc affirmer qu'il y a une **différence significative pour les échecs entre un cheval non qualifié avant l'opération et un cheval déjà qualifié** avant. Les motifs probables ou à envisager de cette différence seront discutés plus loin (*Cf. infra*).

Si l'on compare le groupe A, jeunes chevaux à l'entraînement proposés aux épreuves qualificatives à l'effectif national en termes de « première qualification », il faut noter que : 45% de nos chevaux opérés se qualifient pour la première fois alors que seuls 33% (**20, 19**) des trotteurs se qualifient à l'âge de deux ans. Cette différence de pourcentage est significative avec $p = 7\%$. Notre population non qualifiée est donc différente de l'effectif global des trotteurs présentés aux qualifications en France. La moyenne d'âge du groupe A est inférieure à 2 ans (1,8 an) et l'âge moyen des Trotteurs présentés aux qualifications est légèrement supérieur à 2 ans (dès août de leur année de deux ans). On peut donc dire qu'en moyenne, les chevaux du groupe A n'ont jamais été présentés aux qualifications avant l'opération et qu'il s'agit bien de « première qualification » avec une réussite de 45%. Cette moyenne d'âge permet d'exclure l'hypothèse que certains chevaux du groupe A auraient pu échouer une première fois aux qualifications et donc introduire un biais, surtout pour les échecs. Mais cette notion est à modérer puisque 7 chevaux du groupe A sont âgés de 3 ans et on ne sait pas s'ils ont déjà été soumis aux épreuves qualificatives ou non.

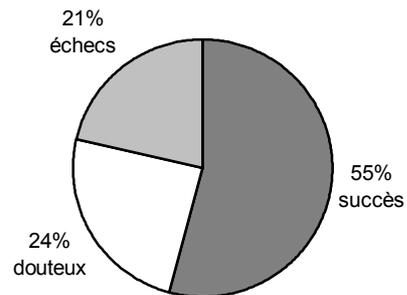
Répartitions selon la localisation et la gravité des lésions :

Effet lésions simples ou multiples :

résultats groupe C



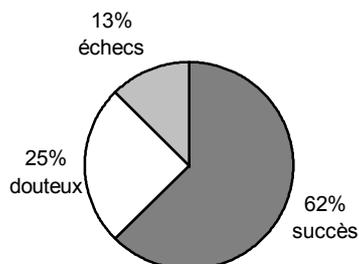
résultats groupe{A+B}



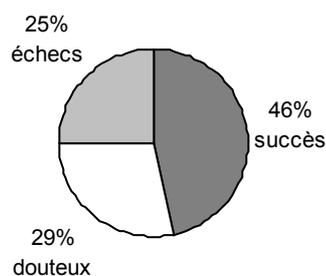
Aucune différence statistiquement significative n'est retrouvée entre les chevaux ayant seulement une lésion au niveau du tenon intermédiaire et les chevaux possédant en plus des lésions sur d'autres sites (malléole, lèvres de la trochlée talienne...). Dans notre effectif, la **présence de lésions associées à l'ostéochondrite disséquante du tibia distal n'est pas un facteur aggravant.**

Effet du nombre d'articulations touchées :

résultats lésions unilatérales



résultats lésions bilatérales



L'effectif des chevaux présentant un seul jarret atteint est restreint mais on peut toutefois affirmer qu'il n'y a pas de différence de résultats entre les chevaux touchés uni- ou bilatéralement au seuil de $p = 5\%$. La **bilatéralité des lésions n'est pas un facteur aggravant**, au moins dans notre échantillon. Les informations manquent pour latéraliser les lésions mais de précédentes études (**15, 51, 46**) ont rapporté l'absence d'effet de la situation droite ou gauche des lésions du tenon de la cochlée tibiale.

D. Discussion et facteurs limitants

1. Facteurs limitants

a. Taille de l'échantillon

Face à de précédentes études rétrospectives sur la réussite des différents traitements de l'ostéochondrose, la taille globale de l'échantillon est correcte (109 chevaux pour Beard et Bramlage en 1993 (**9**), une centaine pour Rose en 1985 (**63**)). Il faut tout de même relativiser les résultats qui auraient pu être plus pertinents avec un effectif de taille supérieur.

Au sein de chaque groupe, les proportions relatives peuvent s'être avérées insuffisantes pour permettre des analyses statistiques valables. C'est en particulier le cas au niveau de l'âge qui n'a pas pu être pris en compte de façon formelle. La seule information reconnue a été que, dans cet effectif, aucun échec n'est survenu après l'âge de trois ans. On peut penser que ces chevaux de plus de 3 ans qualifiés ont démontré leurs qualités en course et que leurs propriétaires souhaitent prolonger la carrière de ces animaux. Il est possible de supposer que ces chevaux de plus de 3 ans supportaient leurs lésions depuis longtemps et s'en étaient accommodés. Cependant, il serait plus logique de penser que ces chevaux doivent présenter des lésions de complication dues à l'ancienneté de la pathologie et donc ont moins de chances de succès que lors de lésions traitées précocement. C'est ce qu'obtiennent Mac Ilwraith et Foerner (**51**) où moins de 64% des chevaux de plus de 3 ans sont classés en « succès » alors que près de 73% des moins des moins de 3 ans le sont. Notre effectif est trop petit dans chaque catégorie d'âge pour pouvoir être analysé de façon statistiquement correcte. On ne peut pas conclure quant à un éventuel effet de l'âge sur la réussite en arthroscopie ou observer uniquement des tendances qui sembleraient erronées et dues à un biais de sélection de notre effectif normand.

De la même façon, l'année d'opération n'a pu être prise en compte. On peut discuter sur l'habileté du chirurgien qui peut s'être accrue d'année en année. On peut aussi ajouter que les

suites médicales (au niveau des principes actifs administrés localement ou par voie générale) et la gestion de l'exercice ont été améliorées au fil du temps par les recherches menées dans ce domaine. Ces hypothèses auraient peut-être pu conduire à un effet « année d'opération » non exploité ici.

b. Appréciation de l'issue de l'opération

Le choix a été fait de proposer trois issues à l'opération. La catégorie « douteux » a été introduite pour éviter de surestimer les échecs. En effet, les chevaux « douteux » ou en « échec » ne se sont pas qualifiés ou re-qualifiés mais les causes de ces non performances ne sont pas identiques. On peut alors considérer que les « douteux » souffraient d'une gêne locomotrice dont l'origine n'était pas située dans le jarret et qui n'a pas été diagnostiquée ; qu'ils souffraient d'une pathologie débilante et non locomotrice (hémorragie pulmonaire, rupture d'anévrisme, mort de coliques ont été citées comme cause pendant l'enquête auprès des propriétaires). Mais il apparaît au final que cette classe « douteux » minore le nombre de « succès ». L'introduction de cette catégorie avait pour but d'éviter une surestimation des échecs : elle regroupe presque un tiers des issues. Cette importance n'était pas prévue au début des recherches.

Enfin, c'est le propriétaire contacté qui donne le motif, selon lui, de la non qualification. Certains motifs sont explicites : « coup de patte » rentre dans les « échecs », cornage rentre dans les « douteux ». Mais, que penser de « mal au dos et au jarrets », « euthanasie car ostéochondrose cervicale » ? Que faire aussi lorsque le propriétaire reste introuvable ? Ces derniers cas de figure ont été considérés comme « douteux » : l'interprétation des informations reste donc un facteur limitant à notre étude. On peut alors penser que la catégorie des « douteux » a été surestimée et par conséquent que celle des « échecs » sous-estimée. De même, certains interlocuteurs, déçus d'avoir opéré un « mauvais cheval » accusent le jarret et donc l'opération d'être à l'origine des problèmes. La subjectivité avec laquelle les critères sont analysés par le propriétaire a pu conduire à majorer le nombre d'échecs. On peut donc s'interroger sur la significativité de certaines différences de pourcentages proposées précédemment. Ce biais aurait pu être corrigé par l'appréciation par le chirurgien lui-même des motifs de non performance de ses chevaux opérés.

Par manque d'examen clinique complet au départ, on ignore quels étaient les chevaux qui présentaient des signes d'appel d'ostéochondrose. On ne sait donc pas quelles ont été les chirurgies « préventives » et quelles ont été les « curatives ». Cet élément qui aurait pu être introduit dans les paramètres à comparer fait défaut. On peut émettre l'hypothèse qu'un cheval opéré de façon préventive a plus de chances de succès qu'un cheval opéré alors que les signes de la pathologie

étaient patents. Il n'a pas d'étude sur de grands effectifs disponibles à ce jour pour répondre à cette question.

c. Qualification de « succès »

Ici, la qualification est le seul critère reconnu pour conclure à un succès. Dans l'étude de Mac Ilwraith (51), le critère retenu était jugé par les propriétaires. C'est eux qui décidaient de déclarer la chirurgie comme un succès « si le cheval était capable de recourir à un niveau égal ou supérieur à celui atteint avant l'opération ». Les récentes études françaises et étrangères (19, 20, 76, 36, 41, 14, 31) sur des effectifs de taille importante et qui portent sur les conséquences sportives des anomalies détectées par clichés radiographiques, la plupart du temps dues à de l'ostéochondrose, prennent comme critères pour évaluer les performances le nombre de courses courues, placées, gagnées (qu'on peut rapporter à l'année); les gains totaux ou annuels; la longévité ; l'âge de la première course... Il peut être considéré que notre critère est insuffisant car trop ponctuel. Il n'a pas été étudié plus à même le devenir des chevaux classés en « succès » : certains d'entre eux ont pu montrer des irrégularités au niveau des jarrets ou des problèmes différents ayant raccourci leur carrière, après s'être qualifiés. Avec des critères plus pertinents sur le temps en particulier comme le nombre de départs et/ou de courses placées, ils n'auraient alors pas appartenu aux « succès » mais à l'une des deux autres catégories.

d. Décision d'opérer

Certains chevaux de l'étude ont été opérés avec un pronostic déjà déclaré mauvais. Mais, les impératifs économiques auxquels étaient soumis les propriétaires poussaient parfois vers une chirurgie qui n'était pas forcément justifiée d'un point de vue médical. Les explications que l'on peut soumettre sont les suivantes : un poulain présentant de très bonnes origines et ayant donc une valeur pécuniaire importante doit être qualifié pour être proposé à la reproduction (on a vu plus haut que les performances des demi-frères ou demi-soeurs pouvaient suffire à confirmer un étalon). Il en est de même pour les pouliches, quoique les règlements sur les juments acceptées à a reproduction sont plus variables. Il reste plus que délicat de proposer à la vente un cheval avec une synovite importante : celle-ci peut n'être qu'un signe extérieur sans grande répercussion clinique mais elle peut aussi signer de lésions plus graves associées, en particulier des lèbres du talus ou si elle a été d'apparition très brutale, de lésions sévères de mauvais pronostic sportif. L'arthroscopie peut donc avoir été réalisée dans le but de réduire ces signes mais sans pouvoir y parvenir. Enfin, la

décision finale n'appartient qu'aux propriétaires qui peuvent désirer une intervention contre l'avis du chirurgien. Il a quand même été décidé d'inclure toutes ces chirurgies dans 'étude pour ne pas essayer de majorer les « succès », en ne prenant en compte que les interventions avec les meilleures chances de réussite.

2. Discussion et conclusions

a. Effet du sexe au sein des groupes

La différence la plus notable est la proportion mâles/femelles au sein de notre effectif. Il y a deux fois plus de mâles (69 contre 29). Il a été explicité précédemment au vu de nombreuses études que l'incidence ne variait pas en fonction du sexe sur des grands effectifs soumis au dépistage. Par contre, les effectifs au niveau des chirurgies arthroscopiques sont presque systématiquement majoritairement composés de mâles : dans l'étude Laws, 78% de l'effectif était de sexe mâle **(46)**. Betsch expliquait ce phénomène dans une étude de 1996 (communication personnelle non publiée) par la différence d'intérêt portée aux mâles et aux femelles. Les juments de très bonnes origines sont couramment orientées vers une carrière de reproductrices donc plus facilement retirées de la compétition, moins rentable mais qui permet de rentabiliser l'animal. Pour les mâles, la seule rentabilité est la carrière en course. On peut alors supposer que les soins sont plus suivis et plus précoces pour ces derniers et que les consultations et donc les chirurgies effectuées plus tôt. La moyenne d'âge des juments est ici de 2,4 ans alors que celle des mâles est de 2,1 ans. Sachant que deux femelles avaient moins d'un an, si on les exclut on obtient un âge moyen de 2,6 ans ce qui représente 6 mois de différence.

Enfin, la différence significative observée au niveau des « échecs » entre mâles et femelles peut peut-être s'expliquer ainsi : on suppose que leur orientation vers une carrière de poulinière est fréquemment proposée et ce avant la chirurgie. Première conséquence, on l'a vu, c'est une proportion réduite des femelles dans les opérés. Deuxième conséquence, si les résultats ne sont pas satisfaisants ou tardent à venir, les femelles sont plus rapidement exclues de l'entraînement. Elles ne sont donc pas proposées aux épreuves qualificatives et seront, d'après les propriétaires classées dans les échecs.

b. Effet groupe A et groupe B

Deux observations s'imposent : la comparaison du groupe A à l'effectif national montre qu'un trotteur de notre étude opéré avant qualification présente 12% de chances de plus qu'un trotteur moyen de la population nationale. Cette différence n'est significative qu'à $p = 0,07$ par un test de Khideux mais elle met en lumière une véritable tendance. Plusieurs explications peuvent être proposées. Pour certains auteurs, la présence de lésions d'ostéochondrose dont le déterminisme est en partie génétique pourrait être transmise dans le patrimoine héréditaire en même temps que d'autres caractères liés eux à la performance. On peut alors penser qu'un cheval présentant de l'ostéochondrose est un bon cheval au niveau sportif et que l'opérer ne peut que rendre ses chances supérieures aux autres chevaux « sains » puisqu'elles le sont déjà au départ. De plus, notre population montre des biais de sélection. Les trotteurs qui ont été traités par arthroscopie avaient peut-être une valeur et des origines meilleures que la moyenne nationale, ce qui sous-entend que leur potentiel et leurs aptitudes sportives étaient peut-être supérieurs. Il aurait peut-être été plus judicieux de comparer nos opérés à leurs semblables, c'est-à-dire à des chevaux issus des mêmes familles comme dans l'étude de Beard (9) ou de Laws (46), pour ne prendre en compte que le facteur « présenter des lésions d'ostéochondrite du tibia distal » ou pas.

Les résultats en termes de succès et d'échecs sont différents et de façon significative avec $p = 0,10$ et $p = 0,04$ successivement. On peut en conclure qu'un trotteur ayant déjà prouvé ses aptitudes au travail a plus de chances d'être de nouveau performant après chirurgie et qu'il risque moins l'échec qu'un cheval n'ayant encore rien pu démontrer. L'hypothèse formulée est que dans le groupe A, certains chevaux même s'ils n'avaient pas présenté d'ostéochondrose ne se seraient pas qualifiés. Ceux du groupe B s'étaient qualifiés en souffrant de lésions sub-cliniques non décelées mais agissant peut-être déjà au point de vue locomoteur. On peut penser alors que la proportion de « bons chevaux » était supérieure dans le groupe B puisque dans le groupe A, aucune sélection sportive n'avait encore été effectuée.

c. Effet de la répartition des lésions

Dans notre effectif, 64% des lésions sont bilatérales. Cette proportion est légèrement supérieure à celles observées dans les autres études sur les traitements de l'ostéochondrose : 56% pour Beard et Bramlage (9), 45% pour Laws (46), 44,7% pour Canonici (15) et 42% pour Mac Ilwraith (51). Par contre, lors d'études portant sur la population générale, les proportions de lésions ou d'images anormale bilatérales chutent à 18% pour Couroucé en 2001 (19, 20), atteignent

presque 40% pour Brehm (14). La différence entre la population de notre étude et les effectifs soumis au dépistage pour évaluer la prévalence des lésions est évidente : nos chevaux présentaient, pour la plupart, des signes cliniques dont la synovite ou une gêne locomotrice. On peut soumettre l'idée qu'une atteinte bilatérale a plus de risques de s'exprimer cliniquement et donc de conduire à opérer, ce qui amène à majorer cette proportion au sein des groupes soumis à chirurgie. Les échantillons soumis au dépistage présentent des images anormales mais l'incidence clinique de celle-ci reste inconnue. Finalement, les résultats ne sont pas significativement différents entre les chevaux opérés d'un ou des deux jarrets. Ceci est en accord avec de précédentes études (54).

L'absence de différence ($p > 0,46$) entre le groupe « A+B » et le groupe C tend à prouver que la présence de lésions supplémentaires n'assombrit pas le pronostic. On peut citer quelques unes de ces lésions surajoutées notées par le chirurgien lors de l'arthroscopie. Il s'agit de : petites lésions des malléoles médiales bilatérales, os central, malléole médiale, partie distale talus entre 2 lèvres et tubérosité médiale talus, chips lèvre latérale, lèvre médiale PG et lèvre latérale PD et fragment partie distale talus entre les 2 lèvres, grande lésion lèvre latérale PG, fibrillation et érosion quasi totale discrète malléole médiale PG avec fragments synovialisés lèvre médiale PG, ... Les lésions les plus délétères sont surtout les éburnations et fissures avec complications d'arthrose, de synovite proliférative ou de minéralisation de la membrane synoviale. On peut même rapporter les chiffres donnés par Mac Ilwraith dans la littérature (54) : 84% des chevaux avec fibrillation du cartilage, 50% avec érosion et 60% avec fragment perdu sont performants. La population opérée est jeune et ces lésions restent rares : rappelons que sur 88 chevaux, seuls 18 présentaient des lésions ajoutées à celle du relief du tibia distal. De plus, les comptes-rendus d'intervention ne signalent quasiment pas de lésions très graves à pronostic sombre. Un effectif plus important aurait certainement amené le rajout de chevaux présentant des lésions plus graves, plus compliquées et plus anciennes et les résultats auraient pu être modifiés.

d. Comparaison aux études antérieures

Cette comparaison a déjà en partie été effectuée tout au long de l'énumération des résultats. Les études américaines de Laws et Mac Ilwraith (46, 51) rapportent des taux de réussite supérieurs au nôtre de 54,3%, respectivement 74 et 72% (voire 78, 5% quand seul le relief du tibia distal est en cause), celle de Canonici (15) rapporte un taux de réussite de 84% après chirurgie alors que celui de Beard n'est que de 43%. Mais l'exploitation du devenir sportif du cheval n'est pas la même que celle employée ici. Beard ne considère que le fait de courir à 3 ans et le compare au restant de la population. Des facteurs liés aux suites opératoires, en particulier le délai de remise à

l'entraînement peuvent expliquer ce retard et n'expriment pas la véritable issue de l'arthroscopie comme traitement. Si l'on compare notre taux d'échecs de 21,4% à ceux de Laws 24% et de Mac Ilwraith 27%, on ne relève pas de différence. Ce fait prouve alors que notre taux de succès est minoré par l'introduction d'une classe de chevaux « douteux » qui n'existe pas dans la dichotomie double « succès » contre « échec » de ces études précédentes. Laws n'observe pas de différence de performances entre les chevaux traités pour ostéochondrose du jarret et le lot témoin. Le biais de sélection de nos chevaux opérés évoqué plus haut est peut-être à l'origine de cette différence dans nos résultats où les chevaux opérés donc ayant souffert de la pathologie sont meilleurs que la population générale.

e. Conclusions et perspectives

Rappelons que le traitement conservateur ne donne que 38% de réussite **(63)** selon Rose en 1985 sur des chevaux de courses et seuls 18% à 20% des Standardbred de l'étude de Peremans de 1997 **(58)** sont performants à un niveau satisfaisant. L'arthroscopie possède donc un avantage certain, même si elle est plus onéreuse, que le traitement médical.

Pratiquer l'intervention sur de jeunes chevaux semble améliorer leur chance de courir un jour sur un hippodrome au sein de notre échantillon. Cependant, la précocité avec laquelle les lésions sont détectables entraîne à opérer des chevaux qui n'ont pas montré leur valeur sur le champ de courses. Ainsi, des chevaux qui, économiquement, ne « méritaient » pas d'être opérés le sont. C'est la catégorie « douteux » avec ses motifs d'inclusion non liés au jarret qui nous poussent à émettre cet avis. Alors faut-il opérer tous les jeunes chevaux qui, proposés aux ventes, subissent un examen radiologique qui révèle des lésions encore silencieuses ? Vaut-il mieux les laisser atteindre la piste et l'entraînement et attendre qu'ils démontrent des qualités au travail ? On peut penser qu'il pourrait être judicieux de repousser la décision d'une intervention chirurgicale pour connaître mieux, pendant ce délai, le profil et les aptitudes du cheval. Un élément en faveur de cette conduite est les études d'impact des images radiographiques anormales de Denoix et Valette **(84)** qui concluent que les conséquences des Affections Ostéo-Articulaires Juvéniles auxquelles appartient l'ostéochondrose sont limitées pour le niveau de performance à 4 et 8 ans et que, chez le Trotteur Français, aucune relation n'a pu être mise en lumière entre la présence d'images anormales et les performances en courses.

Encore peut-on se poser une question supplémentaire quand on justifie la différence mâle/femelle de notre effectif (qui est en adéquation avec les autres écrits sur ce sujet) : l'information sur le caractère héritable de cette affection au niveau du jarret chez le trotteur est-elle

suffisamment diffusée ? Le gain pour le propriétaire est immédiat, à chaque naissance d'un poulain mais au niveau de la race et de la sélection, l'effet est peut-être délétère. Il faut cependant modérer cette affirmation puisque l'hypothèse d'une corrélation entre performance et ostéochondrose a souvent été supposée. Evincer ces chevaux de la reproduction ne serait peut-être pas totalement avantageux.

CONCLUSION

L'ostéochondrose reste une pathologie du système locomoteur dont l'importance médicale et économique est indiscutable. Les recherches sur la pathogénie et l'étiologie pour essayer de mettre en place des mesures préventives et sur les traitements et adjuvants pour en diminuer l'impact sportif fournissent de plus en plus de renseignements. Certaines incertitudes demeurent quant au processus complet physiologique et pathologique de la croissance osseuse et de la maturation du cartilage articulaire et de croissance. On peut toutefois affirmer que la génétique, l'alimentation, l'exercice et la race sont des facteurs à prendre en compte pour expliquer ce phénomène aux multiples expressions (ostéochondrite disséquante, kystes osseux, épiphysites, déviations angulaires...).

L'arthroscopie s'est développée en chirurgie orthopédique depuis bientôt 20 ans au sein de la pratique vétérinaire équine. Elle a supplanté l'arthrotomie dans 90% de ses indications. Nécessitant une formation particulière du chirurgien, elle est pourtant à portée de nombreux confrères puisque l'équipement et l'apprentissage sont un investissement vite rentabilisé. Elle amène à des taux de réussite très satisfaisants qui avoisinent les 70 à 80%, lorsqu'elle est pratiquée de façon idoine et non sur un cheval dont le pronostic ne peut être amélioré, même par chirurgie.

L'étude rétrospective présentée ici porte sur le Trotteur Français, fréquemment touché par l'ostéochondrose en particulier au niveau de l'articulation tarso-crurale. Aucune étude sur un effectif français traité par arthroscopie n'était disponible à ce jour. Les enjeux économiques liés à cette race sont considérables et de nombreuses études étrangères et françaises portent sur ce sujet, traitant de la prévalence des lésions, de leur impact sur la carrière des chevaux et des traitements et éléments de prévention à mettre en place dans les régions d'élevage et d'entraînement. L'arthroscopie de l'ostéochondrite disséquante du relief intermédiaire du tibia distal semble avoir, chez le Trotteur Français, un bon taux de réussite. Le sexe, la localisation et la bilatéralité des lésions, l'âge, la présence de lésions sur d'autres sites que le tibia n'ont pas d'influence sur l'issue au sein de notre effectif. Par contre, les chevaux qualifiés ont moins d'échecs que les non qualifiés : le statut sportif est donc un facteur influent. L'effectif opéré avant qualification réussit mieux que l'effectif national aux épreuves de qualifications : peut-être la valeur intrinsèque de notre échantillon était-elle supérieure à la moyenne nationale.

BIBLIOGRAPHIE

Par ordre alphabétique

1. ALVARADO A.F., MARCOUX M. : Ostéochondrose chez le cheval : pathogénie, étiologie, signes cliniques et diagnostic radiographique. *Point Vétérinaire*, 1989, **21**, 609-621.
2. ALVARADO A.F., MARCOUX M. : The incidence of osteochondrosis in a Standardbred breedings farm in Quebec. *Proc.Am.Assoc.Equine Pract.*, 1989, **35**, 293-307.
3. AUDIGIE F, DENOIX J.M., HEILES Ph. et al. : Dépistage radiographique des lésions des jarrets sur 150 jeunes chevaux. *PVE*, 1993, **25**, 123-128.
4. AUER J. : Osteochondrosis. *In* : AUER J. & STICK *Equine surgery*, Philadelphia : Saunders, 1999, 765-774.
5. AUER J. : Principles of treatment of joint disease. *In* : AUER J. & STICK *Equine surgery*, Philadelphia : Saunders, 1999, 678-692.
6. BARNEVELD A. & WEEREN P.R. : Conclusions regarding the influence of exercise on the development of the equine musculoskeletal system with special reference to osteochondrosis. *Equine Vet. J. Suppl.*, 1999, **31**, 112-119.
7. BARONE R. : Articulations tarsiennes. *In* : BARONE R. *Anatomie comparée des mammifères domestiques*, tome 2 : Arthrologie et myologie, Paris : Vigot, 1989, 291-321.
8. BASTIAN P. : Contribution à l'étude de l'arthroscopie du jarret chez le cheval. Th. : Med.vet : Nantes, 1986.
9. BEARD W.L., BRAMLAGE L.R., SCHNEIDER K., EMBERTSON R.M. : Post operative race performance in Standardbred and Thoroughbreds with osteochondrosis of the tarsocrural joint : 109 cases (1984-1990). *JAVMA*, 1994, **204**, 1655-1659.
10. BETSCH J.M., ALBERT N. & LIENASSON D. : Etude rétrospective de 110 cas d'ostéochondrose de la crête intermédiaire du tibia chez le trotteur traités chirurgicalement avant ou après qualification. *Proceedings AVEF*, 2003, 511-516.
11. BETSCH J-M. : L'ostéochondrose chez le poulain : particularités et gestion. *Proceedings AVEF*, 2002, 27-33.
12. BIRKELAND R. & HAAKENSTAD L. : Intracapsular bony fragments of the distal tibia of the horse. *JAVMA*, 1968, **152**, 1526-1527.
13. BOHANON T.C. : The tarsus. *In* : AUER J. & STICK *Equine surgery*, Philadelphia : Saunders, 1999, 848-851.
14. BREHM W., STAECKER W. : Osteochondrosis in the tarsocrural joint of Standardbred trotters-Correlation between radiographic findings and racing performance. *Proc.Am.Assoc.Equine Pract.*, 1999, **45**, 164-166.
15. CANONICI F. & al. : 134 horses with osteochondritis dissecans of the tarsocrural joint : clinical considerations and results following arthroscopic surgery. *J. Eq. Vet. Sci.*, 1996, **16**, 345-348.
16. CAURE S. & LEBRETON P. : Ostéochondrose chez le trotteur français au sevrage et corrélation avec divers paramètres. *PVE*, 2004, **36**, 47-57.
17. CAURE S. & LEBRETON P. : Recherche de corrélation entre la détection radiologique de lésions d'ostéochondrose chez le trotteur au sevrage et des paramètres biochimiques, zootechniques et endocriniens. *Proceedings AVEF*, 2003, 237-240.
18. CAURE S., TOURTOULOU G. et al. : Prévention de l'ostéochondrose chez le trotteur au sevrage : étude expérimentale. *PVE*, 1998, **30**, 185-195.
19. COUROUCE A., GEFFROY O., VALETTE J.P. : Affections ostéo-articulaires chez le jeune trotteur français : prévalence, score radiographique et relation avec la performance. *Compte-rendu de la 27ème journée d'étude*, Haras Nationaux, 7 mars 2001, 135-141.
20. COUROUCE A., GEFFROY O., VALETTE J.P. : Affections ostéo-articulaires chez le jeune trotteur français : prévalence, score radiographique et relation avec la performance. *Proceedings AVEF*, 2002, 248-261.
21. DAVIS D.M., MAC ILWRAITH C.W., FOERNER J.J. : Osteochondritis dissecans of the equine tarsocrural joint : results of treatment with arthroscopic surgery. *Proceedings of AAEP*, 1990, 529-530.
22. DE MOOR A. et al. : Osteochondritis dissecans of the tibio-tarsal joint in the horse. *Equine Veterinary Journal*, 1972, 139-143.
23. DENOIX J.M., VALETTE J.P. et al. : Etude radiographique des affections ostéo-articulaires juvéniles chez des chevaux de races françaises âgés de 3 ans : présentation globale sur 1180 sujets. *PVE*, 2000, **32**, 123-128.
24. DENOIX J.M., VALETTE J.P. et al. : Etude radiographique des affections ostéo-articulaires juvéniles chez des chevaux de races françaises âgés de 3 ans. *Bull.Soc.Vét.Prat. de France*, 1997, **81**, 53-69.
25. DENOIX J.M., VALETTE J.P. : Pathologie ostéo-articulaire chez le jeune (incidence, évaluation clinique, facteurs de risque et conséquences). *Compte-rendu de la 27ème journée d'étude*, Haras nationaux, 7 mars 2001, 101-109.
26. DENOIX J-M, AUDIGIE F., TAPPREST J. & al. : Les affections ostéo-articulaires juvéniles (AOAJ) : nature des lésions et diagnostic. *Proceedings AVEF*, 2002, 217-220.

27. DIK K.J. , ENZERINK E., Van WEEREN P.R. : Radiographic development of osteochondral abnormalities, in the hock and stifle of Dutch warmblood foals, from age 1 to 11 months. *Equine Vet. J.Suppl.*, 1999, **31**, 9-15.
28. FESSLER J.F. & MAC ILWRAITH C.W. : Arthroscopy in the diagnosis of equine joint disease. *JAVMA*, 1978, **172**, 263-268.
29. FISCHER A.T., BARCLAY W.P.: Osteochondrosis in the horse. *Compend.Contin.Educ.*, 1984, **6**, S123-S131.
30. FUBINI S.L. et al. : Prognosis factors affecting survival of 507 horses with joint disease. *Can.J.Vet.Res.*, 1999, **63**, 253-260.
31. GAUSTAD G., KJAERGAARD P., DOLVIK N.I. : Lameness in three-year-old standardbred trotters- Influence of parameters determined during the first year of life. *Equine Vet.Science*, 1995, **15**, 233-238.
32. GEFFROY O., COUROUCE A., VALETTE JP., KRAFT E. : Pathologie ostéo-articulaire juvénile chez le trotteur français : étude préliminaire. *PVE*, 1997, **29**, 191-198.
33. GILBERT F. : Contribution à l'étude bibliographique de l'ostéochondrose du jarret du cheval. Th. : Med.vet : Lyon, 1999.
34. GREET T.R.C. : Arthroscopy : a chance to cut or cure? *Equine Vet. J.*, 1991, **23**, 151-152.
35. GRONDAHL A.M. : The incidence of osteochondrosis in the tibiotarsal joint of Norwegian standardbred trotters. *Equine veterinary science*, 1991, **11**, 272-274.
36. GRONDAHL A.M., ENGELAND A.: Influence of radiographically detectable orthopaedic changes on racing performance in Standardbred trotters. *JAVMA*, 1995, **206**, 1013-1017.
37. GRONDAHL A.M., DOLVIK N.I. : Heritability estimations of osteochondrosis in the tibiotarsal joint and of bony fragments in the palmar/plantar portion of the metacarpo- and metatarsophalangeal joints of horses. *JAVMA*, 1993, **203**, 101-104.
38. HARTUNG K., MUNZER B., KELLER H. : Radiological evaluation of spavin in young trotters. *Veterinary Radiology*, 1983, **24**, 153-155.
39. HOPPE F. : Radiological investigations of osteochondrosis dissecans in standardbred trotters and Swedish warmblood horses. *Equine Vet.J.* , 1984, **16**, 425-429.
40. HOPPE F., PHILIPSSON J. : A genetic study of osteochondrosis dissecans in Swedish horses. *Equine Practice*, 1985, **7**, 7-15.
41. JACQUET S., ROBERT C., COURTIN G. : Corrélations entre le statut ostéo-articulaire et les performances sportives de 129 trotteurs français de Basse-Normandie. *Compte-rendu de la 29ème journée d'étude*. Haras Nationaux, 26 février 2003, 83-90.
42. JEFFCOTT L.B. & HENSON F. : Studies on growth cartilage in the horse and their application to aetiopathogenesis of dyschondroplasia (osteochondrosis). *The Veterinary Journal*, 1998, **156**, 177-192.
43. JEFFCOTT L.B. : Osteochondrosis in the horse-Searching for the key to pathogenesis. *Equine vet.J.*, 1991, **23**, 331-338.
44. KAINER R.A. : Functional anatomy of equine locomotor organs. In STASHAK T.S. *Adam's lameness in horses*. 5ème édition. Philadelphia : Lippincott, 2002, 43-70.
45. KRONFELD D.S., MEACHAM T.N., DONOGHUE S. : Dietary aspects of developmental orthopaedic disease in young horses. *Vet. Clinics of North Am., Equine Practice*, 1990, **6**, 451-465.
46. LAWS E.G., RICHARDSON D.W., ROSS M.W. : Racing performances of Standardbred after conservative and surgical treatment for tarsocrural osteochondrosis. *Equine Vet.J.*, 1993, **25**, 199-202.
47. MAC ILWRAITH C.W. & TURNER : Arthroscopic surgery of the tibiotarsal joint. In MAC ILWRAITH C.W. *Equine surgery advanced techniques*. Philadelphia : Lea & Febiger, 1987, 164-168.
48. MAC ILWRAITH C.W. : Experiences in diagnostic and surgical arthroscopy in the horse. *Equine Vet.J.*, 1984, **16**, 11-19.
49. MAC ILWRAITH C.W. : Inferences from referred clinical cases of osteochondritis dissecans. *Equine Vet.J.*, 1993, **16**, 27-30.
50. MAC ILWRAITH C.W. : Surgery of the hock, stifle and shoulder. *Vet. Clinics of North Am., Large Animal Practice*, 1983, **5**, 333-.
51. MAC ILWRAITH C.W., FOENER J.J., DAVIS D.M. : Osteochondritis dissecans of the tarsocrural joint: results of treatment with arthroscopic surgery. *Equine Vet.J.*, 1991, **23**, 155-162.
52. MAC ILWRAITH C.W., FOERNER J.J. : Diagnostic and surgical arthroscopy of the tarsocrural (tibiotarsal) joint. In : MAC ILWRAITH C.W. *Diagnostic and surgical arthroscopy in the horse*. Philadelphia : Lea & Febiger, 1990, 161-193.
53. MAC ILWRAITH C.W., MARTIN G.S.: Arthroscopy and arthroscopic surgery in the horse. *Compend.Contin.Educ.*, 1984, **6**, S46-S53.
54. MAC ILWRAITH C.W., TROTTER G.W. : Osteochondrosis dissecans of the tarsocrural joint. In : MAC ILWRAITH C.W. *Joint disease of the horse*. Philadelphia, Saunders, 1996, 369-374.
55. MAC ILWRAITH C.W., TROTTER G.W. : Pathogenesis of equine osteochondrosis. *In Joint disease of the horse*. Philadelphia, Saunders, 1996, 335-356.

56. MAC ILWRAITH C.W., TROTTER G.W. : The treatment of equine osteochondrosis. *Proceedings of AAEP*, 1981, 149-161.
57. PARK R.D. : Equine diagnostic imaging, Part I : Radiography. In : STASHAK T.S. *Adam's lameness in horses*. 5ème édition. Philadelphia : Lippincott, 2002, 214-305.
58. PEREMANS K. & VERSCHOOTEN F. : Results of conservative treatment of osteochondrosis of the tibiotarsal joint in the horse. *J. Vet. Eq. Sci.*, 1997, **17**, 322-326.
59. PLAINFOSSE B. : Etude lésionnelle et pathogénique de l'ostéochondrite disséquante du cheval à la lumière des acquisitions récentes sur le fonctionnement et la pathogénie des articulations. Th. : Med.vet : Toulouse, 1984.
60. RAEKALLIO M., TAYLOR P.M. & BENNET R.C. : Preliminary investigations of pain and analgesia assessment in horses administered phenylbutazone or placebo after arthroscopic surgery. *Veterinary Surgery*, 1997, **26**, 150-155.
61. RIBOT X., RICHARD S. : Arthroscopie chez le cheval : description et intérêt de la technique. *Bull.Soc.Prat. de France*, 1994, **78**, 603-615.
62. RICARD A. , COUROUCE A. , DENOIX J-M., VALETTE J-P. : Héritabilité des affections ostéo-articulaires juvéniles. *Proceedings AVEF*, 2002, 262-272.
63. ROSE A.J., SANDE R.D., ROSE E.M. : Results of conservative management of osteochondrosis in the horse. *Proceedings of AAEP*, 1985, 617-623.
64. ROSSIGNOL F. & PERRIN R. : Utilisation de la technique de coblation (technique de radiofréquence bipolaire à basse température) en arthroscopie équine. *Proceedings AVEF*, 2002, 384-390.
65. SANDGREN B., CARLSTEN J., DALIN G. : Development of osteochondrosis in the tarsocrural joint and osteochondral fragments in the fetlock joints of Standardbred trotters : I A radiological survey. *Equine Vet.J.*, 1993, **S16**, 42-47.
66. SANDGREN B., CARLSTEN J., DALIN G. : Development of osteochondrosis in the tarsocrural joint and osteochondral fragments in the fetlock joints of Standardbred trotters : II Body measurements and clinical findings. *Equine Vet.J.*, 1993, **S16**, 48-53..
67. SANDGREN B., DALIN G., CARLSTEN J. : Osteochondrosis in the tarsocrural joint and osteochondral fragments in the fetlock joints in Standardbred trotters :I Epidemiology. *Equine Vet.J.*, 1993, **S 16**, 31-37.
68. SANDGREN B., DALIN G., CARLSTEN J. : Osteochondrosis in the tarsocrural joint and osteochondral fragments in the fetlock joints in Standardbred trotters :II Heritability. *Equine Vet.J.*, 1993, **S 16**, 38-41..
69. SAVAGE C.J., LEWIS L.D. : The role of nutrition in musculoskeletal development and disease. In : STASHAK T.S. *Adam's lameness in horses*. 5ème édition . Philadelphia : Lippincott, 2002, 377-388.
70. SCHOUGAARD H., FALK RONNE J., PHILLIPSON J.: A radiographic survey of tibiotarsal osteochondrosis in a selected population of trotting horses in Denmark and its possible genetic significance. *Equine Vet.J.*, 1990, **22**, 288-289.
71. SHELLEY J. , DYSON S. : Interpreting radiographs 5 : Radiology of the equine hock. *Equine Vet.J.*, 1984, **16**, 488-495.
72. SHINGLETON W.D., E.J. MACKIE et al. : Cartilage canals in equine articular/epiphyseal growth cartilage and a possible association with dyschondroplasia. *Equine Vet. J.*, 1997, **29**, 360-364.
73. SLOET van OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN M.M. et al. : Hormones, growth factors and other plasma variables in relation to osteochondrosis. *Equine Vet. J. Suppl.*, 1999, **31**, 45-54.
74. SLOET van OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN M.M., van WEEREN P.R. et al. : The influence of birth weight, rate of weight gain and final achieved height and sex on the development of osteochondrotic lesions in a population of genetically predisposed Warmblood foals. *Equine Vet. J. Suppl.*, 1999, **31**, 26-30.
75. SONNICHSEN H.V. & HANSEN S.F. : Osteochondritis dissecans in the tibio-tarsal joint, results by surgical treatment. *Nord. Vet. Med.*, 1985, **37**, 136-139.
76. STORGAARD JORGENSEN H., PROSCHOWSKY H. WILLEBERG P.: The significance of routine radiographic findings with respect to subsequent racing performance and longevity in Standardbred trotters. *Equine Vet. J.*, 1997, **29**, 55-59.
77. SULLINS K.E. : The Tarsus. In : STASHAK T.S. *Adam's lameness in horses*. 5ème édition. Philadelphia : Lippincott, 2002, 950-954.
78. TORRE F. & MOTTA M. : Osteochondrosis of the tarsocrural joint and osteochondral fragments in the fetlock joints : incidence and influence on racing performance in a selected group of Standardbred Trotters. *Proceedings AAEP*, 2000, 287-294.
79. TOURTOULOU G., CAURE S., DOMAINGUE M.C. : La prévalence des lésions d'ostéochondrose chez le poulain trotteur au sevrage. *PVE*, 1997, **29**, 237-244.
80. TROTTER G.W., MAC ILWRAITH C.W. : Advances in equine arthroscopy. *Veterinary clinics of North America : Equine Practice*, 1996, **12**, 261-280.
81. TROTTER G.W., MAC ILWRAITH C.W. : Osteochondrosis in horses : Pathogenesis and clinical syndromes. *Proceedings of AAEP*, 1981, 141-148.
82. VALDEZ H. et al. : Operative arthroscopy in the horse. *Equine Practice*, 1983, **5**, 33-43.

83. VALDEZ H. : The use of arthroscopy in the examination and surgery of equine joints. *Proceedings of AAEP*, 1981, 263-270.
84. VALETTE J-P & DENOIX J-M : Prévalence et facteurs de risque dans l'apparition des affections ostéo-articulaires juvéniles. *Proceedings AVEF*, 2002, 221-233.
85. VALETTE JP., DENOIX JM., BOULET C. : Pathologie ostéo-articulaire juvénile : bilan de l'étude sur 246 poulains de 1 et 2 ans provenant de la région Basse-Normandie. *Compte-rendu de la 26ème journée d'étude*, Haras Nationaux, 1er Mars 2000, 13-17.
86. Van WEEREN P.R. & BARNEVELD A. : The effect of exercise on the distribution and manifestation of osteochondrotic lesions in the Warmblood foal. *Equine Vet. J. Suppl.*, 1999, **31**, 16-25.
87. VIGUIER E. : L'arthroscopie du jarret chez le cheval. *Rec.Med.Vet.*, 1992, **168**, 271-278.
88. WATROUS B.J. & Coll. : Osteochondrosis and juvenile spavin in equids. *Am.J.Vet.Res.*, 1991, **52**, 607-612.
89. WATSON E. : Radiographic signs of osteochondrosis in horses. *Compend. Contin.Educ.*, 1992, **14**, 809-815.
90. WHITTON R.C. : Equine developmental osteochondral lesions : the role of biomechanics. *The Veterinary Journal*, 1998, **156**, 167-168.
91. WOLTER R. : Ostéochondrose et alimentation chez le cheval. *PVE*, 1996, **28**, 85-101.
92. ZAMOS D.T. , HONNAS C.M. & al : Arthroscopic approach and intra-articular anatomy of the plantar pouch of the equine tarsocrural joint. *Veterinary Surgery*, 1994, **23**, 161-166.
93. HARAS NATIONAUX. Adresse URL : <http://www.haras-nationaux.fr/>
94. SOCIETE D'ENCOURAGEMENT A L'ELEVAGE DU CHEVAL FRANCAIS. Adresse URL : <http://www.cheval-francais.com/>
95. SOCIETE D'IDENTIFICATION ET DE RECENSEMENT DES EQUIDES. Adresse URL : <http://www.harasire.net/>