

Année 2013

**ETUDE RÉTROSPECTIVE DE L'IMPACT DES
NODULES OSTÉOCHONDRAUX PLANTAIRES
DU BOULET SUR LES PERFORMANCES DES
TROTTEURS EN COURSE**

THÈSE

Pour le

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement devant

LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE CRÉTEIL

Le.....

par

Valérie de MURAT de LESTANG

Née le 5 août 1987 à Neuilly-sur-Seine

JURY

Président : Pr.

Professeur à la Faculté de Médecine de CRÉTEIL

Membres

Directeur : Monsieur Jean-Marie DENOIX

Professeur à l'ENVA

Assesseur : Céline ROBERT

Maître de conférences à l'ENVA

Invité : Monsieur Loïc DESQUILBET

Maître de conférences à l'ENVA

LISTE DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT

Directeur : M. le Professeur GOGNY Marc

Directeurs honoraires : MM. les Professeurs MORAILLON Robert, PARODI André-Laurent, PILET Charles, TOMA Bernard

Professeurs honoraires: Mme et MM. : BRUGERE Henri, BRUGERE-PICOUX Jeanne, BUSSIERAS Jean, CERF Olivier, CLERC Bernard,

CRESPEAU François, DEPUTTE Bertrand, MOUTHON Gilbert, MILHAUD Guy, POUCHELON Jean-Louis, ROZIER Jacques

DEPARTEMENT D'ELEVAGE ET DE PATHOLOGIE DES EQUIDES ET DES CARNIVORES (DEPEC)

Chef du département : M. POLACK Bruno, Maître de conférences - Adjoint : M. BLOT Stéphane, Professeur

<p>- UNITE DE CARDIOLOGIE</p> <p>Mme CHETBOUL Valérie, Professeur *</p> <p>Mme GKOUNI Vassiliki, Praticien hospitalier</p> <p>- UNITE DE CLINIQUE EQUINE</p> <p>M. AUDIGIE Fabrice, Professeur</p> <p>M. DENOIX Jean-Marie, Professeur</p> <p>Mme DUPAYS Anne-Gaëlle, Assistant d'enseignement et de recherche contractuel</p> <p>Mme GIRAUDET Aude, Praticien hospitalier *</p> <p>Mme MESPOULHES-RIVIERE Céline, Maître de conférences contractuel</p> <p>Mme PRADIER Sophie, Maître de conférences</p> <p>- UNITE D'IMAGERIE MEDICALE</p> <p>Mme BEDU-LEPERLIER Anne-Sophie, Maître de conférences contractuel</p> <p>Mme STAMBOULI Fouzia, Praticien hospitalier</p> <p>- UNITE DE MEDECINE</p> <p>Mme BENCHEKROUN Ghita, Maître de conférences contractuel</p> <p>M. BLOT Stéphane, Professeur*</p> <p>Mme MAUREY-GUENEC Christelle, Maître de conférences</p> <p>M. ROSENBERG Charles, Maître de conférences</p> <p>- UNITE DE MEDECINE DE L'ELEVAGE ET DU SPORT</p> <p>M. GRANDJEAN Dominique, Professeur *</p> <p>Mme YAGUIYAN-COLLIARD Laurence, Maître de conférences contractuel</p> <p>Mme CLERO Delphine, Maître de conférences contractuel</p> <p>- DISCIPLINE : NUTRITION-ALIMENTATION</p> <p>M. PARAGON Bernard, Professeur</p> <p>- DISCIPLINE : OPHTALMOLOGIE</p> <p>Mme CHAHORY Sabine, Maître de conférences *</p>	<p>- UNITE DE PARASITOLOGIE ET MALADIES PARASITAIRES</p> <p>M. BLAGA Radu Gheorghe, Maître de conférences (rattaché au DPASP)</p> <p>M. CHERMETTE René, Professeur *</p> <p>M. GUILLOT Jacques, Professeur</p> <p>Mme MARIIGNAC Geneviève, Maître de conférences</p> <p>M. POLACK Bruno, Maître de conférences</p> <p>M. BENSIGNOR Emmanuel, Professeur contractuel</p> <p>- UNITE DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE</p> <p>M. FAYOLLE Pascal, Professeur</p> <p>M. MAILHAC Jean-Marie, Maître de conférences</p> <p>M. MOISSONNIER Pierre, Professeur*</p> <p>M. NIEBAUER Gert, Professeur contractuel</p> <p>Mme RAVARY-PLUMIOEN Bérangère, Maître de conférences (rattachée au DPASP)</p> <p>Mme VIATEAU-DUVAL Véronique, Maître de conférences</p> <p>M. ZILBERSTEIN Luca, Maître de conférences</p> <p>- UNITE DE REPRODUCTION ANIMALE</p> <p>Mme CONSTANT Fabienne, Maître de conférences (rattachée au DPASP)</p> <p>M. DESBOIS Christophe, Maître de conférences</p> <p>M. FONTBONNE Alain, Maître de conférences</p> <p>Mme MASSE-MOREL Gaëlle, Maître de conférences contractuel (rattachée au DPASP)</p> <p>M. NUDELMANN Nicolas, Maître de conférences</p> <p>M. REMY Dominique, Maître de conférences (rattaché au DPASP)*</p> <p>M. MAUFFRE Vincent, Assistant d'enseignement et de recherche contractuel, (rattaché au DPASP)</p> <p>- DISCIPLINE : URGENCE SOINS INTENSIFS</p> <p>Mme ROUX Françoise, Maître de conférences</p>
---	--

DEPARTEMENT DES PRODUCTIONS ANIMALES ET DE LA SANTE PUBLIQUE (DPASP)

Chef du département : M. MILLEMANN Yves, Maître de conférences - Adjoint : Mme DUFOUR Barbara, Professeur

<p>- DISCIPLINE : BIOSTATISTIQUES</p> <p>M. DESQUILBET Loïc, Maître de conférences</p> <p>- UNITE D'HYGIENE ET INDUSTRIE DES ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE</p> <p>M. AUGUSTIN Jean-Christophe, Maître de conférences</p> <p>M. BOLNOT François, Maître de conférences *</p> <p>M. CARLIER Vincent, Professeur</p> <p>Mme COLMIN Catherine, Maître de conférences</p> <p>- UNITE DES MALADIES CONTAGIEUSES</p> <p>M. BENET Jean-Jacques, Professeur</p> <p>Mme DUFOUR Barbara, Professeur*</p> <p>Mme HADDAD/HOANG-XUAN Nadia, Professeur</p> <p>Mme PRAUD Anne, Assistant d'enseignement et de recherche contractuel</p>	<p>- UNITE DE PATHOLOGIE MEDICALE DU BETAIL ET DES ANIMAUX DE BASSE-COUR</p> <p>M. ADJOU Karim, Professeur *</p> <p>M. BELBIS Guillaume, Assistant d'enseignement et de recherche contractuel,</p> <p>M. HESKIA Bernard, Professeur contractuel</p> <p>M. MILLEMANN Yves, Professeur</p> <p>- UNITE DE ZOOTECHNIE, ECONOMIE RURALE</p> <p>M. ARNE Pascal, Maître de conférences*</p> <p>M. BOSSE Philippe, Professeur</p> <p>M. COURREAU Jean-François, Professeur</p> <p>Mme GRIMARD-BALLIF Bénédicte, Professeur</p> <p>Mme LEROY-BARASSIN Isabelle, Maître de conférences</p> <p>M. PONTER Andrew, Professeur</p>
--	--

DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PHARMACEUTIQUES (DSBP)

Chef du département : Mme COMBRISSON Hélène, Professeur - Adjoint : Mme LE PODER Sophie, Maître de conférences

<p>- UNITE D'ANATOMIE DES ANIMAUX DOMESTIQUES</p> <p>M. CHATEAU Henry, Maître de conférences*</p> <p>Mme CREVIER-DENOIX Nathalie, Professeur</p> <p>M. DEGUEURCE Christophe, Professeur</p> <p>Mme ROBERT Céline, Maître de conférences</p> <p>- DISCIPLINE : ANGLAIS</p> <p>Mme CONAN Muriel, Professeur certifié</p> <p>- UNITE DE BIOCHIMIE</p> <p>M. BELLIER Sylvain, Maître de conférences*</p> <p>M. MICHAUX Jean-Michel, Maître de conférences</p> <p>- DISCIPLINE : EDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE</p> <p>M. PHILIPS, Professeur certifié</p> <p>- UNITE DE GENETIQUE MEDICALE ET MOLECULAIRE</p> <p>Mme ABITBOL Marie, Maître de conférences</p> <p>M. PANTHIER Jean-Jacques, Professeur*</p> <p>-UNITE D'HISTOLOGIE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE</p> <p>Mme CORDONNIER-LEFORT Nathalie, Maître de conférences*</p> <p>M. FONTAINE Jean-Jacques, Professeur</p> <p>Mme LALOY Eve, Maître de conférences contractuel</p> <p>M. REYES GOMEZ Edouard, Assistant d'enseignement et de recherche contractuel</p>	<p>- UNITE DE PATHOLOGIE GENERALE MICROBIOLOGIE, IMMUNOLOGIE</p> <p>M. BOULOUIS Henri-Jean, Professeur</p> <p>Mme QUINTIN-COLONNA Françoise, Professeur*</p> <p>Mme LE ROUX Delphine, Maître de conférences stagiaire</p> <p>- UNITE DE PHARMACIE ET TOXICOLOGIE</p> <p>Mme ENRIQUEZ Brigitte, Professeur</p> <p>M. PERROT Sébastien, Maître de conférences</p> <p>M. TISSIER Renaud, Maître de conférences*</p> <p>- UNITE DE PHYSIOLOGIE ET THERAPEUTIQUE</p> <p>Mme COMBRISSON Hélène, Professeur</p> <p>Mme PILOT-STORCK Fanny, Maître de conférences</p> <p>M. TIRET Laurent, Maître de conférences*</p> <p>- UNITE DE VIROLOGIE</p> <p>M. ELOIT Marc, Professeur</p> <p>Mme LE PODER Sophie, Maître de conférences *</p> <p>- DISCIPLINE : ETHOLOGIE</p> <p>Mme GILBERT Caroline, Maître de conférences</p>
--	--

* responsable d'unité

REMERCIEMENTS

Au Professeur de la faculté de Médecine de Créteil

Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de cette thèse.
Hommage respectueux.

A Monsieur Jean-Marie DENOIX, Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Qui m'a fait l'honneur de me proposer ce sujet de thèse.
Hommage respectueux.

A Madame Céline ROBERT, Maître de conférences en Anatomie des animaux domestiques de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Qui a accepté de faire partie du jury de thèse, pour son aide précieuse et ses corrections si rapides et efficaces.
Sincères remerciements.

A Monsieur Loïc DESQUILBET, Maître de conférences en Biostatistique à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Qui m'a tant aidée dans le maniement d'Epi Info et dans les rappels de notions de statistique.
Sincères remerciements.

A Madame Anne-Gaëlle DUPAYS, Assistante d'enseignement et de recherche contractuelle à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Qui a lancé cette thèse et guidé mes premières recherches.
Sincères remerciements.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES.....	3
LISTE DES TABLEAUX.....	5
LISTE DES ABREVIATIONS	7
I. PREMIERE PARTIE : Etude bibliographique.....	11
A. Le trotteur Français	11
1. Développement de la race	11
2. Sa spécificité	12
3. L'allure	12
4. Les courses	13
B. L'articulation du boulet.....	14
1. Anatomie du boulet.....	14
a) Les surfaces articulaires.....	16
b) Les moyens d'unions	17
(1) La capsule articulaire	18
(2) Le ligament plantaire (intersésamoïdien)	18
(3) Ligaments sésamoïdo-phalangiens	19
(4) Ligaments métatarso-digitaux	20
(a) Ligaments collatéraux.....	20
(b) Renforcement dorsal.....	20
(c) Muscle interosseux.....	21
(5) Moyens complémentaires d'union.....	21
c) Synoviale	21
2. Mouvements.....	23
3. Examen radiographique du boulet : Images de références	24
4. Les fragments ostéochondraux plantaires du boulet.....	27
a) Nature des fragments	28
b) Etiologie.....	29
c) Expression clinique	31
d) Diagnostic.....	32
e) Traitement.....	35
f) Prévalence et importance chez les trotteurs	35

II. DEUXIEME PARTIE : Etude rétrospective	37
A. Matériel et méthode	37
1. Population d'étude.....	37
a) Critères de sélection.....	37
b) Échantillonnage.....	38
2. Etude de performances : Quels critères utiliser ?.....	39
a) Origine des données	39
b) Données disponibles.....	39
c) Données retenues	39
d) Données calculées	40
3. Tests statistiques et présentation des résultats	41
B. Résultats	42
1. La qualification et la précocité.....	42
2. Comparaison des carrières de courses dans leur totalité.....	43
3. Comparaison des performances à 3 ans.....	45
4. Comparaison des performances en course à 4 ans	47
5. Comparaison des performances en course à 5 ans	49
C. Discussion.....	51
1. Limites de l'étude.....	51
a) Effectif	51
b) Critères de performance retenus et traitement statistique :	51
c) Autres facteurs non maîtrisés influant la performance	52
d) Gestion des NOCP+.....	52
2. Résultats de l'étude : Impact des NOCP	52
a) Sur la carrière du cheval : Qualification, précocité.....	52
b) Sur les performances.....	53
3. Perspectives.....	54
CONCLUSION.....	57
BIBLIOGRAPHIE	59

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Segment osseux du doigt du cheval.....	15
Figure 2: Extrémité distale de l'os métacarpien III	16
Figure 3 : Première phalange	17
Figure 4 : Vue palmaire de l'articulation métacarpo-phalangienne.....	19
Figure 5 : Ligaments sésamoïdiens distaux	20
Figure 6: Vue latérale d'une articulation métacarpo-phalangienne.....	22
Figure 7: Image radiographique du boulet postérieur, vue de profil	24
Figure 8 : Image radiologique d'un boulet postérieur droit vue de face.	25
Figure 9 : Image radiographique du boulet postérieur droit sain, vue DLPMO	25
Figure 11 : Schéma des différents fragments ostéochondraux du boulet.....	27
Figure 12 : Nodules ostéochondraux plantaires médial et latéral chez un trotteur Standardbred de 13 mois.....	28
Figure 13 : Positionnement lors de l'incidence 30° dorso-plantaire et 70° latéro-médiale.....	32
Figure 14 : Incidence 30° dorso-plantaire, 70° médio-latérale du boulet postérieur droit chez un TF de 2 ans : NOCAL provenant de la face proximo-plantaire de l'éminence plantaire médial de P1.....	33
Figure 15 : Vue de profil du boulet postérieur droit d'un TF de 2 ans : NOCPA sur l'éminence plantaire de la première phalange.	34
Figure 16 : Cliché radiographique de profil légèrement oblique d'un boulet d'un TF de 3 ans : NOCPA de P1.	34

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I :	Temps kilométriques nécessaires à la qualification d'un cheval en course de trot en 2010.....	13
Tableau II :	Caractéristiques radiologiques et cliniques des différents types de fragments ostéochondraux palmaires et plantaires.....	29
Tableau III :	Composition des deux groupes A et B de la population d'étude, et détermination du nombre de chevaux à éliminer par âge et par sexe dans ces groupes, afin d'obtenir les groupes NOCP- et NOCP+ équivalents.....	38
Tableau IV :	Distribution selon l'âge et le sexe des deux groupes NOCP- et NOCP+.....	38
Tableau V :	Comparaison des valeurs moyennes (écart-type) de l'âge en mois lors de la qualification et de la première course par le test de Student	42
Tableau VI :	Comparaison des performances chez les chevaux NOCP+ et NOCP- durant la totalité de leur carrière jusqu'au 10 décembre 2011 (test de Wilcoxon) sur l'échantillon entier : Valeurs médianes (quartiles)	43
Tableau VII :	Comparaison des performances par les médianes (quartiles) entre les groupes NOCP- et NOCP+ sur l'échantillon qualifié (test de Wilcoxon).....	44
Tableau VIII :	Comparaison des performances par les médianes (quartiles) entre les groupes NOCP- et NOCP+ sur l'échantillon qualifié (test de Wilcoxon).....	45
Tableau IX :	Comparaison des performances à 3 ans par les médianes (quartiles) entre les groupes NOCP- et NOCP+ sur la population qualifiée (test de Wilcoxon).....	46
Tableau X :	Comparaison des performances à 4 ans par les médianes entre les groupes NOCP- et NOCP+ (test de Wilcoxon)	47
Tableau XI :	Comparaison des performances à 4 ans par les médianes entre les groupes NOCP- et NOCP+ en stratifiant selon la qualification (test de Wilcoxon).....	48
Tableau XII :	Comparaison des performances à 5 ans par les médianes (quartiles) entre les groupes NOCP- et NOCP+ (test de Wilcoxon).....	49
Tableau XIII :	Comparaison des performances à 5 ans par les médianes (quartiles) entre les groupes NOCP- et NOCP+, en stratifiant selon la qualification (test de Wilcoxon).....	50

LISTE DES ABREVIATIONS

Age_qualif : Age lors de l'épreuve de qualification
Age_1ère course : Age lors de la première course
ITR : Indice de performance en course de Trot
MA : Membre antérieur
MP : Membre postérieur
Nb victoires : Nombres de victoires
Nb victoires/course : Nombre de victoire par course
Nb 3 prems : Nombre de classement dans les 3 premiers
Nb 3 prems/course : Nombre de classement par course
Nb 5 prems : Nombre de classement dans les 5 premiers
Nb 5 prems/course : Nombre de classement par course
NOCAL : Nodule ostéochondral d'avulsion ligamentaire
NOCP (=POF): Nodule ostéochondral plantaire du boulet
NOCPA : Nodule osteochondral péri-articulaire
P : Indice de significativité statistique
P1 : Phalange proximale
Qualif : Qualification
TF : Trotteur Français

INTRODUCTION

De nombreuses ventes aux enchères publiques sont organisées pour commercialiser les chevaux de courses, que ce soit pour les trotteurs ou les pur-sang. Lors de ces ventes, un bilan radiographique plus ou moins complet est souvent présenté au vétérinaire du futur acquéreur, ou effectué par ses soins. Le but de cette exploration radiographique est de détecter toute anomalie osseuse pouvant compromettre la carrière du cheval en course, et de donner une valeur pronostique aux lésions observées. L'acheteur tient grandement compte de cette évaluation qui influencera bien sûr sa décision d'achat et son offre.

L'ostéochondrose est une affection juvénile consécutive à la non-ossification de l'os endochondral pouvant entraîner la présence de fragments ostéochondraux. (VANDER HEYDEN *et al.*, 2008) et fréquemment observée sur les images radiographiques des chevaux destinés à la course. Cependant, sa signification clinique dépend de l'articulation concernée, de la localisation au sein de cette articulation, de la taille de la lésion et de l'activité du cheval (GEFFROY et TRICAUD, 2005). Ainsi, une atteinte ostéochondrale au niveau de l'épaule chez un trotteur sera très débilitante alors qu'une lésion dans un boulet postérieur peut être jugée grave ou bénigne selon sa taille et sa localisation dans l'articulation (GEFFROY et TRICAUD, 2005). L'analyse de la gravité de la lésion est le point de départ de l'interprétation d'un propriétaire, éleveur ou futur acquéreur. Il ne s'agit cependant que d'une estimation a priori de l'expression clinique et du potentiel impact sur la carrière sportive à laquelle le cheval est destiné, car la corrélation entre lésion et expression clinique n'est pas toujours vérifiée, les chevaux n'exprimant pas systématiquement de signes cliniques (McILWRAITH, 2005).

L'articulation du boulet postérieur ou métatarso-phalangienne peut présenter des fragments ostéochondraux en position dorsale ou/et plantaire (TOURTOULOU, 1997). Considérés comme un corps étranger dans l'articulation (GEFFROY et TRICAUD, 2005), il apparaît essentiel de connaître leur potentiel impact sur le déroulement d'une carrière de course afin que le vétérinaire puisse conseiller au mieux ses clients.

Le but de cette thèse est tenter de donner une réponse concernant l'impact des nodules plantaires du boulet (NOCP) sur la performance chez le Trotteur Français (TF). En effet, dans cette race, la sélection sur performance est impitoyable (système de qualification) et toute irrégularité d'allure entraîne la disqualification en course. L'impact des lésions articulaires est donc exacerbé par rapport aux autres disciplines hippiques.

La première partie de cette thèse décrira le sujet de l'étude : le Trotteur Français, le boulet postérieur et ses fragments ostéochondraux plantaires. La seconde partie sera consacrée à une étude expérimentale destinée à étudier l'incidence des NOCP du boulet chez les TF.

I. PREMIERE PARTIE : Etude bibliographique

A. Le trotteur Français

1. Développement de la race

Le trotteur français est une des quatre races de trotteurs existant actuellement dans le monde. Il a été conçu au XIX^{ème} siècle, à partir de nombreux croisements, pour servir de cheval de service aux transports et surtout à l'armée.

À la fin du XVIII^{ème} siècle, la Russie a créé le trotteur d'Orloff. Le marquis de Croix, un éleveur normand, découvrit cette race lors du couronnement de Nicolas Ier en 1825 (PEPLOW *et al.*, 2003).

Dans les années 1830, à l'instigation d'un officier des Haras Nationaux, Ephrem Houel (www.cheval-francais.com), les éleveurs normands croisèrent la jumenterie indigène, issue d'anciennes races de carrossiers locaux, avec des Pur-sang ou des pur-sang arabes, afin d'en affiner le modèle et d'en augmenter la vitesse. Cependant, le résultat fut décevant. On importa alors de 1840 à 1860 des trotteurs anglais Norfolk Roadsters, race aujourd'hui disparue. Le cheval ainsi créé fut ensuite croisé avec des trotteurs d'Orloff entre 1860 et 1900 (www.cheval-francais.com). Les principaux chefs de race appartiennent à cette époque et descendent de deux reproducteurs : Young Rattler et The Heir of Latine (VAUDE *et al.*, 2002). Il s'agit de Conquérant (1858), Lavater (1867), Normand (1869), Niger (1869) et Phaetan (1871) (DELAS, 2010). La quasi totalité des trotteurs actuels descend de ces cinq étalons. Ensuite, l'apport de sang le plus important fut celui des Standardbreds venus des Etats-Unis, notamment dans l'entre-deux-guerres puis dans les années 1970-1990.

Le trotteur actuel n'a vraiment vu le jour qu'au début des années 1900. C'est en 1900 que M. Louis Cauchois fit paraître le premier tome du stud-book Trotteur Français, qui enregistre encore aujourd'hui les chevaux répondant à la race ainsi que leurs géniteurs. Trente ans plus tard, en 1937, ce stud-book devait être fermé.

Le stud-book est géré par la SECF (Société d'Encouragement à l'élevage du Cheval Français). Seuls quelques améliorateurs Standardbreds peuvent être utilisés selon des règles précises émises par le SECF. Cette société créée en 1864 a pour mission d'œuvrer au développement des courses de trot en France et à la protection de la race trotteuse dans sa spécificité (www.cheval-francais.eu).

Sa politique s'axe selon trois objectifs : tout d'abord des objectifs moraux (détection, répression du dopage), puis sportifs (élaboration d'un programme national cohérent) et économiques enfin (allocations des courses, primes à l'éleveur, promotion des courses et de la race en France et à l'étranger).

On privilégia d'abord les courses au trot monté ainsi que les longues distances. Ceci fit du Trotteur Français un animal solide. Au sortir de la première guerre mondiale, les impératifs militaires et les goûts du public ayant changé, le trot attelé devint peu à peu la discipline prédominante et les chevaux gagnèrent en vitesse.

L'amélioration de l'élevage français fit qu'à partir des années 1950, il devint une véritable pépinière de champions et le seul à pouvoir rivaliser avec son homologue américain. (www.cheval-francais.eu)

Aujourd'hui, avec près de 11 000 naissances par an, l'élevage français du trotteur est le plus important d'Europe. En France, il est principalement concentré en Normandie, en Mayenne et en Bretagne. Le TF est également élevé de manière officielle en Belgique, Suisse, Espagne, à Malte, au Canada, en Pologne et en Ukraine.

En France il est soutenu par 8 000 éleveurs faisant saillir environ 16 000 juments poulinières par an. (www.cheval-francais.eu)

2. Sa spécificité

Morphologiquement le Trotteur Français est un cheval puissant qui présente une caractéristique unique au monde pour un trotteur, celle de pouvoir courir aussi bien monté qu'attelé. Il peut porter un cavalier susceptible peser parfois 75kg et de courir sur des distances allant du mile (1 609m) à 4 150m.

Bien qu'il puisse exister une différence physique assez importante et qu'il n'existe pas de standard de la race (www.haras-nationaux.fr), le Trotteur Français toise entre 1,60 et 1,70m au garrot, parfois un peu plus, mais la tendance est à la diminution de la taille (www.cheval-francais.eu). Chez tous les sujets on retrouve une tête rectiligne, un sternum proéminent (www.haras-nationaux.fr), un dos relativement court et une arrière-main puissante. Ses couleurs sont principalement le bai et l'alezan, le gris pur n'existant pas (www.cheval-francais.eu).

Sa longévité en matière sportive est proverbiale. Non seulement il sait se montrer précoce et courir dès l'âge de deux ans, mais il est capable de montrer une vitalité peu commune en compétition à dix ans ou plus, pourvu qu'il ait été exploité convenablement. (www.cheval-francais.eu)

3. L'allure

Le cheval utilise trois allures pour se déplacer, le pas, le trot et le galop.

Le trot est une allure naturelle régulière sautée à deux temps, dans laquelle les membres sont associés par bipèdes diagonaux. Les appuis diagonaux sont de même durée et de même intensité, et on observe après chaque battue un temps de suspension (CHATEAU, 2009). Dans cette allure, à vitesse moyenne, chaque postérieur se pose dans le plan sagittal de l'antérieur ipsilatéral.

Cependant, lorsque la vitesse est élevée, comme en course, le cheval trotte fréquemment en abduction constante bilatérale, c'est-à-dire que les postérieurs se posent latéralement au plan sagittal défini par les antérieurs et ils dépassent la trace de ces derniers : c'est le « trot à quatre pistes » (GOUBAUX et BARRIER, 1890).

4. Les courses

Les premières courses de trot en France ont eu lieu en 1836 à l'initiative d'Ephrem Houël, inspecteur des Haras Nationaux sur l'hippodrome de Cherbourg (PEPLOW, 2003).

Initialement les courses étaient montées, le cheval étant sellé et portant le jockey, et sur de longues distances.

Aujourd'hui le trot attelé, le cheval tractant le sulky dans lequel est assis le driver, est devenu plus populaire. Ces courses sont régies par les Codes des courses au trot.

Pour pouvoir paraître en course, le cheval doit d'abord satisfaire à une épreuve de qualification, qui est un test d'aptitude chronométré, disputé sur 2 000 mètres et organisé de manière similaire à une course. Cela consiste à accomplir un temps kilométrique donné, et cela en fonction de son âge (Tableau I). Si un cheval n'a pas couru pendant 1 an ou a gagné moins d'un certain montant (2 000€ pour un 3 ans, 4 000€ pour un 4 ans, 15 000€ pour un 5 ans, 25 000€ pour un 6 ans, 35 000€ pour un 7 ans), il doit se requalifier.

Tableau I : Temps kilométriques nécessaires à la qualification d'un cheval en course de trot en 2010

(d'après www.cheval-francais.eu)

Age	Période	Attelé	Monté
2 ans	mai à oct.	1'22"	1'23"
	nov. à déc.	1'21"5	1'22"5
3 ans	janv. à mars	1'21"	1'22"
	avril à juin	1'20"5	1'21"5
	juillet à déc.	1'20"	1'21"
4 ans	janv. à sept.	1'19"	1'20"
	oct. à déc.	1'18"5	1'19"5
5 ans et plus	janv. à déc.	1'18"	1'19"

Les épreuves de qualification participent à la sélection de la race. Sur 11 000 trotteurs naissant chaque année, seulement 1/3 parviennent à se qualifier : c'est pour cela que n'ayant pas la qualité pour se qualifier et paraître en course, beaucoup de trotteurs sont rapidement réformés ou reconvertis pour un usage de loisir.

En France, un trotteur peut commencer sa carrière à deux ans, comme un galopeur mais la courbe d'apprentissage est plus progressive et tardive (GEFFROY et TRICAUD, 2005). En effet il ne participe à ses plus belles courses qu'à partir de 5

ans et jusqu'à 10 ans en France, alors qu'un galopeur, qui a une carrière précoce et brève, paraît dans les courses équivalentes entre 2 et 4 ans généralement (FOURSIN, 2005). Cependant, afin d'aider à la sélection des futurs reproducteurs, le programme classique ne se déroule vraiment que de trois à cinq ans. Ce programme d'élevage est richement doté et aboutit aux courses de groupes 2. Il est bien entendu interdit aux hongres.

Il est organisé en France environ 10 500 courses par an sur 234 hippodromes. Environ 15 000 trotteurs sont engagés chaque année sur ces courses ; ils sont entraînés par quelques 1 800 entraîneurs et 2 400 drivers/jockeys/lads. Enfin les courses ne sont pas seulement réservées aux professionnels : on compte en effet environ 1 000 amateurs en France.

Les courses françaises sont les plus richement dotées au monde : en 2008, les allocations offertes montaient à 214 524 000 euros soit une moyenne de 19 531 euros par course.

B. L'articulation du boulet

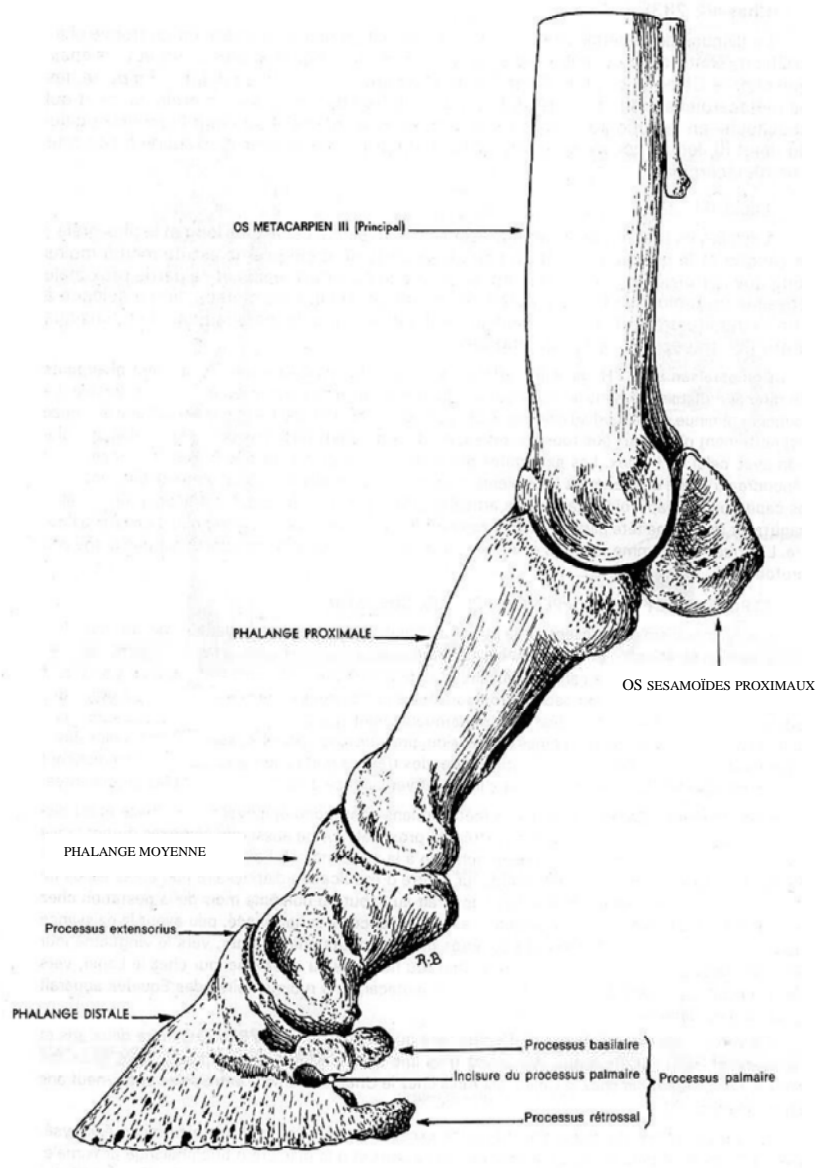
Les articulations métacarpo-phalangienne et métatarso-phalangienne sont disposées de la même façon (RIGOT, 1827). Quelques différences d'ordre ostéologique existent mais elles n'ont pas d'influence sur le fonctionnement anatomo-fonctionnel du boulet. Nous détaillerons l'articulation métatarso-phalangienne (boulet postérieur) à partir de l'articulation métacarpo-phalangienne (boulet antérieur) qui est le modèle utilisé dans la littérature et sur les figures, tout en précisant les quelques spécificités.

1. Anatomie du boulet

L'articulation métatarso-phalangienne est une articulation synoviale de type condyloïde ou charnière imparfaite, qui unit l'extrémité distale de l'os métatarsien principal à la phalange proximale et aux os grands sésamoïdes du doigt unique, aussi nommés os sésamoïdes proximaux (BARONE, 1989). Elle constitue l'architecture osseuse de la région du boulet (Figure 1). Chez les équidés, cette articulation est volumineuse et très développée du fait de la présence d'un doigt unique. Elle présente une grande importance fonctionnelle et clinique (ROBERT, 2008).

Le métatarsien III possède une section relativement circulaire et est plus long alors que le métacarpien III est aplati du côté palmaire (CHATEAU, 2009).

Figure 1 : Segment osseux du doigt du cheval
(d'après BARONE, 2000)



L'angle de l'articulation du boulet postérieur (angle formé par le métatarsien III et la première phalange) est de 125° à 130° alors qu'il mesure entre 130° et 135° pour le boulet antérieur.

Comme toute articulation synoviale, elle est constituée de segments osseux qui s'affrontent par des surfaces articulaires baignées dans du liquide synovial enfermé dans la capsule articulaire et des moyens d'unions permettent de maintenir ces structures en rapport.

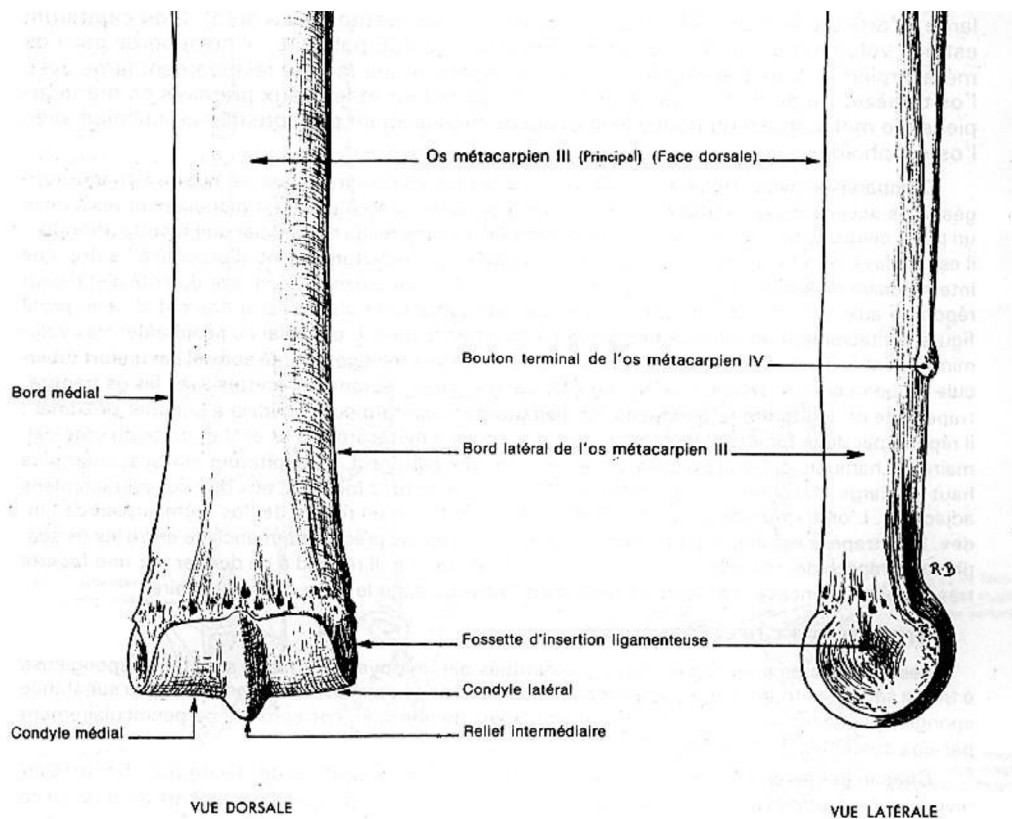
a) Les surfaces articulaires

Elles sont représentées par l'extrémité distale de l'os métatarsien III et l'extrémité proximale de la première phalange.

L'os métatarsien III présente deux surfaces cylindriques, les condyles, très régulières et presque symétriques, de part et d'autre d'un relief sagittal étendu de la marge dorsale au revers plantaire de la surface articulaire. La partie médiale est un peu plus volumineuse que la latérale.

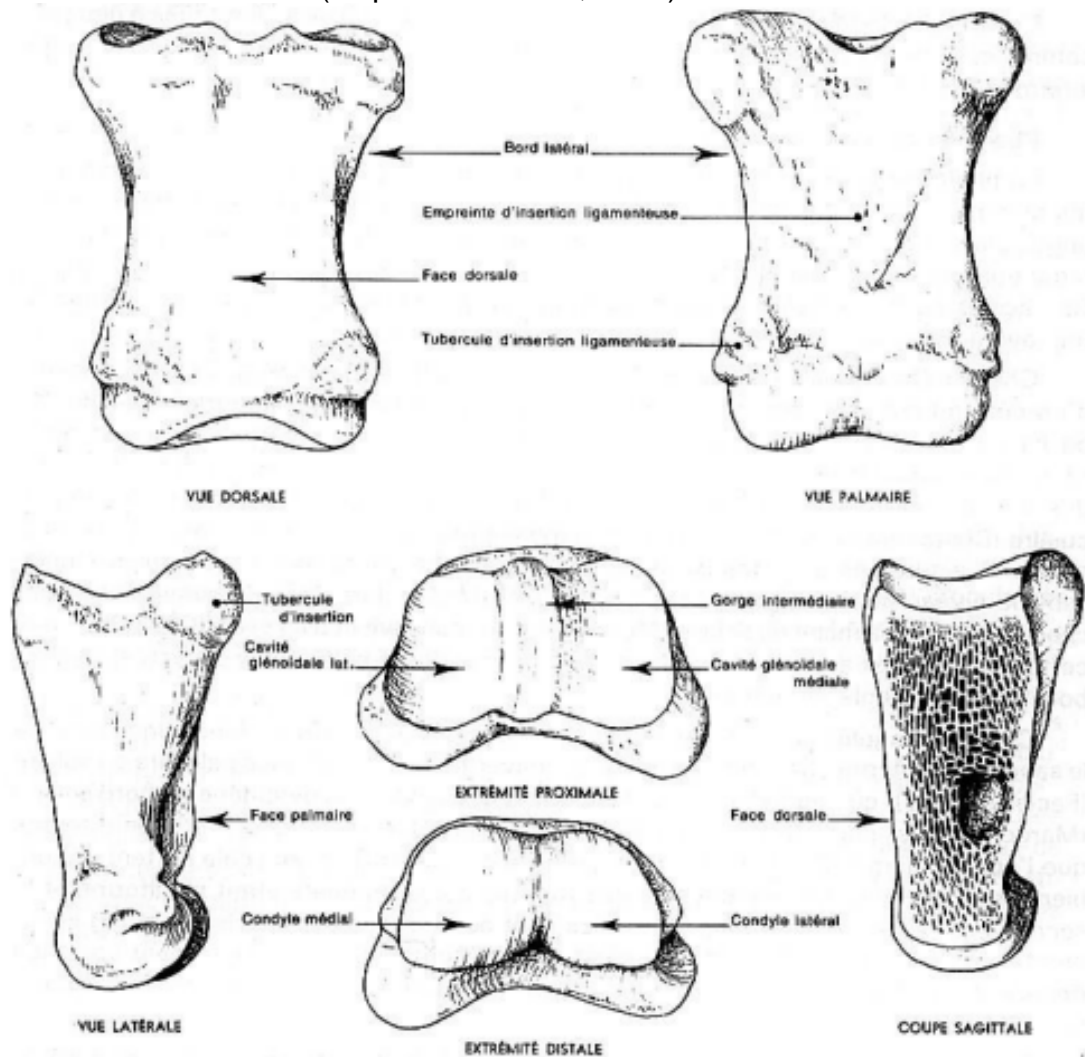
La surface métatarsienne est régulièrement convexe dans le sens dorso-plantaire, plus étendue en face plantaire qu'en face dorsale (Figure 2).

Figure 2: Extrémité distale de l'os métacarpien III
(d'après BARONE, 2000)



La surface sésamoïdo-phalangienne présente une forme exactement complémentaire. Elle est formée à parts presque égales par l'extrémité proximale de la phalange proximale et les os sésamoïdes proximaux du côté palmaire, lesquels sont très épais. Elle est concave dans le sens dorso-plantaire, et une gorge sagittale large et profonde, qui loge le relief intermédiaire de l'os métatarsien, sépare deux cavités glénoïdales, dont la médiale est un peu plus large. Dans chacune de ces cavités, une étroite dépression sépare la partie sésamoïdienne de la partie phalangienne (Figure 3).

Figure 3 : Première phalange
(d'après BARONE, 2000)



b) Les moyens d'unions

L'articulation métatarso-phalangienne est affermie par une capsule articulaire que complètent de multiples ligaments. Leur rôle est très important dans la station et la locomotion ; ils sont en conséquence très puissants et développés chez les équidés.

On peut reconnaître trois grands groupes ; a) les ligaments intersésamoïdiens, qui unissent entre eux les os sésamoïdes proximaux ; b) les ligaments sésamoïdo-phalangiens, qui solidarisent ces os aux phalanges proximales ; c) les ligaments métatarso-digitaux, qui assurent l'union de chaque os métatarsien à l'ensemble sésamoïdo-phalangien correspondant. Des moyens complémentaires d'union sont constitués par les tendons extenseurs ou fléchisseurs du doigt.

(1) La capsule articulaire

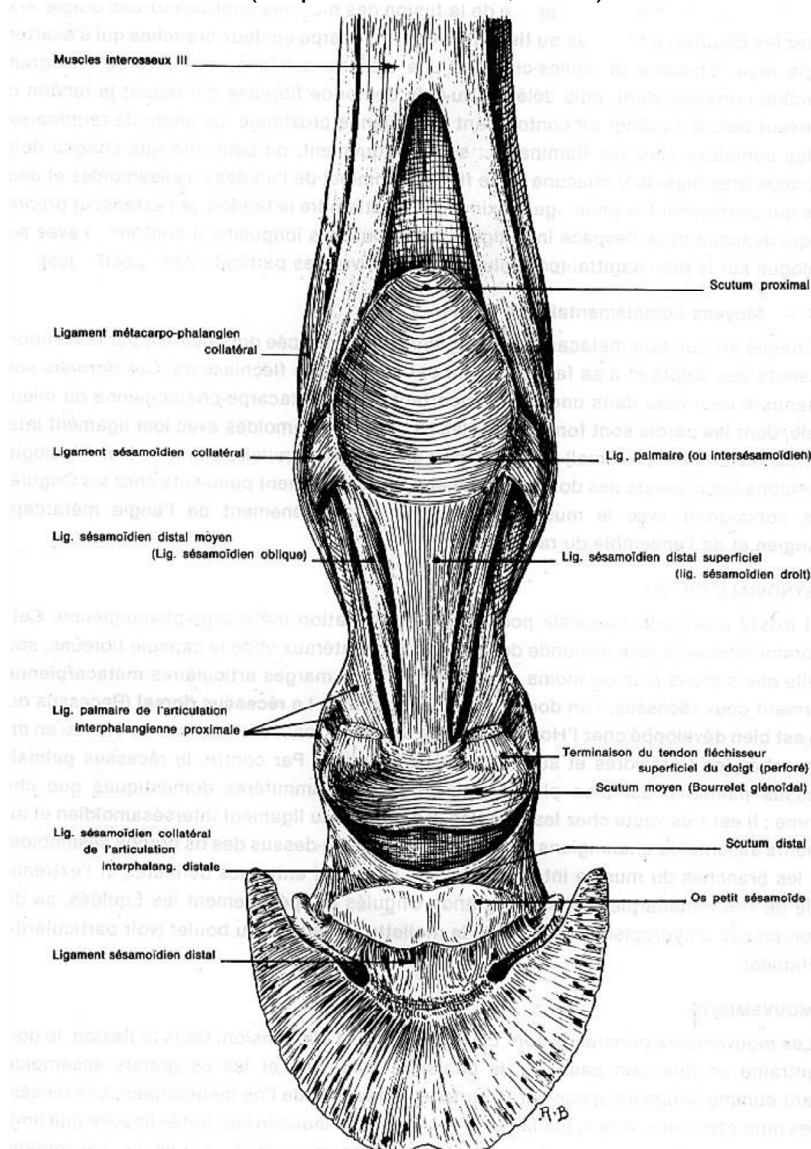
C'est un manchon fibreux doublé intérieurement par la membrane synoviale. Elle engaine complètement l'articulation. Elle prend attache sur le pourtour des surfaces articulaires, à quelques distances du bord. Son épaisseur est variable et elle se renforce pour former des ligaments articulaires. C'est de cette façon que se constitue un renforcement dorsal de la capsule articulaire.

Du côté plantaire, elle s'amincit et se laisse distendre par la membrane synoviale qui fait hernie dans le tissu conjonctif péri-articulaire, proximale aux os sésamoïdes proximaux.

(2) Le ligament plantaire (intersésamoïdien)

Le ligament palmaire est unique et très épais ; il s'agit d'une structure fibro-cartilagineuse qui occupe dorsalement le fond de la gorge articulaire, qui sépare les deux os sésamoïdes proximaux. Du côté plantaire il couvre presque entièrement ces derniers. Il concourt ainsi à former une large coulisse, le scutum proximal, qui sert de poulie de renvoi des tendons fléchisseurs du doigt (Figure 4).

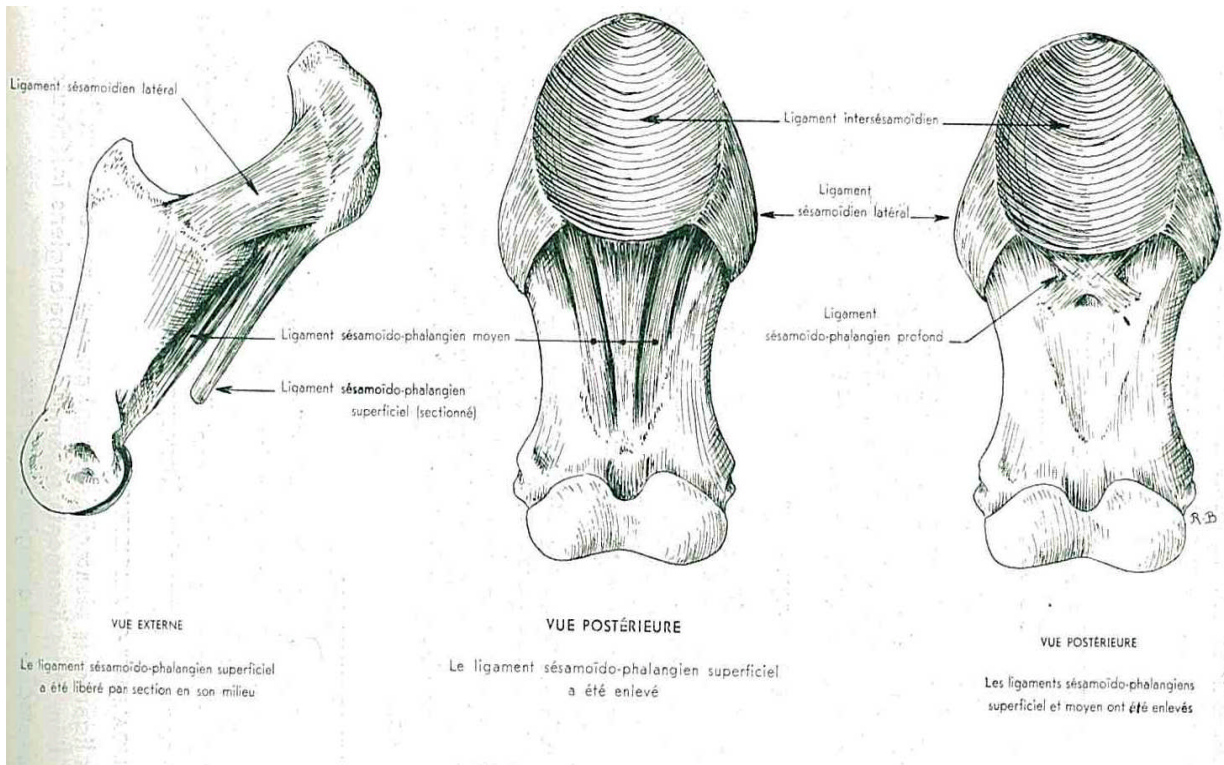
Figure 4 : Vue palmaire de l'articulation métacarpo-phalangienne
(d'après BARONE, 1989)



(3) Ligaments sésamoïdo-phalangiens

Ces ligaments attachent le bloc sésamoïdien à la phalange proximale. On peut les classer en collatéraux et distaux ; ces derniers sont très développés chez le cheval et subdivisés en trois plans (superficiel, moyen et profond) (Figure 5).

**Figure 5 : Ligaments sésamoïdiens distaux
(d'après BARONE, 2000)**



(4) Ligaments métatarso-digitaux

Ils attachent l'ensemble sésamoïdo-phalangien du doigt au métatarsien. L'articulation est ainsi maintenue par deux ligaments collatéraux et par un renforcement dorsal de la capsule articulaire. Elle est en outre affermie par les attaches sésamoïdiennes du muscle interosseux III ; ce dernier est très fibreux chez les équidés, où il constitue un véritable « ligament suspenseur du boulet ».

(a) Ligaments collatéraux

Les ligaments collatéraux, médial et latéral, sont métatarso-phalangiens, dépourvus d'attache sésamoïdienne. Chacun d'eux est constitué par deux faisceaux étroitement unis, l'un superficiel, l'autre profond. Le faisceau superficiel est le plus long et le plus étroit.

(b) Renforcement dorsal

Il s'agit d'un simple épaissement fibreux de la capsule articulaire. Il est épais et résistant. Il se porte d'un ligament collatéral à l'autre et s'attache à peu de distance des marges articulaires métatarsiennes et d'autre part sur le bord saillant qui limite dorsalement la surface articulaire phalangienne. Sur sa face dorsale, les tendons extenseurs du doigt s'élargissent et glissent par une bourse subtendineuse puis se fixent avant de continuer leur trajet.

(c) Muscle interosseux

Le muscle interosseux III est très puissant, entièrement formé chez l'adulte de tissu fibreux blanc, au sein duquel persistent souvent des fibres musculaires striées. Cette texture fibreuse et son rôle de soutènement passif de l'angle métatarso-phalangien lui ont valu en France le nom ancien de « ligament suspenseur du boulet ». Il couvre la face plantaire de l'os métatarsien principal et remplit la gouttière délimitée par les deux os métatarsiens rudimentaires. La partie distale s'écarte progressivement de ce dernier et se divise à angle aigu en deux grosses branches, dont chacune aboutit au sommet de l'os sésamoïde proximal correspondant. Au niveau de cette insertion, chaque branche délègue une bride fibreuse solide qui contourne la phalange proximale en direction disto-dorsale pour rejoindre le tendon du long extenseur du doigt .

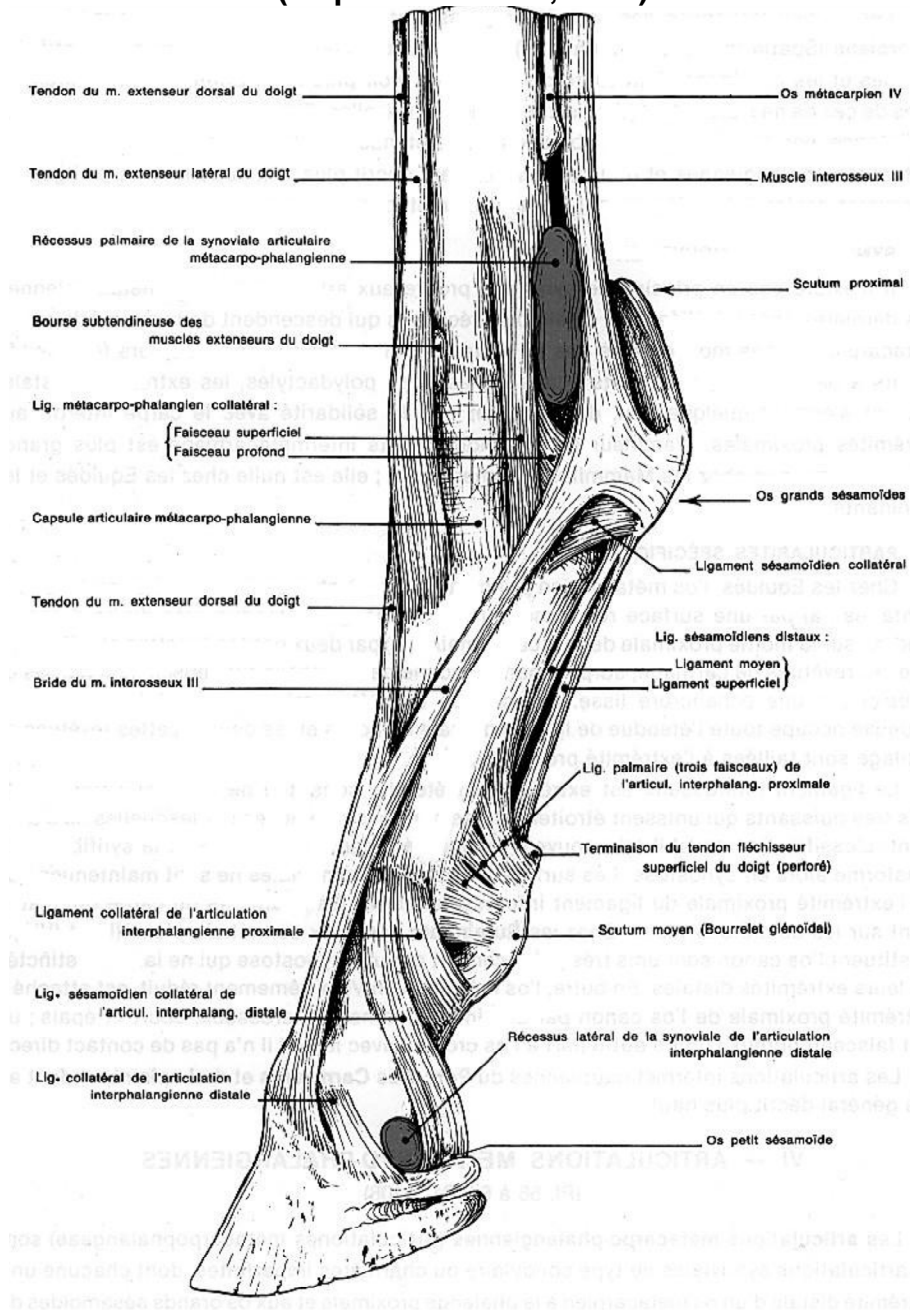
(5) *Moyens complémentaires d'union*

L'articulation métatarso-phalangienne est renforcée dorsalement par les tendons extenseurs des doigts et à sa face palmaire par les tendons fléchisseurs. Ces derniers sont maintenus à ce niveau dans une gaine importante, dite métatarso-phalangienne ou digitale, dont les parois sont formées par les os sésamoïdes proximaux avec leur ligament inter-sésamoïdien et d'autre part le ligament annulaire plantaire. Les tendons fléchisseurs sont particulièrement puissants chez les équidés, où ils concourent avec le muscle interosseux III au soutènement de l'angle métatarso-phalangien et de l'ensemble du rayon digital.

c) Synoviale

Il existe une seule synoviale pour l'articulation métatarso-phalangienne. Cette membrane tapisse la face profonde des ligaments collatéraux et de la capsule fibreuse, sous laquelle elle s'étend plus ou moins proximale aux marges articulaires métatarsiennes en formant deux récessus, l'un dorsal et l'autre plantaire. Cette membrane est vaste, mais son récessus dorsal est peu étendu ; il remonte d'un à deux centimètres à peine au-dessus de la surface articulaire métatarsienne. Le récessus plantaire est au contraire très étendu. Il s'élève proximale aux os sésamoïdes proximaux dans la fourche terminale du muscle interosseux III, entre la face plantaire de l'os métatarsien. Il s'adosse au ligament inter-sésamoïdien et aux ligaments sésamoïdo-phalangiens ; surtout il remonte au-dessus des os sésamoïdes proximaux, entre les branches du muscle interosseux III, en s'insinuant entre ces dernières et l'extrémité distale de l'os métatarsien III pour arriver à ce niveau en position superficielle sur chacune des faces du boulet. C'est ce dernier prolongement qui, dans le cas de synovite, forme de chaque côté sous la peau le relief qui caractérise la mollette articulaire du boulet (Figure 6). Un prolongement de la synoviale, beaucoup plus faible, s'insinue entre la base des os sésamoïdes proximaux et la marge articulaire de la phalange proximale.

**Figure 6 : Vue latérale d'une articulation métacarpo-phalangienne
(d'après BARONE, 1989)**



2. Mouvements

Les mouvements principaux sont ceux d'extension et de flexion. Dans la flexion, le doigt est entraîné en direction plantaire, la phalange proximale et les os sésamoïdes proximaux glissant comme une seule pièce sur la surface condyloïde de l'os métatarsien. Les os sésamoïdes remontent vers la face plantaire de cet os, contre laquelle leur butée impose une limite de mouvement. L'extension s'effectue par un mécanisme inverse. Les os sésamoïdes proximaux entraînés distalement tirent sur les formations auxquelles ils donnent attaches : faisceaux sésamoïdiens des ligaments collatéraux et surtout muscle interosseux III. C'est la tension de ces divers éléments (et aussi des tendons fléchisseurs) qui impose une limite de mouvement.

Chez les Équidés, la flexion n'atteint jamais 90° sur les membres antérieurs contrairement aux postérieurs où elle atteint 90°. Mais l'extension est importante : en extension la phalange proximale fait avec le métatarse un angle ouvert dorsalement. Lorsque pendant la marche, cet angle se ferme par abaissement de l'articulation métatarso-phalangienne sous l'influence du poids du corps, il s'agit d'hyperextension.

Des mouvements accessoires de latéralité sont encore possibles, ainsi qu'une circumduction et un pivotement très limités, mais ils sont très réduits. Comme tout déplacement latéral est limité par la tension du ligament collatéral opposé, l'adduction et l'abduction sont mieux perceptibles dans la flexion, qui donne à ces ligaments quelque laxité.

3. Examen radiographique du boulet : Images de références

L'exploration radiographique du boulet comporte classiquement quatre vues :

- une vue latéro-médiale, dite de profil (Figure 7).

Figure 7 : Image radiographique du boulet postérieur, vue de profil
(Clinique vétérinaire de Bayeux)



- une vue dorso-plantaire, dite de face (Figure 8).

Figure 8 : Image radiologique d'un boulet postérieur droit vue de face.
(Clinique vétérinaire de Bayeux)



- une vue dorso-latérale plantaro-médiale (Figure 9), dite DLPMO. Elle permet de dégager les marges articulaires.

Figure 9 : Image radiographique du boulet postérieur droit sain, vue DLPMO
(Clinique vétérinaire de Bayeux)



- une vue dorso-médiale plantaro-latérale, dite DMPLO. Elle est quasi semblable à la vue DLPMO, mais les côtés médial et latéral sont inversés.

D'autres vues sont parfois réalisées pour permettre de mieux visualiser certaines lésions. Il s'agit de la vue profil fléchi qui permet de dégager la surface articulaire métatarso-phalangienne et des vue DLPMO et DMPLO décalées : incidence 30° dorso-proximale et 70° latéro-médiale (Figure 10) pour la première et inversement pour la seconde.

Figure 10 : Incidence 30° dorso-proximale et 70° latéro-médiale : image radiographique de l'articulation du boulet chez un cheval sain.
(d'après BUTTLER *et al.*, 2000)



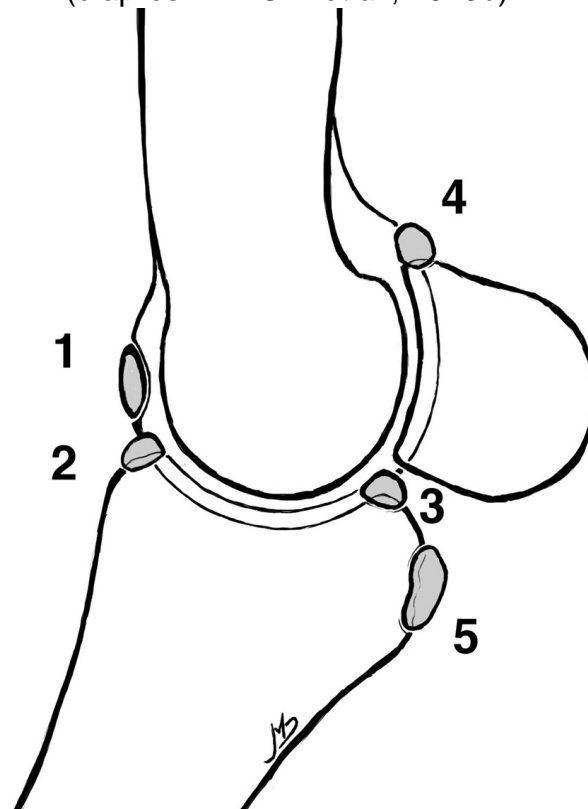
4. Les fragments ostéochondraux plantaires du boulet

L'articulation du boulet est sujette aux affections ostéo-articulaires juvéniles, dont fait partie l'ostéochondrose.

L'ostéochondrose est un terme vaste désignant un défaut d'ossification sous-chondrale entraînant la formation d'une couche plus épaisse de cartilage à la place d'une transition correcte du cartilage au tissu osseux (JÖNSSON *et al.*, 2011). Cela entraîne des anomalies structurelles de l'os et parfois le détachement de fragments osseux (FOCA). On distingue les FOCA dorsaux et les FOCA plantaires. La figure 11 synthétise les différents FOCA pouvant être observés dans le boulet.

Figure 11 : Schéma des différents fragments ostéochondraux du boulet.

(d'après DENOIX *et al.*, 2013b)



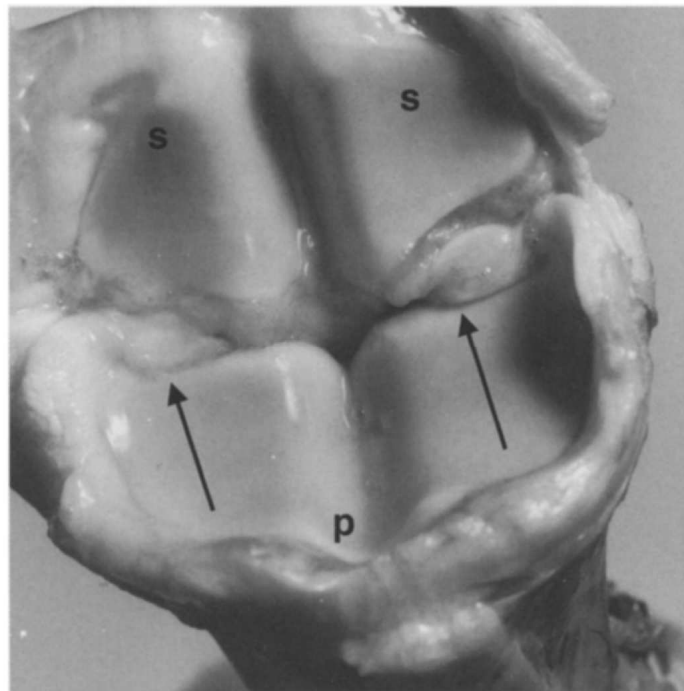
1: Fragment ostéochondral de la surface articulaire du relief sagittal du condyle métatarsal, 2: Fragment ostéochondral périarticulaire de la marge dorsale de la phalange proximale (P1), 3: Fragment ostéochondral périarticulaire de la marge plantaire de P1 (NOCPA), 4: Fragment ostéochondral périarticulaire de l'apex d'un os sésamoïde proximal, 5: Fragment ostéochondral d'avulsion ligamentaire de l'éminence plantaire de P1 (NOCAL).

Les NOCAL et NOCPA de la figure 11, regroupés sous le terme NOCP pour nodules ostéochondraux plantaires, sont les lésions d'ostéochondrose les plus fréquemment rencontrées chez les jeunes TF de 2 ans, avant les nodules du tibia proximal et du boulet postérieur en face dorsale, selon une étude de COUROUCÉ-MALBLANC *et al.* (2006) sur 865 TF de 2 ans. C'est pourquoi l'étude suivante se concentre uniquement sur ces NOCP.

a) Nature des fragments

D'après une étude de GRØNDAHL *et al.* (1996), les fragments ostéochondraux sont des fragments d'os trabéculaire recouvert de cartilage, fibrocartilage ou de tissus fibreux de la surface articulaire (Figure 12). Ces fragments sont reliés à l'os par un tissu conjonctif collagène.

Figure 12 : Nodules ostéochondraux plantaires médial et latéral chez un trotteur Standardbred de 13 mois.
(d'après GRØNDAHL *et al.*, 1996)



p : surface articulaire de la phalange proximale ; S : os sésamoïdes proximaux latéral et médial

Les flèches indiquent la position des deux nodules ostéochondraux.

Les fragments ostéochondraux palmaires ou plantaires sont généralement observés en position latérale ou médiale (parfois les deux) de l'attache des ligaments sésamoïdiens courts et apparaissent le plus souvent sur les membres postérieurs. (BUTTLER *et al.*, 2000). Les lésions sont souvent retrouvées de façon bilatérale (VAN WEEREN et BARNEVELD, 1999).

MAYOUSSIER (2009) et DECLERQ *et al.* (2011) décrivent ainsi deux types de fragments plantaires provenant de P1, le type I et le type II. Le nodule de type I ou NOCPA (DENOIX *et al.*, 2013b) a une origine plantaire juste latéralement ou médialement au relief sagittal de P1. Le nodule de type II ou NOCAL (DENOIX *et al.*, 2013b) a une origine plantaire de l'éminence plantaire de P1 et est souvent extra-articulaire.

FOERNER *et al.* (1987) ajoutent un troisième type dont l'origine du nodule plantaire est la base de l'os sésamoïde proximal. Les différents types de nodules plantaires sont résumés dans le Tableau II.

Tableau II : Caractéristiques radiologiques et cliniques des différents types de fragments ostéochondraux palmaires et plantaires
(d'après DECLERQ *et al.*, 2011)

Bord proximal de la première phalange (type I ou NOCPA)	MP>MA	Médial	Fracture en jeune âge, les signes cliniques sont variables
Non union de la éminence plantaro-proximale de P1 (type II ou NOCAL)	MP	Latéral	Rarement cause de boiterie (MAYOUSSIER, DECLERQ), exérèse chirurgicale déconseillée
Os sésamoïde proximal (type III ou NOCPA)	MA>MP	Médial et latéral	Retrait chirurgical recommandé en cas de fracture

MA : membre antérieur ; MP : membre postérieur

Ces trois types de fragments plantaires du boulet sont retrouvés chez les trotteurs français.

b) Etiologie

La cause de ces fragments a longtemps été sujette à controverse (BELARD, 2005 ; MAYOUSSIER, 2009 ; LYKKJEN *et al.*, 2012 ; BUTTLER *et al.*, 2000 ; HURTIG et POOL, 1996).

En effet des auteurs ont d'abord suggéré que ces fragments résultent d'une fracture (BIRKELAND, 1972 ; PETTERSON et RYDÉN, 1982 ; POOL, 1993 ; NIXON et POOL, 1995). Cependant, GRØNDAHL *et al.* (1996), n'ont pas observé de signe de fracture ou de réparation calleuse dans leur étude, et en déduisent qu'une fracture n'est pas la cause primaire de ces nodules.

D'autres comme DALIN *et al.* (1993) ou PETTERSON et RYDEN (1982) considèrent que ces fragments sont la conséquence de l'arrachement de l'insertion du ligament sésamoïdien médial favorisé par la rotation des postérieurs, et seraient donc une fracture d'avulsion.

Enfin certains proposent que ce soit le résultat d'une maladie rare affectant la membrane synoviale dont une partie des villosités devient pédonculée et le cartilage s'atrophie, la chondromatose synoviale cité par GRØNDAHL *et al.* (1996). Cependant, ces nodules sont relativement fréquents, il est donc peu probable qu'une maladie rare en soit la cause.

Aujourd'hui la plupart des auteurs s'accordent à dire que ces nodules sont le résultat d'ostéochondrose (HURTIG et POOL, 1996 ; GRØNDAHL *et al.*, 1996 ; PILSWORTH et HEAD, 2010). Mais l'étiologie de l'ostéochondrose est encore mal

connue. Elle est considérée comme une pathologie juvénile multifactorielle (HURTIG et POOL, 1996 ; VAN WEEREN et BARNEVELD, 1999 ; LYKKJEN *et al.*, 2012), qui reste encore incomplètement comprise.

Un certain nombre de facteurs ont cependant été étudiés comme le poids à la naissance, le gain moyen en poids, la taille finale, la date de naissance, les aplombs, l'exercice, le sexe, l'hérédité. Il apparaît que la génétique, l'exercice et l'alimentation sont des facteurs phares dans la pathogénie de la maladie (HURTIG et POOL, 1996).

Le sexe, le mois de naissance et le poids de naissance n'auraient pas d'impact sur le développement d'ostéochondrose (GEFFROY *et al.*, 1997 ; HURTIG et POOL, 1996 ; VAN WEEREN *et al.*, 1999 ; VANDER HEYDEN *et al.*, 2008). Mais le gain moyen de poids, selon VAN WEEREN *et al.* (1999), serait associé positivement avec le développement d'ostéochondrose chez le poulain. Ainsi, une alimentation trop riche peut favoriser ces lésions (HURTIG et POOL, 1996), de même qu'un ratio phosphocalcique inadapté, mais cela reste discuté (HURTIG et POOL, 1996 ; SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN *et al.*, 1999).

Pour le facteur génétique, il apparaît que l'ostéochondrose est en partie héréditaire. En effet différentes études établissent une héritabilité entre 0.2 et 0,5 % selon le site atteint (RICARD *et al.*, 2002). Dans une étude de STOCK et DISTL (2007), l'héritabilité des NOCP est estimée à 0,139. La composante génétique est donc présente. De nombreuses études, à l'heure actuelle tendent à localiser un ou des gènes responsables ou prédisposant à l'ostéochondrose chez le cheval. Ainsi WITTEWER *et al.* (2007), en séquençant l'ADN ont trouvé des QLT (Quantitative Trait Loci) significatifs pour les fragments plantaires du boulet sur les chromosomes 1, 4, 8, 12 et 18, et LAMPE *et al.* (2009) sur les chromosomes 5 et 18. Le séquençage, ainsi réalisé, est un important pas en avant vers la détermination des gènes responsables de ces fragments.

Selon VAN WEEREN et BARNEVELD (1999), l'exercice a une influence limitée sur le développement de l'ostéochondrose. En effet un groupe maintenu au repos au boxe présentait plus de lésions d'ostéochondrose au niveau des jarrets et des grassettes que des groupes mis en pâture ou travaillé. Mais cette différence n'est pas significative, ils n'ont donc pu conclure que l'exercice au cours de premier mois de vie a une influence quant au développement d'ostéochondrose. Cependant, la localisation et la nature des lésions poussent à penser l'existence du rôle de l'exercice dans le développement de telles lésions.

La présence de NOCP dans un boulet postérieur est en conclusion le résultat d'ostéochondrose, qui est une affection multifactorielle dont l'étiologie est encore mal connue, mais où l'alimentation, l'exercice et surtout la génétique interviennent.

c) Expression clinique

La corrélation entre les images radiographiques et l'expression clinique des affections ostéo-articulaires est variable. En effet les chevaux n'expriment pas systématiquement de signes cliniques alors qu'ils présentent une image de manifestation d'ostéochondrose (McILWRAITH, 2005). L'expression clinique dépend de la nature de la lésion, de sa localisation, de l'articulation touchée, de l'activité du cheval (DECLERQ *et al.*, 2011 ; GEFFROY et TRICAUD, 2005 ; McILWRAITH, 2005) et pour les NOCP du type de fragment (DECLERQ *et al.*, 2011).

Chez les chevaux de sport, selon une étude de STOCK *et al.* (2005) sur un échantillon de jeunes chevaux Hanovriens présélectionnés pour des ventes aux enchères, 20,7% présentent au moins un NOCP et ces chevaux ne présentent aucun signes cliniques associés

Chez les pur-sang, la présence d'un NOCP est rarement en lien avec une boiterie ou une baisse de performances (PILWORTH et HEAD, 2010). Ce résultat conforte l'étude de KANE *et al.* (2003), qui porte sur plus de 1162 yearlings pur-sang. Cependant, ces derniers résultats ne tiennent pas compte du fait que certains yearlings ont été traités chirurgicalement afin de « blanchir » leurs bilans radiographiques et que les chevaux qui présentent encore des NOCP sont probablement ceux qui étaient dotés du meilleurs pronostic sportif sans chirurgie.

Chez les trotteurs, ALVARADO *et al.* (1989) rapportent des cas de boiterie liée aux NOCP. Cliniquement il s'agit de boiteries de faible intensité, augmentées lors de test de flexion et qui peuvent être associées à une discrète effusion du récessus plantaire. Cette boiterie est mieux visible à grande vitesse (HURTIG et POOL, 1996) et dans les virages (ALVARADO *et al.*, 1989). Selon GEFFROY et TRICAUD (2005), les NOCP peuvent perturber la carrière du trotteur car il s'agit d'une sorte de corps étranger qui peut entraîner plus ou moins vite une affection articulaire dégénérative. Le NOCP lorsqu'il est libre dans l'articulation, est certainement délabrant du fait des traumatismes directs qu'il provoque lors de la mise en mouvement de l'articulation, jusqu'à ce qu'il soit synovialisé (GEFFROY et TRICAUD, 2005). Ensuite la présence d'un NOCP modifie la congruence de l'articulation du boulet, peut augmenter la taille du bloc sésamoïdien et ainsi modifier la symétrie des contraintes en flexion. De façon plus générale, il est probable que les NOCP entraînent une réaction nociceptive et peuvent ainsi provoquer un discret soulagement du membre atteint.

Malgré les différences selon la spécificité des différentes disciplines et races de chevaux, les auteurs s'accordent sur les circonstances d'expression clinique des NOCP. En effet les signes cliniques sont assez rares, mais la plupart du temps ils apparaissent dans un contexte d'entraînement, c'est-à-dire quand les articulations du jeune cheval sont soumises à des contraintes plus élevées. On peut alors observer une distension du récessus plantaire, un gonflement global du boulet, la boiterie reste cependant assez rare et souvent discrète (DECLERQ *et al.*, 2011 ; GEFFROY et TRICAUD, 2005 ; MAYOUISSIER, 2009). Mais les NOCP sont le plus souvent des découvertes fortuites lors d'un examen radiographique sans signe clinique associé.

d) Diagnostic

L'expression clinique des NOCP étant souvent frustrée ou inexistante, le diagnostic est le plus souvent radiographique.

La meilleure incidence pour les mettre en évidence se fait selon un axe dorso-palmaire de 30° latéro-médial de 70° (ou médio-latéral), comme indiqué dans la figure 13. Le plus souvent le fragment se situe médialement (Figure 14) (BUTTLE *et al.*, 2000).

Figure 13 : Positionnement lors de l'incidence 30° dorso-plantaire et 70° latéro-médiale
(d'après BUTTLER *et al.*, 2000)

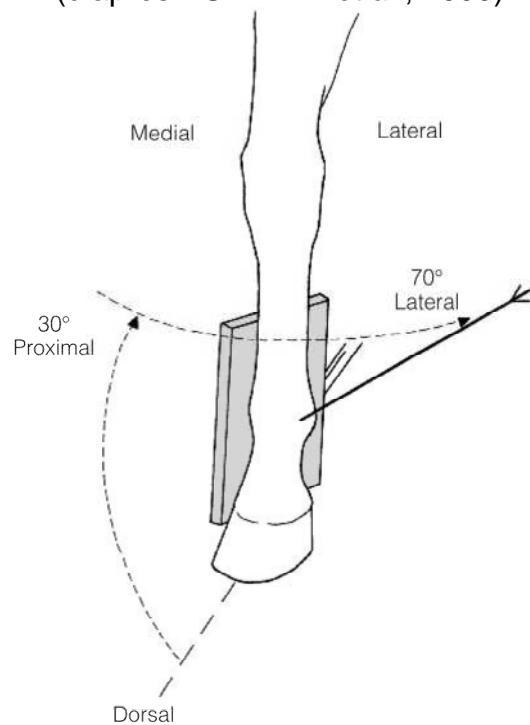


Figure 14 : Incidence 30° dorso-plantaire, 70° médio-latérale du boulet postérieur droit chez un TF de 2 ans : NOCAL provenant de la face proximo-plantaire de l'éminence plantaire médiale de P1.
(Clinique vétérinaire de Bayeux)



Cependant, ils sont souvent observables sur la vue de profil (Figure 15) ou un profil légèrement oblique (Figure 16), mais peuvent certaines fois être dissimulés par une superposition avec un autre relief osseux. Le diagnostic radiographique ne peut être effectué trop tôt dans le but de gérer au plus vite ces lésions. En effet, même si le mécanisme pathologique peut prendre naissance au niveau embryonnaire, les signes radiographiques n'apparaissent qu'à partir de 5 à 12 mois (JÖNSSON *et al.*, 2011), mais dans cette même période des lésions apparaissent tandis que d'autres cicatrisent spontanément. Le dépistage n'a donc pas de valeur pronostic avant 12 mois mais peut permettre de gérer au mieux les éventuelles lésions diagnostiquées plus tôt et de leur donner les meilleures chances de cicatrisation.

Figure 15 : Vue de profil du boulet postérieur droit d'un TF de 2 ans : NOCPA sur l'éminence plantaire de la première phalange.
(Clinique vétérinaire de Bayeux)



Figure 16 : Cliché radiographique de profil légèrement oblique d'un boulet d'un TF de 3 ans : NOCPA de P1.
(Clinique vétérinaire de Bayeux)



e) Traitement

Comme beaucoup de chevaux présentent des fragments plantaires dans le boulet sans expression clinique, le traitement n'est à envisager que dans le cas d'une potentielle gêne future pour le cheval au cours de sa carrière, mais cela reste controversé car l'importance clinique des différents types de fragment est encore mal connue (DECLERQ *et al.*, 2010). Cependant, certains vétérinaires recommandent leur retrait à titre préventif, et certains propriétaires préfèrent ne prendre aucun risque et faire retirer ces fragments.

Le traitement est donc chirurgical par exérèse sous arthroscopie du ou des fragments (HURTIG et POOL, 1996 ; DECLERQ *et al.*, 2011 ; MAYOUSSIER, 2009).

f) Prévalence et importance chez les trotteurs

La prévalence de l'ostéochondrose chez les trotteurs est élevée. En effet selon une étude de TOURTOULOU *et al.* (1997), la proportion de chevaux présentant au moins un site d'ostéochondrose dans les articulations du boulet, du jarret et du grasset, atteint 38%, ce qui est considérable et justifie pleinement la mise en place d'une politique de dépistage et de prévention. 43,9% de ces lésions sont localisées dans un boulet (antérieur ou postérieur), soit 16,7% des trotteurs de cette étude présente des lésions dans un boulet.

Dans une étude de DENOIX *et al.* (2013a) s'intéressant à une population de chevaux composée de Pur-sang Anglais, de Trotteurs Français et de Selle Français, le boulet postérieur est le site le plus affecté par l'ostéochondrose avec une prévalence de 28,3%. Selon STOCK *et al.* (2006), la prévalence des fragments ostéochondraux dans les boulets postérieurs est 13,4% chez les Hanovriens, alors qu'elle n'atteint que 5,9% chez les Pur-sang (KANE *et al.*, 2003). La face plantaire de cette articulation est particulièrement touchée chez les Trotteurs Français par rapport aux autres races (DENOIX *et al.*, 2013). Chez les trotteurs la prévalence des NOCP est plus élevée (DECLERQ *et al.*, 2011 ; LYKKJEN *et al.*, 2012 ; RICARD *et al.*, 2002), même si elle diffère selon les races de trotteurs et les études.

En effet chez les Standardbred, 23,1% présente au moins un nodule ostéochondral palmaire ou plantaire selon l'étude de LYKKJEN *et al.* (2012) alors que RICARD *et al.* (2002) évaluent la prévalence des NOCP à 17,5% et GEFFROY *et al.* (1997) à 28,9% chez les Trotteurs Français. Les trotteurs Norvégiens ont tendance à présenter moins de NOCP (11,8%) alors que la prévalence des NOCP chez les trotteurs suédois (21,5%) n'est pas significativement différente de celle observée chez les Standardbred par LYKKJEN *et al.* (2012). Cependant, il est important de noter les différentes méthodes qui ont permis d'obtenir ces résultats. En effet l'incidence de NOCP peut être sous-évaluée lorsque le protocole ne contient que des clichés latéro-médiaux par exemple, sur lesquels les NOCP peuvent être dissimulés par un autre relief osseux ou qu'une partie des chevaux ont été opérés avant l'étude.

Selon DALIN *et al.* (1993), la majorité des NOCP ont une localisation médiale chez les trotteurs, ce qui s'explique par leur aplomb postérieur particulier qui met le côté médial de l'articulation métatarso-phalangienne plus sous tension.

Les NOCP, bien que rarement responsables de boiterie, sont des lésions visibles radiographiquement. Or de plus en plus, ces chevaux sont achetés avec des dossiers radiographiques plus ou moins complets dans le but de donner un pronostic sportif en dehors de toute considération de qualité génétique ou sportive. Cela vise seulement à dire s'il est radiologiquement apte à être entraîné, à participer à des courses et si ces éventuelles lésions peuvent venir perturber sa carrière ce qui représente un risque dont l'acheteur veut tenir compte. Ainsi ce pronostic est donné de plus en plus sous forme de grade, comme défini par HEAD (2006) :

- Grade 1 : Pas d'anomalie observée.
- Grade 2 : Présence d'anomalies mineures, peu susceptibles d'interférer avec la carrière sportive.
- Grade 3 : Présence d'anomalies intermédiaires qui peuvent interférer avec la carrière du cheval, mais qui dans la plupart des cas ne s'expriment pas cliniquement, ou qui peuvent intervenir dans l'aptitude du cheval à courir à l'étranger ou peuvent être interprétés différemment selon les vétérinaire et donc impacter lors d'une future revente
- Grade 4 : Présence de lésions majeures qui sont reliées de façon quasi universelle à une inaptitude à courir ou à l'entraînement. C'est le cas où l'achat est souvent déconseillé par le vétérinaire.

En ce qui concerne les NOCP, il s'agit d'anomalies dont l'interférence avec l'entraînement et la carrière en course est mal connue et c'est souvent selon l'expérience et la subjectivité du vétérinaire qu'un cheval présentant des NOCP pourra être classé en grade 2 ou 3 car les études concernant l'impact de l'ostéochondrose du boulet sur les performances en courses ne sont pas en accord (KANE *et al.*, 2003). Mais la plupart n'ont pas pu démontrer un impact significatif sur les performances. Seule une étude de GRØNDAHL et ENGELAND (1995) a noté une diminution des performances chez les trotteurs présentant des fragments dans les boulets.

Il apparait donc important de statuer sur la réelle signification clinique et sportive des NOCP afin de créer un consensus entre confrères.

II. DEUXIEME PARTIE : Etude rétrospective

Les fragments ostéochondraux dans l'articulation du boulet sont assez fréquents chez les trotteurs. Cependant, aucune étude ne montre l'influence qu'ils pourraient avoir sur les performances des chevaux, que ce soit en courses ou en sports. Certains vétérinaires conseillent leur retrait par précaution, afin d'écartier toute potentielle gêne pour le cheval (COUROUCE-MALBLANC *et al.*, 2006). D'autres préfèrent les laisser en place tant qu'aucun signe clinique n'y est associé, et de les retirer chirurgicalement seulement si une manifestation apparaît ; ils pensent que ces nodules n'ont pas d'influence négative sur les performances futures du cheval concerné. Enfin on entend même certains vétérinaires les qualifier de « marqueurs de qualité » chez le cheval. Cependant, à l'heure actuelle, ces nodules représentent un enjeu économique réel (GALINELLI, 2012).

Le but de cette étude est donc de tenter d'objectiver l'influence des nodules ostéochondraux plantaires du boulet chez les trotteurs, afin de pouvoir mieux conseiller les propriétaires, éleveurs.

A. Matériel et méthode

1. Population d'étude

a) Critères de sélection

Les chevaux ayant participé à cette étude sont issus des archives du CIRALE, stockées sur le logiciel EQ-Ris. Ils ont été suivis au centre en 2009 ou après. Nous avons choisi de restreindre notre étude à 5 générations consécutives de trotteurs en âge de courir et en effectifs suffisants. Nous nous sommes donc intéressés aux trotteurs français nés entre 2004 et 2008, donc les trotteurs dont les noms commencent par des lettres comprises entre « Q » et « U », les chevaux âgés nés en 2003 et avant, étant trop peu nombreux par classe d'âge dans les archives du logiciel. Ainsi les plus jeunes au moment de cette étude sont en fin d'année de 3 ans tandis que les plus âgés ont 7 ans.

Il s'agit de Trotteurs Français destinés à une activité de course de trot attelé ou monté. Les trotteurs utilisés pour le loisir ont été exclus de l'étude, car aucune performance ne peut être mesurée dans cette activité.

Seuls les chevaux ayant été soumis à des radiographies de profil des deux boulets postérieurs lors de leur examen au CIRALE ont été inclus dans l'étude, afin de pouvoir objectiver la présence ou l'absence de fragments plantaires dans l'articulation. Les chevaux ainsi sélectionnés forment l'échantillon de départ. Il compte 219 chevaux au total, 160 appartiennent au groupe sans fragment, dit groupe A, et 59 appartiennent au groupe avec un ou plusieurs nodules plantaires dans au moins un des boulets postérieurs, dit groupe B.

b) Échantillonnage

Avant de réaliser l'échantillonnage, nous avons retiré au préalable des groupes A et B, les chevaux qui n'ont pas été à l'entraînement.

Le but de cet échantillonnage est d'obtenir deux groupes NOCP- (à partir du groupe A) et NOCP+ (à partir du groupe B) ayant la même composition selon deux critères : l'âge et le sexe, c'est à dire composés d'autant de mâles, de femelles et de hongres de chaque tranche d'âge.

Nous avons donc dans un premier temps déterminé le nombre de chevaux dans chaque sous catégorie d'âge et de sexe (tableau III).

Tableau III : Composition des deux groupes A et B de la population d'étude, et détermination du nombre de chevaux à éliminer par âge et par sexe dans ces groupes, afin d'obtenir les groupes NOCP- et NOCP+ équivalents.

	A	A éliminés	B	B éliminés
Q	7 (1M, 3H, 3F)	3 (1H, 2F)	4 (1M, 2H, 1F)	0
R	17 (6M, 4H, 7F)	11 (4M, 1H, 6F)	6 (2M, 3H, 1F)	0
S	19 (10M, 4H, 5F)	5 (5M)	22 (5M, 4H, 7F)	2 (2F)
T	17 (5M, 4H, 8F)	3 (2M, 1F)	14 (3M, 4H, 7F)	0
U	19 (7M, 6H, 6F)	15 (6M, 4H, 5F)	5 (1M, 2H, 1F)	0

Q : chevaux nés en 2004, R : chevaux nés en 2005, S : chevaux nés en 2006, T : chevaux nés en 2007, U : chevaux nés en 2008, M : mâle, H : hongre, F : femelle

Ainsi, les deux groupes NOCP- (absence de NOCP) et NOCP+ (présence de NOCP) comportent 42 chevaux chacun avec une répartition identique en âge et en sexe (tableau IV) après tirage au sort parmi les sous-groupes de A et B.

Tableau IV : Distribution selon l'âge et le sexe des deux groupes NOCP- et NOCP+.

	M	H	F	total
Q	1	2	1	4
R	2	3	1	6
S	5	4	5	14
T	3	4	7	14
U	1	2	1	4

L'étude suivante porte ainsi sur un échantillon global de 84 chevaux.

2. Etude de performances : Quels critères utiliser ?

Pour évaluer la performance d'un cheval en course, différents aspects peuvent être pris en compte : la précocité, les résultats et la longévité. Ainsi les différentes variables retenues dans les publications sont : la qualification (ROBERT *et al.*, 2006 ; COUROUCE-MALBLANC *et al.*, 2006), les gains, le nombre de départ, le nombre de victoires, le nombre de courses placées, le temps record (CULOT DURAND, 2009), la durée de la carrière, l'ITR (COUROUCE-MALBLANC *et al.*, 2006).

Nous avons choisi d'étudier certains de ces paramètres ainsi que quelques paramètres supplémentaires dans cette étude.

a) Origine des données

Le site internet de la SECF (www.secf.fr), consulté le 10/12/2011 et le site des Haras Nationaux (www.haras-nationaux.fr) ont permis de recueillir les données et de calculer les paramètres nécessaires à cette étude.

b) Données disponibles

Pour chaque cheval le site de la SECF met à disposition :

- son année de naissance
- les origines du cheval ; père, mère et père de mère
- la date de qualification, et éventuellement celle de requalification, ainsi que la réduction kilométrique obtenue lors de la qualification
- l'entraîneur et propriétaire
- ses gains totaux en précisant les gains étrangers.
- les courses dans lesquelles il a été engagé : leur date et lieu, le classement ou la raison d'une éventuelle disqualification, le driver ou le jockey, les gains, la réduction kilométrique.

Le site des haras Nationaux fournit les dates de naissance exactes des chevaux, enregistrés en France.

c) Données retenues

La qualification est une épreuve dont la réussite est nécessaire pour qu'un TF puisse paraître en course en France. Il s'agit du premier critère permettant d'évaluer la performance.

Les gains totaux sont pris en compte. Les chevaux de notre échantillon ne disposent que des gains nationaux à l'exception d'un cheval. Pour ce cheval, qui n'a participé qu'à une course hors de France, ses gains à l'étranger seront pris en compte dans ses gains totaux sans distinction.

Chaque trotteur ayant couru, dispose d'un record enregistré sur le site SECF. Cela est un marqueur de performance car, pour chaque cheval, il représente sa meilleure performance : la fois où il a été le plus rapide. On étudie ici une performance sportive brute au trot attelé, qui ne met pas en jeu une concurrence avec d'autres chevaux contrairement à d'autres critères comme le classement, la victoire, les gains qui dépendent de la qualité des autres chevaux rencontrés lors d'une course

Cependant, le temps record n'est pas disponible pour tous les chevaux, en effet les chevaux non qualifiés et les chevaux qualifiés n'ayant pas couru, n'en ont pas. Pour ces derniers chevaux, nous considérerons le temps réalisé lors de l'épreuve de qualification, qui représente leur meilleur temps et les chevaux non qualifiés seront exclus de cette comparaison, qui portera donc sur 72 individus (38 NOCP- et 34 NOCP+) puisque 12 chevaux de l'échantillon ne se sont pas qualifiés.

d) Données calculées

Les données disponibles ont permis de calculer les valeurs des autres critères choisis pour cette étude.

Ainsi pour évaluer la précocité d'un TF, on s'intéresse à l'âge lors de la qualification et de la première course, qui ont été calculés pour chaque cheval à partir de sa date de naissance exacte et de la date de la qualification puis de la première course.

Nous avons étudié cinq paramètres permettant d'évaluer les résultats des TF : les gains, le nombre de victoires, le nombre de classements dans les 3 premiers et le nombre de classements dans les 5 premiers à l'arrivée, le nombre de courses courues. A partir du détail de chaque année de course fourni par la SECF pour chaque cheval, nous obtenons ces paramètres par addition de l'ensemble des résultats en course pour de l'année considérée.

Nous avons étudié ces paramètres pour chaque cheval pendant son année de 3 ans, ensuite pendant son année de 4 ans et pendant son année de 5 ans et enfin pendant la carrière réalisée jusqu' au 10 décembre 2011.

Pour chaque cheval de l'échantillon, les quatre premiers paramètres sont ensuite ramenés à un ratio par course en divisant par le nombre de courses courues, ce qui permet d'approcher l'idée de rendement par course de chaque cheval en fonction de son âge.

3. Tests statistiques et présentation des résultats

Les études statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel Epi Info version 3.5.3 (mise à jour du 26 janvier 2011).

Les données utilisées pour étudier l'impact des NOCP sur la qualification et la précocité des chevaux sont fournies en annexe 1. Pour étudier l'impact des NOCP sur la qualification nous avons utilisé un test de χ^2 adapté à la comparaison de variables bivariées. Cette étude porte sur l'ensemble des 84 chevaux de l'échantillon. La comparaison de l'âge lors de la qualification ne porte que sur les 72 chevaux qualifiés (38 NOCP- et 34 NOCP+) et celle de la première course sur les 69 chevaux (37 NOCP- et 32 NOCP+) étant parus en course au moins une fois. La comparaison des temps records entre les groupes NOCP+ et NOCP-, dont les données sont fournies en annexe 2, porte sur tous les chevaux qualifiés de l'échantillon, soit 72 chevaux.

Concernant les résultats en course, nous avons choisi dans un premier temps de comparer les carrières globales des chevaux de nos 2 groupes NOCP+ et NOCP-, présentées dans le tableau de l'annexe 6, puis de comparer les performances à 3, 4 et 5 ans (respectivement annexes 3, 4 et 5). La composition de notre échantillon implique qu'à 3 ans nous comparons les performances de tous les chevaux des groupes NOCP+ et NOCP- (84). Mais à 4 ans nous comparons seulement les résultats de chevaux qui ont 4 ans et plus à la date de l'étude donc nous comparons les performances d'un nombre plus réduit de chevaux (76). Nous suivons le même raisonnement pour la comparaison des performances des chevaux à 5 ans (48).

Nous avons d'abord comparé les performances de tous les chevaux de l'échantillon sans distinction concernant la qualification, puis en stratifiant selon la qualification afin de comparer les performances des chevaux qualifiés, qui ont eu la possibilité de participer à des courses et d'enregistrer des performances.

Nous présenterons les résultats sous forme de médianes pour les variables quantitatives, car pour tous les critères de performances excepté les temps records, l'âge à la qualification et l'âge lors de la première course, notre échantillon ne suit pas une loi normale, ce qui ne permet pas de comparer des moyennes par le test de Student. Cependant, pour les variables utilisées par d'autres auteurs, nous joignons également les moyennes et leur comparaison par ce dernier test en annexe, afin de pouvoir les comparer avec la littérature, mais nous ne les commenterons pas. Pour les trois paramètres, dont la distribution s'approche d'une loi normale, nous comparerons les moyennes.

Les médianes ainsi calculées sont fournies avec le premier et troisième quartile entre parenthèses. Elles ont ensuite été comparées à l'aide du test de Wilcoxon, qui est applicable sans condition d'échantillonnage. Le seuil de 5 % est considéré comme statistiquement significatif.

B. Résultats

1. La qualification et la précocité

90,5% des chevaux NOCP- sont qualifiés contre 81 % des chevaux NOCP+, cependant cette différence n'est statistiquement pas significative, car, par un test de χ^2 , nous obtenons un indice de significativité de 0,21, ce qui est supérieur au seuil de significativité statistique.

Le tableau V présente la comparaison des valeurs moyennes de l'âge en mois lors de la qualification et lors de la première course chez les individus NOCP+ et NOCP-.

Tableau V : Comparaison des valeurs moyennes (écart-type) de l'âge moyen en mois lors de la qualification et de la première course par le test de Student.

Critères	NOCP +	NOCP-	P (Student)
Age_qualif (mois)	31,24 (3,30)	30,94 (3,81)	0,73
Age_1ère_course (mois)	37 (5,7)	34,7 (3,86)	0,054

Les chevaux NOCP+ se qualifient en moyenne à l'âge de 31 mois et 1 semaine, tandis que les chevaux NOCP- se qualifient plutôt à l'âge de 30 mois et 4 semaines. Il y a donc une différence assez faible entre les deux groupes, puisqu'elle est de l'ordre d'une dizaine de jour. Cette différence n'est pas statistiquement significative d'après le test de Student.

Une différence d'un peu plus de 2 mois est observable entre les âges moyens lors de la première course. Cette différence n'est statistiquement pas significative, cependant les chevaux NOCP+ ont tendance à participer à leur première course plus tardivement. Cependant, l'échantillon étant de faible taille, cette différence est quasiment significative.

2. Comparaison des carrières de courses dans leur totalité

Le tableau VI résume les résultats des comparaisons de critères de performances que nous avons choisi d'étudier.

Tableau VI : Comparaison des performances chez les chevaux NOCP+ et NOCP- durant la totalité de leur carrière jusqu'au 10 décembre 2011 (test de Wilcoxon) sur l'échantillon entier : Valeurs médianes (quartiles)

Variables	NOCP+ (n=42)	NOCP- (n=42)	P (Wilcoxon)
Record de temps	1'15"9 (1'14"5 -1'17"5)	1'15"8 (1'13"9 -1'17"3)	0,6738
Nombre de courses	16 (0-25)	16,5 (7-32)	0,2081
Gains (€)	27 500 (0-80 770)	34 225 (7 250-71 890)	0,2684
Gains/course (€)	1 091,19 (0-3 392)	1 661,64 (760-3 660)	0,2421
Nb victoire	1 (0-5)	1,5 (1-4)	0,3123
Nb victoire/course	0.0427 (0-0.1923)	0,0935 (0,0454-0,2083)	0,2067
Nb 3 prems	5 (0-9)	4 (2-10)	0,3768
Nb 3 prems/course	0,2337 (0-0,4090)	0,2583 (0,1551-0,8346)	0,5704
Nb 5 prems	7 (0-13)	5,5 (2-17)	0,2435
Nb 5 prems/course	0,3397 (0-0,5294)	0,4423 (0,2307-0,5)	0,3516

Nb victoires : nombres de victoire ; Nb victoires/course : nombre de victoire par course ; Nb 3 prems : nombre de classement dans les 3 premiers ; Nb 3 prems/course : nombre de classement par course ; Nb 5 prems : nombre de classement dans les 5 premiers ; Nb 5 prems/course : nombre de classement par course. P : indice de significativité du test de Wilcoxon.

La comparaison des performances par le test de Wilcoxon, ne permet pas d'établir de différence significative entre les groupes NOCP+ et NOCP-. L'indice de significativité p est pour chaque critère supérieur 5% ($=0,05$), ce qui indique que les différences observées entre les 2 groupes ne sont pas significatives et qu'on ne peut associer la présence de NOCP à des performances moins bonnes ou meilleures.

Nous avons observé que le nombre de chevaux qualifiés (condition nécessaire pour avoir la possibilité de faire des performances) diffère entre les groupes NOCP+

et NOCP-. Afin de n'étudier les performances, que des chevaux qui en disposent, en stratifiant selon la qualification, nous obtenons la comparaison des médianes des critères de performances dans cette sous-population (Tableau VII).

Tableau VII : Comparaison des performances par les médianes (quartiles) entre les groupes NOCP- et NOCP+ sur l'échantillon qualifié (test de Wilcoxon).

Variables	NOCP+ (n=34)	NOCP- (n=38)	P (Student)
Gain	38 990 (6 020-91 270)	41 460 (9 780-99 400)	0,8266
Nb de courses	20 (9-26)	18,5 (10-36)	0,5200
Gains/course	1 648 (737,2-4 376)	1 717,5 (958,6-3 805,3)	0,7643
Nb victoires	3 (0-5)	2 (1-5)	0,9071
Nb victoires/course	0,1034 (0-0,24)	0,1138 (0,06-0,22)	0,6601
Nb 3 prems	7 (3-10)	5 (3-10)	0,9862
Nb 3 prems/course	0,28 (0,16-0,47)	0,28 (0,2-0,4)	0,6737
Nb 5 prems	9 (5-13)	8,5 (3-19)	0,7684
Nb 5 prems/course	0,41 (0,30-0,59)	0,46 (0,27-0,54)	0,9954

Chez les chevaux qualifiés, nous n'obtenons pas de différence significative entre les groupes. Cependant, les chevaux NOCP+ ont des gains inférieurs alors qu'ils participent à plus de course, et qu'ils se classent légèrement plus. On peut donc supposer qu'ils participent à des courses moins bien dotées.

3. Comparaison des performances à 3 ans

Tous les chevaux de notre échantillon à la date du 10 décembre 2011 ont 3 ans ou plus. Ils ont donc la possibilité d'avoir des performances à 3 ans. Ainsi tous les chevaux des groupes NOCP+ et NOCP- participent à cette comparaison de performances. L'étude des performances à 3 ans s'effectue donc sur 84 chevaux. Les chevaux qui n'ont pas couru à 3 ans sont notés comme non qualifiés et leur performances comme nulles lorsque nous étudions l'échantillon dans son ensemble.

Le tableau VIII résume les résultats des comparaisons de critères de performances que nous avons choisi d'étudier.

Tableau VIII : Comparaison des médianes (quartiles) des performances à 3 ans chez les chevaux NOCP+ et NOCP- (test de Wilcoxon).

Variables	NOCP + (n=42)	NOCP- (n=42)	P (Wilcoxon)
Gain (€)	4 265 (0-13 520)	8 425 (1 410-27 640)	0,0695
Nb de courses	3,5 (0-9)	5,5 (3-10)	0,07
Gains/course (€)	676 (0-2 314)	1 501 (176-3 500)	0,0914
Nb victoire	0 (0-1)	0,5 (0-1)	0,2999
Nb victoire/course	0 (0-0,15)	0,04 (0-0,22)	0,3319
Nb 3 prems	1 (0-3)	2 (0-3)	0,2325
Nb 3 prems/course	0,255 (0-0,5)	0,26 (0-0,5)	0,3811
Nb 5 prems	2 (0-3)	3 (1-5)	0,1483
Nb 5 prems/course	0,29 (0-0,59)	0,44 (0,14-0,60)	0,3408

A 3 ans, les chevaux NOCP+ ont tendance ($0.05 < p < 0.10$) à avoir des gains totaux et des gains par course discrètement moins élevés que les chevaux NOCP-. Dans la mesure où il y a très peu de différence dans les classements entre les 2 groupes, les chevaux NOCP+ semblent donc avoir participé à des courses moins bien dotées et en plus petit nombre que les NOCP-.

Dans la même logique qu'au paragraphe précédent, le Tableau IX présente la comparaison des médianes de ces critères dans la population qualifiée à 3 ans.

Globalement les gains médians sont plus élevés chez les chevaux NOCP- alors que les placements et classements par course sont plutôt à l'avantage des chevaux NOCP+. Cela laisse supposer que les chevaux NOCP+ prennent part à des courses moins bien dotées donc d'un niveau probablement inférieur. Cependant, la différence entre les 2 groupes n'est pas statistiquement significative car $P > 0,05$ pour ces paramètres.

Tableau IX : Comparaison des performances à 3 ans par les médianes (quartiles) entre les groupes NOCP- et NOCP+ sur la population qualifiée (test de Wilcoxon).

Variables	NOCP+ (n=34)	NOCP- (n=38)	P (Wilcoxon)
Gain	6 300 (1 860-21 710)	9 290 (2 090-27 730)	0,53
Nb course	6 (3-10)	7 (3-10)	0,61
Gains/course	1 505 (312-2 917)	1 730 (367-3 665)	0,65
Nb victoire	1 (0-2)	1 (0-2)	0,87
Nb victoire/course	0,1 (0-0,25)	0,08 (0-0,25)	0,93
Nb 3 prems	2 (1-3)	2 (1-3)	0,97
Nb 3 prems/course	0,31 (0,14-0,61)	0,27 (0,11-0,53)	0,66
Nb 5 prems	3 (2-4)	3 (1-5)	0,85
Nb 5 prems/course	0,44 (0,25-0,69)	0,50 (0,25-0,67)	0,66

4. Comparaison des performances en course à 4 ans

Dans cette étude les chevaux nés en 2008 (« U ») avaient moins de 4 ans à la date du 10 décembre 2011, et ont été exclus de cette partie. Ainsi la comparaison des performances à 4 ans s'effectue sur un effectif de 76 chevaux, parmi ces chevaux 2 chevaux NOCP- ont été réformés, mais aucun chevaux NOCP+. Les chevaux réformés sont notés comme ayant des performances nulles.

Le tableau X présente les résultats de la comparaison des médianes des critères de performances que nous avons choisi d'étudier, à 4 ans. Les médianes obtenues pour les différents critères sont très proches entre les groupes NOCP+ et NOCP- et ne sont pas statistiquement différentes ($p > 0.05$).

Tableau X : Comparaison des performances à 4 ans par les médianes entre les groupes NOCP- et NOCP+ (test de Wilcoxon)

Variables	NOCP+ (n=38)	NOCP- (n=38)	P (Wilcoxon)
Gain (€)	11 965 (0-38 540)	11 680 (1 400-29 960)	0,4544
Nb de courses	6 (0-10)	8,5 (4-12)	0,0904
Gains/course (€)	1 326 (0-3 767)	1 403 (328-3 549)	0,6279
Nb victoire	0 (0-2)	1 (0-1)	0,8975
Nb victoire/course	0 (0-0,18)	0,06 (0 -0,13)	0,7685
Nb 3 prems/course	0,24 (0-0,50)	0,20 (0-0,4)	0,5605
Nb 5 prems	3 (0-5)	3 (0-6)	0,5602
Nb 5 prems/course	0,37 (0-0,6)	0,37 (0-0,5)	0,7634

Dans la population qualifiée (tableau XI), nous observons des différences entre les médianes des performances des chevaux NOCP+ et NOCP-. En effet ici les différents critères sont plus favorables aux chevaux NOCP+. Cependant, l'indice de significativité est toujours inférieur à 0,05, ce qui indique que les différences constatées ne sont pas significatives.

Tableau XI : Comparaison des performances à 4 ans par les médianes entre les groupes NOCP- et NOCP+ en stratifiant selon la qualification (test de Wilcoxon)

Variables	NOCP + (n=32)	NOCP- (n=36)	P (Wilcoxon)
Gain (€)	17 120 (3 640-49 840)	14 860 (1 640-29 960)	0,5901
Nb courses	8 (5-11)	9 (4-12)	0,5636
Gains/course (€)	1 616 (996-4 153)	1 440(350-3 549)	0,4172
Nb victoire	1 (0-3)	1 (0-1)	0,2079
Nb victoire/course	0,11 (0-0,3)	0,067 (0-0,13)	0,1484
Nb 3 prems	3 (1-5)	2 (0-4)	0,2605
Nb 3 prems/course	0,38 (0,14-0,5)	0,20 (0-0,4)	0,054
Nb 5 prems	5 (2-6)	3 (1-6)	0,4806
Nb 5 prems/course	0,5 (0,27-0,63)	0,38 (0,14-0,5)	0,0837

5. Comparaison des performances en course à 5 ans

Dans cette étude les chevaux nés en 2008 (« U ») et les chevaux nés en 2007 (« T »).avaient moins de 5 ans à la date du 10 décembre 2011, et n'ont donc pas pu faire partie de cette comparaison.

Ainsi la comparaison des performances à 5 ans s'effectue sur 48 chevaux. De 4 à 5 ans, 4 chevaux ont été réformés : 3 chevaux NOCP+ et 1 cheval NOCP-.

Le tableau XII présente les résultats de la comparaison des médianes des critères de performances chez les trotteurs à 5 ans dans l'échantillon alors que le tableau XIII compare les médianes de ces mêmes critères dans la population qualifiée.

Tableau XII : Comparaison des performances à 5 ans par les médianes (quartiles) entre les groupes NOCP- et NOCP+ (test de Wilcoxon).

Variables	NOCP+ (n=24)	NOCP- (n=24)	P (Wilcoxon)
Gain (€)	1 665 (0-16 605)	16 070 (0-34 035)	0,2522
Nb courses	8,5 (0-11,5)	7 (1,5-10,5)	0,9667
Gains/course (€)	275 (0-1 571)	1 393 (0-5 626)	0,1821
Nb victoire	0 (0-2)	0 (0-1,5)	0,9234
Nb victoire/course	0 (0-0,13)	0 (0-0,13)	0,8335
Nb 3 prems	0 (0-4)	1 (0-4)	0,6769
Nb 3 prems/course	0 (0-0,26)	0,22 (0-0,33)	0,2840
Nb 5 prems	1 (0-6)	2,5 (0-6)	0,4622
Nb 5 prems/course	0,15 (0 -0,37)	0,33 (0 -0,55)	0,1475

Nous retiendrons ici de fortes différences dans les médianes particulièrement dans les gains et les gains par course. Ici les chevaux NOCP- ont des médianes nettement plus élevées. Cependant, comme l'indice de significativité p est pour chaque critère supérieur à 0.05, les différences observées ne permettent pas de dire que l'échantillon NOCP- est significativement plus performant que l'échantillon NOCP+ à 5 ans.

Comme dans les paragraphes précédents nous obtenons le tableau XIII ci-dessous pour la population qualifiée. Comme dans la plupart des comparaisons

précédentes, nous n'obtenons pas de différences significatives entre les performances des chevaux qualifiés NOCP+ et NOCP- à 5 ans, mais les médianes de gains et de gains par courses sont très inférieures chez les NOCP+ et les chevaux NOCP+ participent à un plus grand nombre de course. Ce qui indique que les courses dans lesquelles sont engagés les chevaux NOCP+ sont moins bien dotées.

Tableau XIII : Comparaison des performances à 5 ans par les médianes (quartiles) entre les groupes NOCP- et NOCP+, en stratifiant selon la qualification (test de Wilcoxon).

Variables	NOCP+ (n= 24)	NOCP- (n=21)	P (Wilcoxon)
Gain	4 815 (140-31 650)	16 070 (0-34 035)	0,7779
Nb Courses	9,5 (3-12)	7 (1,5-10,5)	0,3123
Gains/course	491,25 (17,5-1 597)	1 393,28 (0-5 626,25)	0,6261
Nb victoire	0 (1-2)	0 (0-1,5)	0,4643
Nb victoire/course	0 (0-0,17)	0 (0-0,13)	0,7140
Nb 3 prems	1 (0-6)	1 (0-4)	0,6998
Nb 3 prems/course	0,08 (0-0,33)	0,22 (0-0,33)	0,7305
Nb 5 prems	3 (0-6)	2,5 (0-6)	0,8821
Nb 5 prems/course	0,24 (0-0,46)	0,33 (0-0,56)	0,5339

En conclusion de cette partie, il n'existe aucune différence statistiquement significative entre les chevaux NOCP+ et NOCP- sur les critères de performances choisis dans cette étude. Si l'on considère les valeurs absolues et les tendances, les NOCP+ ont plutôt de moins bonnes performances que les NOCP-, en particulier à 3 et à 5 ans. Cependant, à 4 ans, leurs performances sont plutôt meilleures même s'ils participent à un nombre plus faible de courses. On remarquera aussi que les chevaux non qualifiés qui sont plus nombreux dans les groupes NOCP+ que NOCP- diminuent les performances de ces derniers, mais ne changent pas pour autant les résultats. Enfin les chevaux NOCP+ paraissent plus tardifs que les chevaux NOCP- tant pour leur qualification que pour leur première course.

C. Discussion

1. Limites de l'étude

a) Effectif

La population d'intérêt de cette étude est la population de Trotteurs Français admis en consultation de pathologie locomotrice au CIRALE entre 2009 et fin 2011 et qui ont été soumis à des radiographies de profil des deux boulets postérieurs. Comme les chevaux nés en 2003 et avant étaient trop peu nombreux dans le logiciel utilisé, nous avons considéré les TF nés en 2004 et après, et étant en âge de participer à des courses avant la fin de l'étude, c'est-à-dire nés en 2008 ou avant. Cela nous a permis d'avoir 216 chevaux aptes à participer à l'étude. Cependant, dans le souci d'écarter tout biais potentiel lié au sexe et à l'âge, malgré le fait que cela n'a a priori pas d'influence sur le développement de NOCP, nous avons préféré travailler sur des groupes NOCP+ et NOCP- équivalents, ce qui a considérablement réduit la taille de notre échantillon, qui ne compte que 84 chevaux, ce qui est assez faible. D'autant plus que certains résultats et comparaisons portent sur un nombre inférieur de chevaux. Mais il s'agit de la seule étude comparant des échantillons appariés.

D'autre part cette population d'étude n'est pas représentative de la population de TF en France, car il s'agit de chevaux présentant tous un trouble locomoteur ayant motivé leur consultation au CIRALE.

b) Critères de performance retenus et traitement statistique :

Nous les avons des critères de performance variés et assez nombreux dans le but d'étudier les différents aspects de la performance (qualification, précocité, performance en course) et de faire une comparaison la plus complète possible entre les performances des chevaux NOCP+ et NOCP-. Les études publiées utilisent différents critères de performances : la qualification (COUROUCE-MALBLANC *et al.*, 2006 ; ROBERT *et al.*, 2006), l'ITR (meilleur indice individuel sur performance du trotteur) (COUROUCE-MALBLANC *et al.*, 2006), gains (COUROUCE-MALBLANC *et al.*, 2006 ; MOTTA et TORRE, 2000), longévité, performances globales (COUROUCE-MALBLANC *et al.*, 2006), le nombre de départ (GRØNDAHL et ENGELAND, 1995 ; MOTTA et TORRE, 2000 ; LANGLOIS *et al.*, 2006), nombre de classements (MOTTA et TORRE, 2000). Ces études ont guidé nos choix de critères. Cependant, une majeure partie des critères choisis dans notre étude sont assez liés entre eux (gains, nombre de victoire et de classement), et restent liés à la qualité génétique de l'échantillon. Sur ce point il aurait été intéressant d'étudier l'impact des NOCP sur l'ITR, qui est le meilleur indice de performances du trotteur sur toutes les années de sa carrière sportive, comme dans l'étude de COUROUCE-MALBLANC *et al.* (2006). Cela aurait permis de comparer la qualité de l'échantillon avec la qualité des TF contemporains. Les critères étudiés prennent pour la plupart un grand nombre de valeurs (données quantitatives), et leur répartition ne suit pas une loi

normale. Dans le but de rendre l'étude plus pertinente, une classification des performances (bon, moyen, mauvais) à âge type pourrait être utilisée.

c) Autres facteurs non maîtrisés influant la performance

La performance peut être influencée par de nombreux facteurs qui n'ont pu être pris en compte dans cette étude, comme les autres lésions musculo-squelettiques (fracture, tendinopathie, myosite), les troubles médicaux (problèmes respiratoires, infectieux, métaboliques, coliques), l'alimentation, la qualité de l'entraînement, la stratégie d'engagement en course, la stratégie d'exploitation du cheval (cheval tardif ou précoce, propriétaire pressé ou patient), la stratégie en course... Ces facteurs peuvent être à l'origine de biais dans notre étude, d'autant qu'il s'agit au départ de chevaux présentant un trouble locomoteur plus ou moins grave. En effet la carrière sportive de certains chevaux a été interrompue en lien avec des affections invalidantes à plus ou moins long terme, comme des tendinopathies, des fractures de cervicales, entorse du grasset et autres, mais nous n'avons pas tenu compte dans l'étude de ces paramètres, en supposant que la répartition de ces affections était équivalente dans les deux groupes NOCP+ et NOCP-.

d) Gestion des NOCP+

L'étude ne renseigne pas sur les possibles traitements et différences de gestion des chevaux NOCP+. Certains chevaux ont pu être soumis à l'exérèse du ou des NOCP sans que l'étude précédente n'en tienne compte, des faux positifs (des chevaux NOCP+ devenu NOCP- suite à la chirurgie) existent peut être dans notre échantillon. D'autre part, la gestion de l'entraînement a pu être adapté à ces chevaux pour les exploiter au mieux, comme leur donner plus de repos après la course ou appliquer des traitement locaux.

2. Résultats de l'étude : Impact des NOCP

a) Sur la carrière du cheval : Qualification, précocité

Sur l'échantillon d'étude, les chevaux NOCP+ se qualifient moins et plus tard que les chevaux NOCP-, cependant cette différence n'est statistiquement pas significative. Ceci vient rejoindre les résultats de l'étude de COUROUCE-MALBLANC *et al.* (2006), dans laquelle, sur 865 jeunes TF à l'entraînement, les chevaux présentant des lésions radiographiques au niveau des articulations des membres (pieds et boulets antérieurs, boulet postérieurs, jarrets et grassets) avaient des taux de réussite au test de la qualification aussi bon que les autres, c'est-à-dire que ces images radiographiques n'avaient pas un impact statistiquement significatif sur la qualification. Cependant, dans une autre étude sur 212 TF à l'entraînement (ROBERT *et al.*, 2006), les nodules plantaires du boulet quand ils sont observés chez des chevaux présentant d'autres lésions radiographiques dans les membres (pieds et boulets antérieurs, carpes, boulets postérieurs, jarrets et grassets) sont

associés à un taux de qualification inférieur. Aucune étude ne s'intéresse à l'âge à la qualification nous permettant de confronter nos résultats.

Nous avons aussi observé que les chevaux NOCP+ participaient à leur première course plus tardivement que les chevaux NOCP-, mais la différence observée n'est statistiquement pas significative. Cependant, l'indice de significativité est très légèrement supérieur à 5% (5,4%), mais inférieur à 15% ; cela indique que la présence de NOCP est probablement associée avec une première course plus tardive, mais que l'étude a manqué de puissance statistique pour le prouver, un échantillon de plus grande taille permettrait probablement d'atteindre cette différence statistiquement significative.

b) Sur les performances

Nous avons comparé les performances des chevaux NOCP+ et NOCP- en intégrant les chevaux non qualifiés et réformés comme ayant des performances nulles dans un premiers temps puis en s'intéressant qu'aux chevaux qualifiés, qui sont les seuls à posséder des performances en courses, puisque la qualification est nécessaire pour paraître en course. Ces deux comparaisons en parallèle donnent des résultats très peu différents, indiquant que la réussite à ce test n'influence pas significativement plus les performances des chevaux NOCP+ ou NOCP-.

L'ostéochondrose a une forte prévalence chez le TF, et comme le soulignent GEFROY et TRICAUD (2005), la présence de PF peut induire des contraintes asymétriques dans l'articulation du boulet, amplifiées par des sols assez ferme comme ceux rencontrés sur les hippodromes et provoquer de la douleur. Il paraîtrait alors logique que les NOCP aient un impact négatif sur la carrière sportive des TF. Dans notre étude, la comparaison des performances n'a pas permis de démontrer de différence significative, même si les chevaux NOCP+ ont, en observant les valeurs absolues et les tendances, plutôt de moins bonnes performances que les chevaux NOCP- exceptés à 4 ans. Cependant, pour certains critères de performances, l'indice de significativité est inférieur à 15%, plus particulièrement sur les performances à 4 ans des chevaux qualifiés, qui auraient pu se montrer plus performants surtout dans leur placement. Nous pouvons donc considérer que nous avons manqué de puissance statistique pour prouver cette différence, un nombre de sujets plus important dans notre échantillon aurait pu être utile.

Dans leur étude MOTTA et TORRE (2000), comparent les carrières de Standardbred à 2 et 3 ans, et observent que les chevaux présentant des affections ostéochondrales au niveau des boulets sont plus performants que les chevaux sains à ce niveau, ce qui est en accord avec la tendance observée dans notre étude à 4 ans. Mais dans une autre étude, LANGLOIS *et al.* (2006), qui étudient l'impact des lésions ostéochondrales radiologiquement visibles sur les performances de jeunes TF de 2 à 4 ans, rapportent en considérant, comme critères de performances la qualification, les gains, les nombre de départs et l'ITR, que ces lésions n'ont pas d'influence sur la carrière des TF. Ils ont également étudié l'impact de ces lésions sur le prix de vente, et dans leur étude, les lésions n'entraînent pas un prix de vente plus faible.

Cependant, GRØNDAHL et ENGELAND (1995) rapportent que les chevaux présentant des NOCP enregistrent moins de départs que les chevaux sains à 3 et 4 ans. Dans notre étude, même si les différences observées ne sont pas significatives, nous observons la même tendance. Cependant, les chevaux NOCP+ à 4 ans présentent des gains plus élevés, cela indique qu'ils participent peut-être à des courses mieux dotées et que, comme observé dans notre étude, ils se classent mieux.

COUROUCE-MALBLANC *et al.* (2006) observent une différence significative des indices de performance (ITR) entre les chevaux présentant des nodules de façon bilatérale et ceux qui n'en présentent pas, et une différence, même si elle n'est pas significative dans les gains entre ces chevaux à l'âge de 5 ans. Les chevaux NOCP+ présentent un ITR et des Gains inférieurs, ils sont ainsi considérés plutôt moins performants en terme de gains, comme nous l'avons aussi observé dans notre étude. Mais notre étude n'a pas fait de distinction entre les chevaux présentant un NOCP ou des NOCP bilatéraux, ne considérant que la présence ou l'absence de NOCP.

Compte tenu de l'échantillonnage, nous n'avons pu étudier la longévité de la carrière en course, comme critère de performances, qui permet cependant en association avec les critères observés précédemment de mieux cerner la performance, comme dans l'étude de COUROUCE-MALBLANC *et al.* (2006). En effet la performance d'un TF se fait dans la durée, d'autant plus que contrairement aux Pur-sang, qui ne sont destinés à courir que 2 ou 3 années, les TF peuvent avoir jusqu' à 9 années en course. Ainsi un cheval NOCP+ très performants les 2 premières années, peut développer des signes cliniques en rapport avec son/ses NOCP et devenir contre performant voire inapte, mais le fait qu'il soit moins performant n'apparaîtra que si l'étude porte sur toute la durée de sa carrière et sur sa longévité.

3. Perspectives

En tenant compte des limites de notre étude et de ses résultats, il paraît nécessaire de s'intéresser à une population plus représentative de la population de TF et de choisir un échantillon d'effectif plus large afin d'assurer une puissance statistique suffisante pour observer des différences ou similitudes statistiquement significatives. Il conviendrait d'augmenter la durée de l'étude pour pouvoir comparer les carrières de course terminées sur plusieurs générations de chevaux. Il faudrait ainsi porter cette étude sur une dizaine d'années ou plus, pour pouvoir comparer au moins deux générations de trotteurs (9 ans de carrière sportive maximum).

Selon GEFFROY et TRICAUD (2005), la présence de NOCP peut intervenir dans la locomotion du cheval. Ils peuvent ainsi détériorer l'allure, ce qui, chez le trotteur entraîne l'élimination lors de la course. Cela peut ainsi être responsable de contre performances. Il serait donc également intéressant d'étudier les causes d'élimination en course et leur fréquence en comparaison chez les chevaux NOCP+ et NOCP-.

La performance ne peut se restreindre aux différents critères cités ci-dessus, en effet elle est aussi individu dépendant, et un cheval peut être aussi performant qu'un autre, mais plus compliqué à gérer en relation avec son caractère, son mental, sa fragilité physique. Il est ainsi parfois nécessaire de participer à des courses plus faciles et moins bien dotées pour l'habituer, le rassurer ou tout simplement l'entraîner ou encore d'adapter son entraînement, de choisir les qualités de pistes pour s'adapter à sa fragilité. Il serait intéressant d'avoir un suivi plus précis des chevaux de l'étude afin de connaître la façon dont ils sont gérés, les problèmes d'utilisation que rencontre l'entraîneur, les causes de réforme ou de non performance, la fréquence de soins vétérinaires.

CONCLUSION

Les nodules ostéochondraux plantaires du boulet sont une manifestation d'ostéochondrose chez le cheval, définie aujourd'hui par un défaut d'ossification sous-chondrale dont l'origine est multifactorielle. Ils sont fréquemment observés chez les trotteurs français et représentent un enjeu économique majeur, car ils peuvent être à l'origine de réserves à l'achat et aussi d'évaluation péjorative concernant le statut ostéo-articulaire pour des reproducteurs, car une composante génétique de leur transmission a été mise en évidence. Il apparaît donc aujourd'hui important d'évaluer leur expression clinique et de mieux connaître leur réel impact sur les performances des chevaux.

Notre étude conclut à une absence d'impact statistiquement significatif des nodules ostéochondraux plantaires sur les performances en course des trotteurs français. Cependant, si l'on considère les valeurs absolues et les tendances, les NOCP+ ont plutôt de moins bonnes performances que les NOCP-, en particulier à 3 et à 5 ans. Mais à 4 ans, les chevaux NOCP+ sont plutôt plus performants. Les résultats de cette étude s'inscrivent dans la continuité de plusieurs précédentes études, qui n'attribuent pas d'impact statistiquement significatif des nodules plantaires sur les performances en course.

Ce travail mériterait d'être poursuivi sur une population plus importante et plus représentative pour mettre en évidence des différences statistiquement significatives ou leur absence, afin d'objectiver l'impact des NOCP sur les performances des trotteurs en course, puis sur les autres races et disciplines. Un suivi plus précis et la prise en compte de la qualité génétique de la population sont néanmoins recommandés dans le but de connaître au mieux le réel impact des NOCP.

BIBLIOGRAPHIE

ALVARADO A, MARCOUX M, BRETON, L (1989). The incidence of osteochondrosis in a Standardbred breeding farm in Quebec. *In: Proceedings of the American Association of Equine Practitioners.*, Boston, USA, **35**, 293-307. BARONE R. (1989). Articulations métacarpo-phalangiennes *In: Anatomie comparée des mammifères domestiques*. 3^{ème} ed. Lyon, Editions Vigot, 187-199.

BARONE R. (2000) Articulations métacarpo-phalangiennes. *In: Anatomie comparée des mammifères domestiques : tome 1 : Ostéologie*. 4^{ème} ed. Lyon, Editions Vigot, 553-583.

BIRKELAND R (1972). Chip fractures of the first phalanx in the metatarso-phalangeal joint of the horse. *Acta Radiologica*, Suppl. 319, 73-77.

BUTTLE JA, COLLES CM, DYSON SJ, KOLD SE, POULOS PW (2000). Clinical radiology of the horse 2nd ed., Cambridge, Blackwell Science Ltd., 610p.

CHATEAU H (2009). Les allures. Alfort, *Document d'enseignement*, 51p.

Cheval français. *Site du cheval français* [en ligne]. Mise à jour le 10 décembre 2011 [<http://www.cheval-français.eu>], (consulté le 1^{er} février 2012).

CULOT DURAND P (2009) Images radiographiques anormales et suivi de performances en course sur 865 trotteurs français (1995-2001), Thèse Méd. Vét., Nantes, 31p.

DALIN G, SANDGREN B, CARLSTEN J (1993). Plantar osteo-chondral fragments in the metatarsophalangeal joints in Standardbred trotters; result of osteochondrosis or trauma? *Equine Veterinary Journal Supplement*, **16**, 62-65.

DECLERQ J, HAUSPIE S, SAUNDERS J, MARTENS A (2011). Osteochondral fragments in the metacarpo- and metatarsophalangeal joint and their clinical importance. *Vlaams Diergenesskundig Tijdschrift*, **80**, 271-280

DELAS C (2010). Évolution des lésions tendineuses traitées au RGTA chez les trotteurs, Thèse Méd. Vét., Alfort, 131p.

DENOIX JM, JACQUET S, LEPEULE J, CREVIER-DENOIX N, VALETTE JP, ROBERT C (2013a). Radiographic findings of juvenile osteochondral conditions detected in 392 foals using a field radiographic protocol. Sous presse.

DENOIX JM, JEFFCOTT LB, MCILWRAITH, VAN WEEREN PR (2013b) A review of terminology for equine Juvenile OsteoChondral Conditions (JOCC) based on anatomical and functional considerations. *The Veterinary Journal*. Sous presse.

FOERNER JJ, BARKLAY WP, PHILLIPS TN (1987). Osteochondral fragments of the palmar/plantar aspect of the fetlock joint. *In: Proceeding 33rd Annual Convention of the American Association of Equine Practice*, Portland, USA, 739-743.

FOURSIN M (2005). Le vétérinaire face aux affections ostéo-articulaires juvéniles du pur-sang galopeur. *Pratique Vétérinaire Equine*, **37**, 109-114.

GALINELLI N, LANDONI MF (2012). Osteochondrosis en equinos: un problema latente de la industria hipica. *Analecta Veterinaria*, **30**(2), 57-66.

GEFFROY O, COUROUCE-MALBLANC A, VALETTE JP, KRAFT E (1997). Pathologie ostéo-articulaire juvénile chez le trotteur français : étude préliminaire. *Pratique Vétérinaire Equine*, **29** (3), 191-199.

GEFFROY O, TRICAUD C (2005). Gestion de l'ostéochondrose chez le jeune trotteur. *Pratique Vétérinaire Equine*, **37**, 93-99.

GOUBEAUX A, BARRIER G (1890). *De l'extérieur du cheval*. Asselin et Houzeau, 2ème édition, Paris, 996p.

GRØNDAHL AM, ENGELAND A (1995) Influence of radiographically detectable orthopedic changes on racing performance in standardbred trotters. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, **206**, 1013-1017.

GRØNDAHL AM, JANSEN JH, TEIGE J (1996). Accessory ossification center associated with osteochondral fragments in the extremities of the horse, *Journal of Comparative Pathology*, **114**, 385-398.

Haras Nationaux. Site des Haras Nationaux [en ligne] Mise à jour [<http://www.haras-nationaux.fr>], (consulté le 10 décembre 2012)

HEAD, MJ (2006) Evaluating the benefit of sales radiography in the UK. *In: Proceedings of Annual Congress of the British Equine Veterinary Association*. Birmingham, 16 September 2006, 288-289.

HURTIG MB, POOL RR (1996). Pathogenesis of equine osteochondrosis. *In: McILWRAIGHT CW, TROTTER GW. Joint disease of the horse*, Philadelphia WB Saunders, 335-348.

JÖNSSON L, DALIN G, EGENVALL A, NÄSHOLM A, ROEPSTORFF L, PHILIPSSON J (2011). Equine hospital data as source for study of prevalence and heritability of osteochondrosis and palmar/plantar osseous fragments of Swedish Warmblood horses. *Equine Veterinary Journal*, **43**, 695-700.

KANE AJ, PARK RD, MCILWRAITH CW, RANTANEN NW, MOREHEAD JP, BRAMLAGE LR (2003). Radiographic changes in thoroughbred yearlings. *Equine Veterinary Journal*, **35**, 354-374.

LAMPE V, DIERK S, DISTL O (2009). Refinement of quantitative trait loci on equine chromosome 5 responsible for fetlock osteochondrosis in Hanoverian Warmblood horse. *Animal Genetics*, **40**, 553-555.

LANGLOIS B, BLOUIN C, PERROCHEAU M, CHAFFAUX S (2006). Influence of radiographic osteochondrosis status at 16-18 months, on racing performances in French trotters. *Pferdheilkunde*, **22**, 461-464.

LYKKJEN S, ROED KH, DOLVIK NI (2012). Osteochondrosis and osteochondral fragment in the standardbred trotters: prevalence and relationships. *Equine Veterinary Journal*, **44**, 332-338.

MAYOUSSIER A (2009). Intérêt de la coblation dans l'exérèse des nodules plantaires et des fractures abaxiales et apicales des os sésamoïdes proximaux des postérieurs chez le cheval : études rétrospective de 108 cas, Thèse Méd. Vét., Alfort, 99p.

MCILWRAITH W (2005). Pathogénie des affections ostéoarticulaires juvéniles. *Pratique Vétérinaire Equine*, **37**, 67-78.

NIXON AJ and POOL RR (1995). Histologic appearance of axial osteochondral fragments from the proximoplantar/proximopalmar aspect of the proximal phalanx in horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, **207**, 1076-1080.

PEPLOW E, CHEHU F, CHAREYRE C, LUDET C (2003). L'encyclopédie du cheval. Chamalières. Artemis Eds, 194p.

PETTERSON H, RYDNN G (1982) Avulsion fractures of the caudoproximal extremity of the first phalanx. *Equine Veterinary Journal*, **14**, 333-335.

PILSWORTH R, HEAD M (2010). Presales radiographic surveys in yearlings 1. Image interpretation and significance of lesions in the fetlock, *In Practice*, **32**, 174-183.

POOL RR (1993). Difficulties in definition of equine osteochondrosis; differentiation of developmental and acquired lesions. *Equine Veterinary Journal Supplement*, **16**, 5-12.

RICARD A, COUROUCE-MALBLANC A, DENOIX JM, VALETTE JP (2002). Héritabilité des affections ostéo-articulaires juvéniles. *In: Proceeding AVEF*, Le Touquet, 262-272.

RIGOT FJJ (1827). Traité des articulations du cheval. Paris, Béchet Jeune, 19p.

ROBERT C, VALETTE JP, DENOIX JM (2006) Correlation between routine radiographic findings and early racing career in French Trotters. *Equine Veterinary Journal Supplement*, **36**, 473-478.

SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN MM, MOL JA, BARNEVELD A (1999). Hormones, growth factors and other plasma variables in relation to osteochondrosis. *Equine Veterinary Journal*, **31**, 45-54.

STOCK KF, DISTL O (2007). Genetic correlations between performance traits and radiographic findings in the limbs of German Warmblood riding horses. *Journal of Animal Science*, **85**, 31-41.

STOCK KF, HAMANN H, DISTL O (2005). Prevalence of osseous fragments in the distal and proximal interphalangeal, metacarpo- and metatarsophalangeal and tarsocrural joints of Hannoverian Warmblood Horses. *Journal of Veterinary Medicine*, **52**, 288-394.

STOCK KF, HAMANN H, DISTL O (2006). Factors associated with the prevalence of osseous fragments in the limb joints of Hanoverian Warmblood horses. *The Veterinary Journal*, **171**, 147-156.

TOURTOULOU G, CAURE S, DOMAINGUE MC (1997). La prévalence des lésions d'ostéochondrose chez le foal. *Pratique Vétérinaire. Equine*, **29**, 237-244.

VAN WEEREN PR, BARNEVELD A (1999). The effect of exercise on the distribution and manifestation of osteochondric lesions in the Warmblood foal. *Equine Veterinary Journal Supplement*, **31**, 16-25.

VAN WEEREN PR, SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN MM, BARNEVELD A (1999). The influence of birth weight, rate of weight gain and final achieved height and sex on the development of osteochondric lesions in a population of genetically predisposed Warmblood foals. *Equine Veterinary Journal Supplement*, **31**, 26-30.

VANDER HEYDEN L, SERTEYN D, CAUDRON I, VERWILGHEN D, DELIEGE B, LEJEUNE JP (2008). Prévalence de l'ostéochondrose chez le cheval de sport en Wallonie. *Annales de Médecine Vétérinaire*, **152**, 131-137.

VAUDE M.-G., GOURAUD J.-L., COMMERE P. (2002). Portrait des chevaux de France. 1^{ère} ed., Bruxière-le-Villiers, Editons Castor et Pollux, 206p.

WITTWER C, LÖHRING K, DRÖGEMÜLLER C, HAMANN H, ROSENBERGER E, DISTL O (2007). Mapping quantitative trait loci for osteochondrosis in fetlock and hock joints and palmar/plantar osseous fragments in fetlock joints of South German Coldblood horses. *Animal Genetics*, **38**, 350-357.

Annexe 1 : Tableau qualification et précocité des TF de l'échantillon.

Id cheval	NOCP	Qualif	Age Qualif (mois)	Age 1ere Course (mois)	Id cheval	NOCP	Qualif	Age Qualif (mois)	Age 1ere course (mois)
1	0	1	29	31	45	1	1	29	55
2	0	1	32	37	46	1	1	31	37
3	0	1	33	39	47	1	1	32	36
4	0	1	32	34	48	1	1	33	41
5	0	1	26	28	49	1	1	28	35
6	0	1	33	33	50	1	1	35	##
7	0	1	29	36	51	1	1	32	34
8	0	1	28	28	52	1	0	##	##
9	0	1	29	37	53	1	1	32	35
10	0	1	27	31	54	1	1	39	40
11	0	1	26	28	55	1	1	25	41
12	0	1	32	36	56	1	0	##	##
13	0	1	28	36	57	1	1	29	38
14	0	1	26	29	58	1	1	37	42
15	0	1	35	37	59	1	1	36	49
16	0	1	29	30	60	1	1	31	31
17	0	1	37	39	61	1	1	27	42
18	0	1	32	37	62	1	0	##	##
19	0	1	29	30	63	1	1	28	35
20	0	1	30	30	64	1	1	30	35
21	0	1	37	39	65	1	1	29	30
22	0	1	35	37	66	1	1	28	34
23	0	1	36	38	67	1	1	26	36
24	0	1	31	35	68	1	0	##	##
25	0	1	29	30	69	1	0	##	##
26	0	1	31	39	70	1	1	29	34
27	0	1	26	28	71	1	1	33	##
28	0	1	35	40	72	1	1	37	38
29	0	1	35	36	73	1	1	39	39
30	0	1	33	39	74	1	1	30	31
31	0	0	##	##	75	1	1	31	36
32	0	1	36	38	76	1	1	27	30
33	0	1	35	35	77	1	0	##	##
34	0	0	##	##	78	1	1	24	26
35	0	1	27	35	79	1	1	35	40
36	0	1	32	38	80	1	1	27	31
37	0	1	31	36	81	1	0	##	##
38	0	1	30	37	82	1	1	31	##
39	0	1	34	##	83	1	1	29	39
40	0	0	##	##	84	1	0	##	##
41	0	0	##	##	NOCP : 1=NOCP+ ; 0=NOCP- Qualif : 1= qualifié ; 0= non qualifié ##= donnée non disponible				
42	0	1	32	38					
43	1	1	33	37					
44	1	1	30	37					

Annexe 2 : Tableau des temps records des 72 chevaux qualifiés de l'échantillon.

Id_cheval	NOCP	Record (s)
1	0	72,2
2	0	75,7
3	0	75,3
4	0	75,3
5	0	71,3
6	0	71,2
7	0	80,1
8	0	75,9
9	0	74,1
10	0	85,7
11	0	74,4
12	0	75,7
13	0	72,2
14	0	77,8
15	0	73,5
16	0	75,8
17	0	76,9
18	0	75,6
19	0	73,5
20	0	72,2
21	0	76,1
22	0	79,9
23	0	75,8
24	0	76,7
25	0	73,9
26	0	72,3
27	0	73,5
28	0	78,1
29	0	76,3
30	0	77,3
32	0	78
33	0	74,8
35	0	77
36	0	76,9
37	0	76,2
38	0	77,3
39	0	78,6

Id_cheval	NOCP	Record (s)
42	0	79,8
43	1	72,8
44	1	75,4
45	1	78,1
46	1	76,2
47	1	71,6
48	1	75,3
49	1	75,9
50	1	77,7
51	1	79,2
53	1	74,2
54	1	77,3
55	1	73,2
57	1	76,6
58	1	73,7
59	1	80,4
60	1	78,3
61	1	75,4
63	1	75,8
64	1	76
65	1	73,7
66	1	77
67	1	74,5
70	1	75
71	1	80
72	1	76,1
73	1	77,8
74	1	77,3
75	1	78,9
76	1	72,7
78	1	74,9
79	1	74,7
80	1	72,6
82	1	80,1
83	1	77,5

NOCP : 1=NOCP+ ; 0=NOCP-

Annexe 3: Performances des chevaux NOCP+ et NOCP- de l'échantillon à 3 ans

Id_cheval	gains	nb_course	nb_vict	nb_3_prem	nb_5_prem	gain_course	nb_vict_course	nb_3prems_course	nb_5_prem/course	NOCP	Qualif
1	67390	18	4	6	9	3743.88889	0.222222222	0.333333333	0.5	0	1
2	8200	13	0	1	7	630.769231	0	0.076923077	0.538461538	0	1
3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	9590	10	0	2	4	959	0	0.2	0.4	0	1
5	90860	16	2	5	8	5678.75	0.125	0.3125	0.5	0	1
6	207000	10	4	7	7	20700	0.4	0.7	0.7	0	1
7	7000	2	1	2	2	3500	0.5	1	1	0	1
8	11810	12	1	3	5	984.166667	0.083333333	0.25	0.416666667	0	1
9	27730	10	1	5	6	2773	0.1	0.5	0.6	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	63850	11	0	3	3	5804.54545	0	0.272727273	0.272727273	0	1
12	20500	4	3	3	3	5125	0.75	0.75	0.75	0	1
13	322540	15	6	8	13	21502.6667	0.4	0.533333333	0.866666667	0	1
14	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15	13570	11	1	2	6	1233.63636	0.090909091	0.181818182	0.545454545	0	1
16	10920	4	0	3	3	2730	0	0.75	0.75	0	1
17	9290	5	0	3	3	1858	0	0.6	0.6	0	1
18	1410	8	0	0	3	176.25	0	0	0.375	0	1
19	30500	11	2	3	5	2772.72727	0.181818182	0.272727273	0.454545455	0	1
20	23995	7	3	5	5	3427.85714	0.428571429	0.714285714	0.714285714	0	1
21	2500	2	0	1	1	1250	0	0.5	0.5	0	1
22	920	7	0	0	1	131.428571	0	0	0.142857143	0	1
23	16420	5	2	2	3	3284	0.4	0.4	0.6	0	1
24	27640	12	1	3	6	2303.33333	0.083333333	0.25	0.5	0	1
25	32000	7	1	2	2	4571.42857	0.142857143	0.285714286	0.285714286	0	1
26	29320	8	2	4	6	3665	0.25	0.5	0.75	0	1
27	2090	7	0	1	3	298.571429	0	0.142857143	0.428571429	0	1
28	1930	4	0	1	1	482.5	0	0.25	0.25	0	1
29	120	3	0	0	0	40	0	0	0	0	1
30	8140	5	0	3	3	1628	0	0.6	0.6	0	1
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	3300	9	0	1	1	366.666667	0	0.111111111	0.111111111	0	1
33	22100	5	3	3	4	4420	0.6	0.6	0.8	0	1
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
35	6820	3	1	1	2	2273.33333	0.333333333	0.333333333	0.666666667	0	1
36	11000	8	1	2	2	1375	0.125	0.25	0.25	0	1
37	8650	5	1	2	2	1730	0.2	0.4	0.4	0	1
38	7500	3	1	2	2	2500	0.333333333	0.666666667	0.666666667	0	1
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	4500	6	1	1	1	750	0.166666667	0.166666667	0.166666667	0	1

NOCP: 1=NOCP+; 0=NOCP-;

Qualif: 1=Qualifié; 0=Non Qualifié

Annexe 3 (suite):Performances des chevaux NOCP+ et NOCP- de l'échantillon à 3 ans

Id cheval	gains	nb course	nb vict	nb 3 prems	nb 5 prems	gain course	nb vict course	nb 3prems courses	nb 5 prems	NOCP	Qualif
43	13520	7	2	2	4	1931.42857	0.285714286	0.285714286	0.571428571	1	1
44	3430	11	0	2	3	311.818182	0	0.181818182	0.272727273	1	1
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
46	1170	4	0	1	1	292.5	0	0.25	0.25	1	1
47	21710	9	0	6	6	2412.22222	0	0.666666667	0.666666667	1	1
48	6010	7	0	3	3	858.571429	0	0.428571429	0.428571429	1	1
49	6300	6	0	3	3	1050	0	0.5	0.5	1	1
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
51	1990	4	0	1	2	497.5	0	0.25	0.5	1	1
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
53	90100	14	2	9	12	6435.71429	0.142857143	0.642857143	0.857142857	1	1
54	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
55	8750	3	1	2	2	2916.66667	0.333333333	0.666666667	0.666666667	1	1
56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
57	20500	4	3	3	3	5125	0.75	0.75	0.75	1	1
58	1710	2	0	1	2	855	0	0.5	1	1	1
59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
61	13000	3	2	2	2	4333.33333	0.666666667	0.666666667	0.666666667	1	1
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
64	9170	5	1	2	2	1834	0.2	0.4	0.4	1	1
65	34500	16	3	4	7	2156.25	0.1875	0.25	0.4375	1	1
66	10430	10	1	2	3	1043	0.1	0.2	0.3	1	1
67	17480	3	2	2	3	5826.66667	0.666666667	0.666666667	1	1	1
68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
70	28770	9	1	4	4	3196.66667	0.111111111	0.444444444	0.444444444	1	1
71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
72	5100	9	1	1	2	566.666667	0.111111111	0.111111111	0.222222222	1	1
73	5500	7	0	1	2	785.714286	0	0.142857143	0.285714286	1	1
74	24660	13	2	4	9	1896.92308	0.153846154	0.307692308	0.692307692	1	1
75	1860	13	0	0	2	143.076923	0	0	0.153846154	1	1
76	39530	8	2	4	5	4941.25	0.25	0.5	0.625	1	1
77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
78	23140	10	1	3	4	2314	0.1	0.3	0.4	1	1
79	5360	2	1	1	2	2680	0.5	0.5	1	1	1
80	559900	13	4	8	11	43069.2308	0.307692308	0.615384615	0.846153846	1	1
81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
83	6020	4	0	3	4	1505	0	0.75	1	1	1
84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

NOCP : 1=NOCP+; 0=NOCP- ;

Qualif: 1=Qualifié; 0=Non Qualifié

Annexe 4: Performances des chevaux NOCP+ et NOCP- de l'échantillon à 4 ans

Id cheval	gains	nb courses	nb vict	nb 3_prem	nb 5_prem	gain course	nb vict course	nb 3prems course	nb 5_prem course	prems course	NOCP	qualif
1	136440	15	2	6	9	9096	0.133333333	0.4	0.6	0	1	1
2	27850	17	1	5	7	1638.23529	0.058823529	0.294117647	0.411764706	0	1	1
3	29960	16	4	7	8	1872.5	0.25	0.4375	0.5	0	1	1
4	20160	11	1	5	5	1832.72727	0.090909091	0.454545455	0.454545455	0	1	1
5	125400	15	1	3	5	8360	0.066666667	0.2	0.333333333	0	1	1
6	419400	9	3	6	6	46600	0.333333333	0.666666667	0.666666667	0	1	1
7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
8	7550	11	0	2	5	686.363636	0	0.181818182	0.454545455	0	1	1
9	17830	5	0	2	3	3566	0	0.4	0.6	0	1	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
11	25450	14	1	1	2	1817.85714	0.071428571	0.071428571	0.142857143	0	1	1
12	17310	8	1	2	3	2163.75	0.125	0.25	0.375	0	1	1
13	74320	10	1	4	6	7432	0.1	0.4	0.6	0	1	1
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
15	80410	15	3	6	7	5360.66667	0.2	0.4	0.466666667	0	1	1
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
17	4130	8	0	1	2	516.25	0	0.125	0.25	0	1	1
18	16960	14	1	5	8	1211.42857	0.071428571	0.357142857	0.571428571	0	1	1
19	118030	19	7	9	14	6212.10526	0.368421053	0.473684211	0.736842105	0	1	1
20	226385	12	1	7	9	1885.4167	0.083333333	0.583333333	0.75	0	1	1
21	24820	8	3	4	5	3102.5	0.375	0.5	0.625	0	1	1
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
23	17280	12	1	1	2	1440	0.083333333	0.083333333	0.166666667	0	1	1
24	6830	5	0	1	2	1366	0	0.2	0.4	0	1	1
25	1400	4	0	0	0	350	0	0	0	0	1	1
26	70080	16	3	4	7	4380	0.1875	0.25	0.4375	0	1	1
27	14860	8	0	1	3	1857.5	0	0.125	0.375	0	1	1
28	8500	9	1	2	2	944.44444	0.111111111	0.222222222	0.222222222	0	1	1
29	7130	7	1	2	3	1018.57143	0.142857143	0.285714286	0.428571429	0	1	1
30	1640	5	0	0	2	328	0	0	0.4	0	1	1
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	6000	4	1	1	1	1500	0.25	0.25	0.25	0	1	1
33	42590	12	2	4	7	3549.16667	0.166666667	0.333333333	0.583333333	0	1	1
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
35	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
36	4200	11	0	1	2	381.818182	0	0.090909091	0.181818182	0	1	1
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
38	5800	9	0	1	3	644.44444	0	0.111111111	0.333333333	0	1	1
39	46850	6	3	3	4	7808.33333	0.5	0.5	0.666666667	1	1	1
40	36640	24	3	9	13	1526.66667	0.125	0.375	0.541666667	1	1	1
41	3220	4	0	1	1	805	0	0.25	0.25	1	0	0
42	17120	13	1	4	7	1316.92308	0.076923077	0.307692308	0.538461538	1	1	1

NOCP: 1=NOCP+; 0=NOCP-

Qualif: 1= Qualifié; 0= Non qualifié

Annexe 4 (suite): Performances des chevaux NOCP+ et NOCP- de l'échantillon à 4 ans

Id cheval	gains	nb courses	nb vict	nb 3_prem	nb 5_prem	gain course	nb vict course	nb 3prems course	nb 5_prem course	NOCP	qualif
43	31160	8	1	3	3	3895	0.125	0.375		1	1
44	9990	9	1	2	5	1110	0.11111111	0.22222222	0.55555556	1	1
45	14020	9	0	5	6	1557.77778	0	0.55555556	0.66666667	1	1
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
47	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	1
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
49	52740	14	1	2	6	3767.14286	0.07142857	0.14285714	0.42857142	1	1
50	3250	2	0	1	1	1625	0	0.5	0.5	1	1
51	56100	6	4	5	5	9350	0.66666667	0.83333333	0.83333333	1	1
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
53	6680	5	0	2	3	1336	0	0.4	0.6	1	1
54	49840	12	4	7	9	4153.33333	0.33333333	0.58333333	0.75	1	1
55	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
57	38540	13	2	5	6	2964.61538	0.15384615	0.38461538	0.46153846	1	1
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
59	53750	7	5	6	6	7678.57143	0.71428571	0.85714285	0.85714285	1	1
60	15000	11	2	2	3	1363.63636	0.18181818	0.18181818	0.27272727	1	1
61	54850	10	1	5	5	5485	0.1	0.5	0.5	1	1
62	13940	14	0	4	9	995.714286	0	0.28571428	0.64285714	1	1
63	109910	8	4	8	8	13738.75	0.5	1	1	1	1
64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
66	58240	10	3	4	5	5824	0.3	0.4	0.5	1	1
67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
68	33890	14	3	4	5	2420.71429	0.21428571	0.28571428	0.35714285	1	1
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
70	14540	9	1	2	2	1615.55556	0.11111111	0.22222222	0.22222222	1	1
71	3640	8	0	1	3	455	0	0.125	0.375	1	1
72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
75	28560	8	3	5	5	3570	0.375	0.625	0.625	1	1
76	146200	5	2	3	3	29240	0.4	0.6	0.6	1	1

NOCP : 1=NOCP+; 0=NOCP-

Qualif: 1 = Qualifié; 0 = Non qualifié

Annexe 5: Performances des chevaux NOCP+ et NOCP- de l'échantillon à 5 ans

Id cheval	gains	nb courses	nb vict	nb 3_prem	nb 5_prem	gain_course	nb vict_course	nb 3prems_course	nb 5_prem_course	NOCP	qualif
1	175400	11	1	5	6	15945.4545	0.090909091	0.454545455	0.545454545	0	1
2	3420	11	0	0	0	310.909091	0	0	0.272727273	0	1
3	28280	18	2	6	10	1571.11111	0.111111111	0.333333333	0.555555556	0	1
4	22420	13	2	4	7	1724.61538	0.153846154	0.307692308	0.538461538	0	1
5	42900	6	0	2	2	7150	0	0.333333333	0.333333333	0	1
6	55000	4	1	1	1	13750	0.25	0.25	0.25	0	1
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8	1590	9	0	0	2	176.666667	0	0	0.222222222	0	1
9	25830	9	1	1	5	2870	0.111111111	0.111111111	0.555555556	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	19040	9	2	2	3	2115.55556	0.222222222	0.222222222	0.333333333	0	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13	142850	11	3	9	11	12986.3636	0.272727273	0.818181818	1	0	1
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15	35250	4	0	2	4	8812.5	0	0.5	1	0	1
16	7730	9	0	3	5	858.888889	0	0.333333333	0.555555556	0	1
17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
18	26740	22	1	5	8	1215.45455	0.045454545	0.227272727	0.363636364	0	1
19	13100	4	0	1	2	3275	0	0.25	0.5	0	1
20	272600	10	2	5	8	27260	0.2	0.5	0.8	0	1
21	32820	8	4	4	6	4102.5	0.5	0.5	0.75	0	1
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
23	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1
24	280	2	0	0	0	140	0	0	0	0	1
1	1800	3	0	0	1	600	0	0	0.333333333	1	1
2	5180	25	0	2	6	207.2	0	0.08	0.24	1	1
3	10690	15	1	2	3	712.666667	0.066666667	0.133333333	0.2	1	0
4	140	8	0	0	0	17.5	0	0	0	1	1
5	289300	10	5	8	8	28930	0.5	0.8	0.8	1	1
6	19170	12	2	4	5	1597.5	0.166666667	0.333333333	0.416666667	1	1
7	31650	20	3	6	12	1582.5	0.15	0.3	0.6	1	1
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
13	156200	10	5	6	6	15620	0.5	0.6	0.6	1	1
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
15	1430	9	0	0	2	158.888889	0	0	0.222222222	1	1
16	57850	11	2	6	8	5259.09091	0.181818182	0.545454545	0.727272727	1	1
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
19	11860	10	1	1	1	1186	0.1	0.1	0.1	1	1
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
21	14040	9	1	2	3	1560	0.111111111	0.222222222	0.333333333	1	1
22	37350	13	4	6	6	2873.07692	0.307692308	0.461538462	0.461538462	1	1
23	1530	4				382.5	0	0	0	1	1
24	4450	13	0	1	3	342.307692	0	0.076923077	0.230769231	1	1

NOCP: 1=NOCP+; 0=NOCP-;

Qualif: 1=Qualifié; 0=Non qualifié

Annexe 6: Performances des chevaux POF+ et POF- de l'échantillon pendant la durée de la carrière de course

id_cheval	OCD	gains	nb_courses	nb_victoire	nb_3prem	nb_5prem	gains_course	nb_vict_course	nb_3prem_course	nb_5prem_course	Qualif
1	0	593080	66	9	22	30	8986,0606	0,1363636	0,333333333	0,454545455	1
2	0	46500	58	1	9	24	801,72414	0,0172414	0,155172414	0,413793103	1
3	0	101450	62	8	22	29	1636,2903	0,1290323	0,35483871	0,467741935	1
4	0	62950	53	4	16	24	1187,7358	0,0754717	0,301886792	0,452830189	1
5	0	316500	54	4	15	25	5861,1111	0,0740741	0,277777778	0,462962963	1
6	0	713900	29	8	15	16	24617,241	0,2758621	0,517241379	0,551724138	1
7	0	7000	4	1	2	2	1750	0,25	0,5	0,5	1
8	0	48480	50	3	12	23	969,6	0,06	0,24	0,46	1
9	0	71890	25	2	8	14	2875,6	0,08	0,32	0,56	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	0	115150	39	4	7	9	2952,5641	0,1025641	0,179487179	0,230769231	1
12	0	37810	12	4	5	6	3150,8333	0,3333333	0,416666667	0,5	1
13	0	322540	36	10	21	30	8959,4444	0,2777778	0,583333333	0,833333333	1
14	0	32650	8	1	4	4	4081,25	0,125	0,5	0,5	1
15	0	129230	30	4	10	17	4307,6667	0,1333333	0,333333333	0,566666667	1
16	0	23530	16	9	8	10	1470,625	0,5625	0,5	0,625	1
17	0	13420	14	0	4	5	958,57143	0	0,285714286	0,357142857	1
18	0	45110	44	2	10	19	1025,2273	0,0454545	0,227272727	0,431818182	1
19	0	172390	39	10	15	24	4420,2564	0,2564103	0,384615385	0,615384615	1
20	0	623995	32	7	19	24	19499,844	0,21875	0,59375	0,75	1
21	0	60140	18	7	9	12	3341,1111	0,3888889	0,5	0,666666667	1
22	0	920	7	0	0	1	131,42857	0	0	0,142857143	1
23	0	33700	20	3	3	5	1685	0,15	0,15	0,25	1
24	0	34750	19	1	4	8	1828,9474	0,0526316	0,210526316	0,421052632	1
25	0	54900	15	3	4	4	3660	0,2	0,266666667	0,266666667	1
26	0	99400	24	5	8	13	4141,6667	0,2083333	0,333333333	0,541666667	1
27	0	61590	23	2	5	11	2677,8261	0,0869565	0,217391304	0,47826087	1
28	0	10430	13	1	3	3	802,30769	0,0769231	0,230769231	0,230769231	1
29	0	7250	10	1	2	3	725	0,1	0,2	0,3	1
30	0	9780	10	0	3	5	978	0	0,3	0,5	1
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	9300	13	1	2	2	715,38462	0,0769231	0,153846154	0,153846154	1
33	0	64690	17	5	7	11	3805,2941	0,2941176	0,411764706	0,647058824	1
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	6820	4	1	1	2	1705	0,25	0,25	0,5	1
36	0	15200	19	1	3	4	760	0,05	0,15	0,2	1
37	0	8650	5	1	2	2	1730	0,2	0,4	0,4	1
38	0	13300	12	1	3	5	1108,3333	0,0833333	0,25	0,416666667	1
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	4500	6	1	1	1	750	0,1666667	0,166666667	0,166666667	1

OCD: 1=POF+; 0=POF-; Qualif: 1=Qualifié; 0=Non qualifié

Annexe 6 (suite): Performances des chevaux POF+ et POF- de l'échantillon pendant la durée de la carrière de course

id_cheval	OCD	gains	nb_courses	nb_victoire	nb_3prem	nb_5prem	gains_course	nb_vict_course	nb_3prems_course	nb_5prems_course	Qualif
43	1	97220	22	7	9	13	4419,0909	0,3181818	0,409090909	0,590909091	1
44	1	59170	101	4	16	37	585,84158	0,039604	0,158415842	0,366336634	1
45	1	14310	22	1	3	5	650,45455	0,0454545	0,136363636	0,227272727	1
46	1	18430	25	1	5	8	737,2	0,04	0,2	0,32	1
47	1	344970	33	6	17	17	10453,636	0,1818182	0,515151515	0,515151515	1
48	1	35170	32	3	9	13	1099,0625	0,09375	0,28125	0,40625	1
49	1	80770	49	5	20	28	1648,3673	0,1020408	0,408163265	0,571428571	1
50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
51	1	1990	9	0	1	2	221,11111	0	0,111111111	0,222222222	1
52	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	1	142840	29	3	11	18	4925,5172	0,1034483	0,379310345	0,620689655	1
54	1	3250	3	0	1	1	1083,3333	0	0,333333333	0,333333333	1
55	1	221050	19	10	13	13	11634,211	0,5263158	0,684210526	0,684210526	1
56	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	1	28610	18	3	5	8	1589,4444	0,1666667	0,277777778	0,444444444	1
58	1	109400	25	6	14	19	4376	0,24	0,56	0,76	1
59	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
60	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61	1	63400	26	5	8	9	2438,4615	0,1923077	0,307692308	0,346153846	1
62	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	1	67790	17	6	8	9	3987,6471	0,3529412	0,470588235	0,529411765	1
64	1	61520	29	7	10	11	2121,3793	0,2413793	0,344827586	0,379310345	1
65	1	91270	32	4	9	13	2852,1875	0,125	0,28125	0,40625	1
66	1	28820	37	1	7	15	778,91892	0,027027	0,189189189	0,405405405	1
67	1	127390	11	6	10	11	11580,909	0,5454545	0,909090909	1	1
68	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	1	87010	19	4	8	9	4579,4737	0,2105263	0,421052632	0,473684211	1
71	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
72	1	38990	23	4	5	7	1695,2174	0,173913	0,217391304	0,304347826	1
73	1	5500	7	0	1	2	785,71429	0	0,142857143	0,285714286	1
74	1	39530	24	3	6	12	1647,0833	0,125	0,25	0,5	1
75	1	5500	21	0	1	5	261,90476	0	0,047619048	0,238095238	1
76	1	211300	13	5	8	9	16253,846	0,3846154	0,615384615	0,692307692	1
77	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78	1	26390	15	1	4	5	1759,3333	0,0666667	0,266666667	0,333333333	1
79	1	33920	10	4	6	7	3392	0,4	0,6	0,7	1
80	1	559900	21	7	13	16	26661,905	0,3333333	0,619047619	0,761904762	1
81	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
83	1	6020	4	0	3	4	1505	0	0,75	1	1
84	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OCD: 1=POF+; 0=POF-; Qualif: 1=Qualifié, 0=Non qualifié											

Annexe 7: Tableau présentant la comparaison des performances sur la carrière de courses par les moyennes entre les groupes NOCP- et NOCP+ (test de Student).

Variables	NOCP +	NOCP-	P (Student)
Record de temps	1'15"99 (2"30)	1'15"87 (2"84)	0,8445
Nb courses	16,59 (18,62)	21,57 (18,78)	0,2261
Gain (€)	62 176,90 (106 894,21)	94 592,74 (170 781,39)	0,3002
Gains/course (€)	2 993,43 (5246,53)	3 096,59 (4823,46)	0,9255
Nb victoire	2,5238 (27871)	2,9762 (3,1116)	0,4848
Nb victoire/course	0,1199 (0,1542)	0,1300 (0,1254)	0,6977
Nb 3 prems	5,500 (5,5491)	6,7619 (6,5400)	0,3431
Nb 3 prems/course	0,2592 (0,2473)	0,2665 (0,1690)	0,8741
Nb 5 prems	7,7619 (8,2486)	10,1667 (9,7278)	0,2252
Nb 5 prems/course	0,3433 (0,2911)	0,3813 (0,2202)	0,5014

Annexe 8: Tableau présentant la comparaison des performances à 3 ans par les moyennes (entre les groupes NOCP- et NOCP+ (test de Student).

Variables	NOCP +	NOCP-	P (Student)
Gain	21 540 (65 345)	23 612 (40 965)	0,8622
Gains/course	2 375 (5 447)	2 709 (4 113)	0,7519
Nb victoire	0,7 (1,05)	1 (1,4)	0,2539
Nb victoire/course	0,12 (0,2)	0,14 (0,19)	0,5619
Nb 3 prems	1,76 (2,17)	2,14 (2,02)	0,4077
Nb 3 prems/course	0,26 (0,27)	0,31 (0,27)	0,4357
Nb 5 prems	2,45 (2,96)	3,14 (2,92)	0,2846
Nb 5 prems/course	0,36 (0,35)	0,41 (0,29)	0,4627

Annexe 9: Tableau présentant la comparaison des performances à 4 ans par les moyennes (écart-type) entre les groupes NOCP- et NOCP+ (test de Student).

Variables	NOCP+	NOCP-	P (Student)
Gain (€)	23 649 (32 533)	41 018 (79 746)	0,2177
Nb courses	6,18 (5,76)	8,21 (5,75)	0,1292
Gains/course (€)	2 989 (5 372)	3 634 (8 032)	0,6822
Nb victoire	1,16 (1,52)	1,03 (1,48)	0,7029
Nb victoire/course	0,13 (0,20)	0,09 (0,11)	0,2054
Nb 3 prems/course	0,28 (0,28)	0,21 (0,19)	0,2628
Nb 5 prems	3,24 (3,32)	3,63 (3,40)	0,6097
Nb 5 prems/course	0,35 (0,31)	0,32 (0,24)	0,7413

Annexe 10: Comparaison des performances à 5 ans par les moyennes (écart-type) entre les groupes NOCP- et NOCP+ (test de Student).

Variables	NOCP +	NOCP-	P (Student)
Gain	26 777 (65 109)	37 718 (66 534)	0,5675
Nb Courses	7,20 (7,10)	6,83 (5,91)	0,8433
Gains/course	2 543 (6 499)	4 344 (6 849)	0,3548
Nb victoire	1,04 (1,66))	0,79 (1,14)	0,5468
Nb victoire/course	0,09 (0,15)	0,08 (0,13)	0,8966
Nb 3 prems	1,91 (2,64)	2,08 (2,50)	0,8215
Nb 3 prems/course	0,15 (0,23)	0,21 (0,23)	0,3555
Nb 5 prems	2,78 (3,44)	3,46 (3,49)	0,5072
Nb 5 prems/course	0,22 (0,26)	0,36 (0,33)	0,1118

ETUDE RÉTROSPECTIVE DE L'IMPACT DES NODULES OSTEO-CHONDRAUX PLANTAIRES DU BOULET SUR LES PERFORMANCES DES TROTTEURS EN COURSE

NOM et Prénom : DE MURAT DE LESTANG Valérie

Résumé :

Les nodules ostéochondraux plantaires du boulet sont une pathologie ostéo-articulaire particulièrement fréquente chez le Trotteur Français. Leur impact sur la carrière en course est sujet à controverse compte tenu de l'expression clinique souvent réduite et mais de l'influence possible qu'ils peuvent avoir sur la locomotion. En effet, le trot étant une allure symétrique, les possibilités de compensation de l'appareil locomoteur sont faibles. Ainsi, la moindre gêne peut altérer cette symétrie faisant ainsi courir le risque de disqualification en course pour allure défectueuse.

Le but de cette étude est d'essayer d'apporter des éléments de réponse à propos de l'impact de ces nodules sur les performances des trotteurs en course.

L'étude porte sur une population de 216 Trotteurs Français âgés de 3 à 7 ans disposant des radiographies de profil des deux boulets postérieurs. Un échantillon de 84 chevaux répartis en deux groupes de composition équivalente en âge et en sexe en a été extrait : l'un contient des chevaux présentant au moins un nodule plantaire (NOCP+) et l'autre des chevaux avec des boulets postérieurs sains (NOCP-).

Afin de comparer les performances de ces deux groupes, différents paramètres ont été étudiés : la qualification, l'âge à la qualification, le nombre de courses courues, le nombre de victoires, le nombre de classement dans les trois et les cinq premiers, le temps record, les gains.

Sur les critères de performances choisis dans cette étude, il n'existe pas de différence statistiquement significative entre les chevaux NOCP+ et NOCP-. Cependant, en observant les valeurs absolues et les tendances, les chevaux NOCP+ ont plutôt de moins bonnes performances que les NOCP- à 3 et 5 ans. A 4 ans, même s'ils se placent plus souvent que les NOCP-, les gains des NOCP+ sont inférieurs, indiquant qu'ils participent à des courses moins bien dotées, donc d'un niveau inférieur.

Mots clés : OSTEOCHONDROSE / PERFORMANCE / NODULE PLANTAIRE / BOULET POSTERIEUR / COURSE/EQUIDE / TROTTEUR/CHEVAL / CHEVAL DE COURSE

Jury :

Président : Pr.

Directeur : Pr. J.-M. DENOIX

Assesseur : Dr. C. ROBERT

Invité : M. L. DESQUILBET

RETROSPECTIVE STUDY ON THE IMPACT OF PLANTAR OSTEOCHONDRAL FRAGMENTS IN THE FETLOCK ON RACING PERFORMANCE IN FRENCH TROTTERS

SURNAME : DE MURAT DE LESTANG

Given name : Valérie

Summary

Fetlock Plantar Osteochondral Fragments (NOCP) are an osteo-articular pathology frequently found in the French Trotter. The impact of NOCP is controversial as clinical signs are often mild but NOCP might have an influence on locomotion. Indeed, as trot is symmetrical, compensation of any discomfort might be more difficult and there is a risk to for disqualification for irregular gait.

The aim of the study is to provide some elements to assess the impact of plantar osteochondral fragments in the fetlock joint on racing performance of trotters.

The study was performed on 216 French trotters being between 3 and 7 years old with x-rays of the two hind fetlocks. Within this sample an extract of 84 horses was chosen and split into two groups of similar composition in terms of age and gender. The first group is composed of horses with osteochondral fragments (NOCP+) and the second one of horses with healthy hind fetlocks (NOCP-).

In order to compare the performance of these groups, different elements were studied: the qualification, the age at qualification, the number of races, the number of victories, the number of place in the first three and in the first five, the best time and the earnings.

Based on these criteria, there is no significant statistical difference between NOCP+ and NOCP- horses. However, looking at the absolute values and trends, NOCP+ horses perform less than the NOCP- at 3 and 5 years old. At 4 years of age, even if they are more often placed in the first three than the NOCP-, their earnings are less, emphasizing the fact that they are involved in races with less potential earnings which means at a lower level.

Keywords: OSTEOCHONDROSIS/PERFORMANCE/PLANTAR FRAGMENT/HIND FETLOCK/RACE/EQUID/TROTTER/HORSE/RACEHORSE

Jury :

President : Pr.

Director : Pr. J.-M. DENOIX

Assessor : Dr. C. ROBERT

Guest : M. DESQUILBET