



HAL
open science

Le kératome chez le cheval : étude rétrospective sur 32 cas examinés au CIRALE entre 2010-2017 et 2021-2022

Éloïse Jouve-Leroy

► To cite this version:

Éloïse Jouve-Leroy. Le kératome chez le cheval : étude rétrospective sur 32 cas examinés au CIRALE entre 2010-2017 et 2021-2022. Médecine vétérinaire et santé animale. 2024. dumas-04710387

HAL Id: dumas-04710387

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04710387v1>

Submitted on 26 Sep 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Année 2024

LE KÉRATOME CHEZ LE CHEVAL : ÉTUDE RÉTROSPECTIVE SUR 32 CAS EXAMINÉS AU CIRALE

THÈSE

pour obtenir le diplôme d'État de

DOCTEURE VÉTÉRINAIRE

présentée et soutenue publiquement devant

la Faculté de Médecine de Créteil (UPEC)

le 19 juillet 2024

par

Eloïse, Monique, Danièle JOUVE--LEROY

sous la direction de

Lélia BERTONI

JURY

Président du jury :	M. Fabrice AUDIGIÉ	Professeur à l'EnvA
Directrice de thèse :	Mme Lélia BERTONI	Maître de Conférences à l'EnvA
Examinatrice :	Mme Céline MESPOULHÉS- RIVIÈRE	Ingénieure de recherche (DMV)

version mai 2024

Liste des Professeurs et Maîtres de conférences titulaires de l'HDR

M	Adjou	Karim	Professeur	DPASP
M	Audigié	Fabrice	Professeur	DEPEC
M	Bellier	Sylvain	Professeur	DSBP
Mme	Bencheكرون	Ghita	Maître de conférences HDR	DEPEC
M	Blaga	Radu	Professeur	DSBP
M	Blot	Stéphane	Professeur	DEPEC
M	Boulouis	Henri-Jean	Professeur émérite	DSBP
Mme	Chahory	Sabine	Professeur	DEPEC
Mme	Chastant	Sylvie	Professeur	DPASP
M	Chateau	Henry	Professeur	DSBP
Mme	Chetboul	Valerie	Professeur	DEPEC
Mme	Crepeaux	Guillemette	Maître de conférences HDR	DSBP
Mme	Crevier-Denoix	Nathalie	Professeur	DSBP
M	Degueurce	Christophe	Professeur	DSBP
M	Denoix	Jean-Marie	Professeur	DEPEC
M	Desquilbet	Loïc	Professeur	DSBP
Mme	Dufour	Barbara	Professeur émérite	DPASP
M	Fayolle	Pascal	Professeur émérite	DEPEC
M	Federighi	Michel	Professeur	DPASP
M	Fontbonne	Alain	Professeur	DEPEC
Mme	Gilbert	Caroline	Professeur	DSBP
M	Grandjean	Dominique	Professeur	DEPEC
Mme	Grimard-Ballif	Bénédicte	Professeur	DPASP
Mme	Haddad-Hoang Xuan	Nadia	Professeur	DPASP
M	Jouvion	Gregory	Professeur	DSBP
M	Kohlhauer	Matthias	Professeur	DSBP
Mme	Le Podier	Sophie	Professeur	DSBP
Mme	Le Roux	Delphine	Maître de conférences HDR	DSBP
M	Manassero	Mathieu	Professeur	DEPEC
Mme	Maurey-Guéneç	Christelle	Professeur	DEPEC
M	Millemann	Yves	Professeur	DPASP
M	Ponter	Andrew	Professeur	DPASP
Mme	Risco-Castillo	Véronica	Maître de conférences HDR	DSBP
Mme	Rivière	Julie	Professeur	DPASP
Mme	Robert	Céline	Professeur	DSBP
M	Tiret	Laurent	Professeur	DSBP
M	Tissier	Renaud	Professeur	DSBP
M	Verwaerde	Patrick	Professeur	DEPEC
Mme	Viateau	Véronique	Professeur	DEPEC

Liste des Maîtres de conférences et Ingénieurs de recherche DMV

M	Arné	Pascal	Maître de conférences	DPASP
Mme	Barassin	Isabelle	Maître de conférences	DPASP
Mme	Barbarino	Alix	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Béguin	Jérémy	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Bertoni	Lelia	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Canonne-Guibert	Morgane	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Chevallier	Lucie	Maître de conférences	DSBP
Mme	Cochet-Faivre	Noëlle	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Cordonnier-Lefort	Nathalie	Maître de conférences	DSBP
Mme	Coudry	Virginie	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Crozet	Guillaume	Maître de conférences	DPASP
Mme	De Paula Reis	Alline	Maître de conférences	DPASP
M	Delsart	Maxime	Maître de conférences	DPASP
Mme	Denis	Marine	Ingénieur de recherche (DMV)	DPASP
M	Deshuillers	Pierre	Maître de conférences	DSBP
M	Gauthier	Michel	Maître de conférences associé	DPASP
Mme	Guérin	Virginie	Maître de conférences	DSBP
Mme	Guétin-Poirier	Valentine	Maître de conférences	DPASP
Mme	Jacquet	Sandrine	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Kurtz	Maxime	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Lagrée	Anne-Claire	Maître de conférences	DSBP
Mme	Le Dudal	Marine	Ingénieur de recherche (DMV)	DSBP
Mme	Legrand	Chantal	Maître de conférences associé	DSBP
M	Mammeri	Mohamed	Maître de conférences	DSBP
Mme	Manguin	Estelle	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Marignac	Genevieve	Maître de conférences	DSBP
Mme	Marotto	Stéphanie	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Maurice	Emeline	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Mespoules-Rivière	Céline	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Mortier	Jérémy	Maître de conférences associé	DEPEC
Mme	Mtimet	Narjès	Maître de conférences	DPASP
M	Nudelmann	Nicolas	Maître de conférences	DEPEC
M	Pignon	Charly	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Polack	Bruno	Maître de conférences	DSBP
Mme	Quéré	Émilie	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Radière	Guéric	Maître de conférences associé	DSBP
Mme	Ravary-Plumioën	Béangère	Ingénieur de recherche (DMV)	DPASP
M	Reyes-Gomez	Edouard	Maître de conférences	DSBP
Mme	Rose	Hélène	Maître de conférences associé	DSBP
M	Tanquerel	Ludovic	Maître de conférences	DEPEC

Remerciements

Au Président du Jury de cette thèse, M. Fabrice AUDIGIÉ, Professeur à l'EnvA, qui nous fait l'honneur de présider le jury de cette thèse.
Hommage respectueux.

À la directrice de cette thèse, Mme Lélia BERTONI, Maître de conférences à l'EnvA, pour m'avoir confié ce projet et m'avoir aidé et consacré aimablement son temps.
Sincères remerciements.

À Mme Céline MESPOULHÈS-RIVIÈRE, Ingénieure de recherche et praticienne hospitalière à l'EnvA, pour avoir accepté de faire partie du jury de cette thèse.
Merci.

Merci à moi-même de n'avoir jamais laissé tomber malgré toutes les difficultés rencontrées. Tu as réalisé ton rêve d'enfant. Sois fière.

Merci Annie pour la relecture de ma thèse et la correction de mes (nombreuses) fautes de français.

Merci à ma famille alforienne, à mon ANCIENNE, Sarah, ma co-poulotte Tiphaine, mes poulottes, Evaelle, Faustine et Manon, à Elodie et Victoire pour être entrée dans ma vie.

Table des matières

LISTE DES FIGURES	5
LISTE DES TABLEAUX	7
LISTE DES ABREVIATIONS	9
INTRODUCTION	11
PREMIERE PARTIE : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	13
1. RAPPEL ANATOMIQUE DE LA REGION DU PIED	13
A. Anatomie de la boîte cornée	13
a. Face dorsale	13
i. La couronne	13
ii. Le périople	14
iii. La paroi	14
b. Face palmaire	15
i. La paroi interne	16
ii. La ligne blanche	16
B. Formations anatomiques internes	16
a. Le chorion	16
i. Le bourrelet coronal	17
ii. Le chorion pariétal ou podophylle	17
iii. Le chorion solaire et cunéal	18
b. La phalange distale	18
c. Le coussinet digital	19
d. L'os sésamoïde distal	19
e. La vascularisation	19
f. L'innervation	20
2. PHYSIOPATHOLOGIE DU KERATOME	21
A. Etiologie	21
B. Pathogénie	21
C. Les signes cliniques	22
D. Diagnostic	23
a. De suspicion	23
b. Diagnostic différentiel	24
c. Diagnostic de certitude	24
E. Le traitement	25
a. Médical	25
b. Chirurgical	26
i. Résection complète de la partie de la paroi atteinte	26
ii. Résection partielle de la paroi du sabot	27
F. Le post-traitement	28
a. Les complications	28
b. Pronostic et convalescence	29
DEUXIEME PARTIE : ETUDE RETROSPECTIVE DES CHEVAUX PRESENTANT UN KERATOME ET EXAMINES AU CIRALE ENTRE 2010-2017 ET 2021-2022...	31
1. INTRODUCTION	31

2.	MATERIELS ET METHODE	31
	A. Sélection des cas	31
	B. Recueil des données.....	32
	C. Traitement des données.....	32
3.	RESULTATS	33
	A. Statistique descriptive	33
	a. Description de la population	33
	b. Etat d'embonpoint.....	34
	c. Motif de consultation.....	35
	d. Examen physique du pied	35
	e. Examen dynamique.....	36
	i. Membres atteints par un kératome.....	36
	ii. Association entre kératome et boiterie	37
	iii. Grade de la boiterie	38
	f. Examens complémentaires	39
	i. Les signes présents lors de radiographie du pied, en vue de face (dorso-proximale 60°palmaro-distale oblique)	39
	ii. Signification clinique du kératome lors de lésions concomitantes	40
	iii. Diagnostic par IRM	42
	g. Traitement et suivi par le vétérinaire référent.....	44
	h. Le retour en compétition après la consultation au CIRALE.....	44
	B. Statistiques analytiques.....	45
	a. Comparaison du pronostic sportif en fonction de la localisation du kératome	46
	i. Sur le membre antérieur ou postérieur.....	46
	ii. Dans le sabot.....	47
	b. Comparaison du pronostic sportif en fonction du nombre de kératomes.....	48
	c. Comparaison du pronostic sportif en fonction de la présence de signe(s) radiographique(s).....	49
	d. Comparaison du pronostic sportif en fonction de lésions concomitantes	49
	e. Pronostic sportif en fonction de la réalisation d'un traitement chirurgical par exérèse	50
4.	DISCUSSION.....	52
	A. Autour du matériel et méthode	52
	a. Matériel.....	52
	b. Méthode.....	52
	B. Interprétation des résultats.....	53
	a. Données épidémiologiques	53
	i. Motif de consultation	53
	ii. Examen physique du pied.....	53
	iii. Examen dynamique	54
	iv. Examens complémentaires.....	54
	v. Retour en compétition post-diagnostic.....	55
	b. Le pronostic sportif	56
5.	PERSPECTIVES.....	57
	CONCLUSION	58
	LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	60

Liste des figures

- Figure 1** : Photographie du sabot, vue latérale
- Figure 2** : Schéma d'une coupe sagittale de la boîte cornée (face interne de la paroi)
- Figure 3** : Photo du stratum internum
- Figure 4** : Face solaire (distale) de la boîte cornée
- Figure 5** : Schéma d'une vue latérale de la membrane kératogène, après retrait de la boîte cornée
- Figure 6** : Dessin de la face solaire du chorion
- Figure 7** : Vue dorsale de P3
- Figure 8** : Vue caudo-palmaire du réseau artériel de la main du cheval
- Figure 9** : Vue dorsale de la vascularisation de P2 et P3
- Figure 10** : Vue latérale de l'innervation de la main du cheval
- Figure 11** : Dessin en face interne et solaire d'un kératome s'étendant jusqu'au chorion solaire.
- Figure 12** : Exérèse complète d'un kératome, incluant son origine proximale
- Figure 13** : Dépression de la ligne blanche en mamelle due à un kératome
- Figure 14** : Zone anesthésiée lors d'ATDD
- Figure 15** : Zone insensibilisée lors d'ATDP
- Figure 16** : Radiographie en vue dorso-proximale palmaro-distale oblique de la phalange distale
- Figure 17** : Image de kératome au scanner sur trois chevaux différents
- Figure 18** : Images IRM d'un kératome
- Figure 19** : Etapes d'une exérèse d'un kératome par résection complète
- Figure 20** : Etapes d'une exérèse de kératome par résection partielle
- Figure 21** : Répartition des chevaux de l'étude en fonction de l'état d'embonpoint (en %)
- Figure 22** : Répartition des chevaux de l'étude en fonction du motif de consultation (en %)
- Figure 23** : Répartition des chevaux de l'étude en fonction de la présence ou de l'absence d'une anomalie dans chaque élément de l'examen physique du pied (en %)
- Figure 24** : Répartition du membre atteint par un kératome au sein de la population étudiée (en %)
- Figure 25** : Répartition des chevaux de l'étude en fonction de la présence ou de l'absence de boiterie (en %)
- Figure 26** : Répartition des chevaux de l'étude présentant une boiterie du côté du pied atteint par un kératome en fonction du grade de boiterie (en %)
- Figure 27** : Répartition des kératomes de la population étudiée en fonction de la présence ou de l'absence de chaque signe radiographique (en %)
- Figure 28** : Répartition des chevaux de l'étude en fonction de la présence d'une lésion sur le membre diagnostiqué d'un kératome (en %)
- Figure 29** : Répartition des chevaux de l'étude présentant une autre lésion sur le même membre en fonction du classement du kératome dans la conclusion du compte-rendu de consultation (en %)
- Figure 30** : Répartition des chevaux de l'étude ayant réalisé ou non une IRM (en %)

Figure 31 : Répartition des chevaux de l'étude ayant réalisé une IRM en fonction de la présence ou de l'absence d'un œdème de P3 (en %)

Figure 32 : Répartition des kératomes présents chez les chevaux de l'étude ayant réalisé une IRM en fonction de leur localisation (en %)

Figure 33 : Répartition de la population étudiée en fonction des groupes de niveaux sportifs (en %)

Liste des tableaux

Tableau 1 : Description de la population de l'étude

Tableau 2 : Classification des boiteries selon l'American Association of Equine Practitioners

Tableau 3 : Comparaison du pronostic sportif avec la présence d'un kératome sur les membres antérieurs ou postérieurs

Tableau 4 : Comparaison du pronostic sportif en fonction de la localisation du kératome en pince ou non.

Tableau 5 : Comparaison du pronostic sportif en fonction du nombre de kératome présent sur un cheval

Tableau 6 : Comparaison du pronostic sportif en fonction de la présence ou de l'absence d'une ostéolyse de P3 à l'image radiographique

Tableau 7: Comparaison du pronostic sportif en fonction de la présence ou de l'absence de lésion concomitante

Tableau 8 : Comparaison du pronostic sportif en fonction de l'exérèse ou non du kératome.

Liste des abréviations

ATDP = Anesthésie Tronculaire Digitale Proximale
ATDD = Anesthésie Tronculaire Digitale Distale
IFCE = Institut Français du Cheval et de l'Équitation
IRM = Imagerie par Résonance Magnétique
P1 = Phalange proximale
P2 = Phalange moyenne
P3 = Phalange distale
TFSD = Tendon Fléchisseur Superficiel du Doigt
TFDD = Tendon Fléchisseur Profond du Doigt

Introduction

La France compte environ un million de chevaux sur son territoire (IFCE, 2020). D'après les chiffres de l'IFCE de 2019, 14% d'entre eux évoluent en compétition de sport, dans les épreuves de niveau Club, Amateur ou Pro pour un chiffre d'affaires estimé à trente-deux millions d'euros concernant les épreuves Amateur et Pro. Les courses recensent 3% des équidés, pour un chiffre d'affaires estimé à dix milliards d'euros.

Ainsi, dans le milieu du sport et des courses, le cheval représente un enjeu économique important et toutes blessures ou maladies pouvant entraîner un arrêt temporaire ou définitif de la carrière du cheval peut représenter une perte économique majeure pour le propriétaire.

Les affections locomotrices sont le principal motif de consultation chez le vétérinaire pour les chevaux qui ont souvent, comme signe clinique, une dégradation de la locomotion pouvant aller jusqu'à la boiterie, entraînant une mise au repos.

Parmi les causes de boiterie, les douleurs au niveau du pied occupent une place prédominante, certaines d'entre elles pouvant avoir une origine tumorale, bien que rare. Le kératome est la principale tumeur du pied. C'est une tumeur bénigne constituée d'une formation anarchique de cellules kératinisées originaire de la partie la plus interne de la paroi. Cet emplacement particulier peut causer une compression du podophylle contre la troisième phalange, à l'origine de douleur et pouvant causer une ostéolyse, par compression, de la troisième phalange.

Le kératome apparaît majoritairement chez le cheval adulte, celui-ci pouvant être au milieu de sa carrière sportive. Même pour un cheval de loisir, un kératome peut avoir un impact significatif sur l'utilisation de l'individu.

Cependant, il existe peu d'études mettant en évidence un éventuel pronostic sportif post-diagnostic de kératome. Lorsqu'elles ont été réalisées, ces études se basent sur une population de chevaux ayant eu une exérèse de leur kératome. Or tous les chevaux ayant cette lésion ne sont pas opérés.

Ainsi, les objectifs de cette étude sont de mettre en évidence des éventuels facteurs de risques ou des signes d'appels lors de l'examen physique, dynamique ou lors d'examens complémentaires du pied afin de rendre possible un diagnostic précoce du kératome par les vétérinaires. De plus, cette étude cible également la recherche d'une variation du pronostic sportif en fonction de différents critères, afin de permettre aux vétérinaires d'émettre un avis sur l'utilisation future du cheval.

Pour atteindre ces objectifs, un travail bibliographique a été réalisé afin de présenter l'anatomie externe et interne du pied et de développer l'étiopathogénie du kératome ainsi que ses conséquences et son traitement.

Une revue de cas est ensuite effectuée avec une population incluant des chevaux diagnostiqués d'au moins un kératome au CIRALE durant les périodes [2010-2017] et [2020-2021]. Ce dernier est le centre d'imagerie et de recherche sur les affections locomotrices équine de l'EnvA, réalisant environ mille trois cents consultations par an et est une référence mondiale dans l'étude des affections locomotrices. L'étude statistique est réalisée en deux parties, avec une étude descriptive de la population étudiée et une étude analytique en fonction de différents critères jugés opportuns, car en lien avec le kératome ou son diagnostic.

Première partie : Revue bibliographique

1. Rappel anatomique de la région du pied

Le sabot du cheval est capital pour son déplacement. Toute altération, interne ou externe, du sabot peut conduire à des répercussions importantes sur la locomotion et le bien-être du cheval (boiterie, douleur, sensibilité *etc.*).

Les chevaux, ainsi que l'ensemble des équidés, sont des mammifères ongulés. Plus précisément, ce sont des périssodactyles, c'est-à-dire qu'ils se déplacent sur un nombre impair de doigts (ici, un seul) recouvert d'une boîte cornée, par opposition aux artiodactyles qui ont un sabot fendu (comme les bovins ou les porcins) (Robert, 2022).

Par analogie avec l'anatomie humaine, le sabot du cheval correspond à notre ongle.

En effet, le sabot renferme la phalange distale (P3) protégée par une boîte cornée constituée de kératine.

A. Anatomie de la boîte cornée

Le pied du cheval est constitué de la boîte cornée et de toutes les formations anatomiques incluses dans celle-ci (Kauffmann *et al.*, 2017 ; Robert, 2022).

a. Face dorsale

D'extérieur, sur la face dorsale, le pied est séparé en trois parties (**Figure 1**) :

Figure 1 : Photographie du sabot, vue latérale



D'après (Kauffmann *et al.*, 2017)

i. La couronne

Elle va délimiter le pied dans sa partie proximale. Elle forme un bourrelet de peau convexe et dépressible. Sous la peau, elle est constituée du chorion coronaire, extrêmement vascularisé, qui va assurer l'apport en nutriments du pied. Le chorion coronaire produit également des lignées de cellules germinales qui sont à l'origine des cellules composant la paroi du sabot.

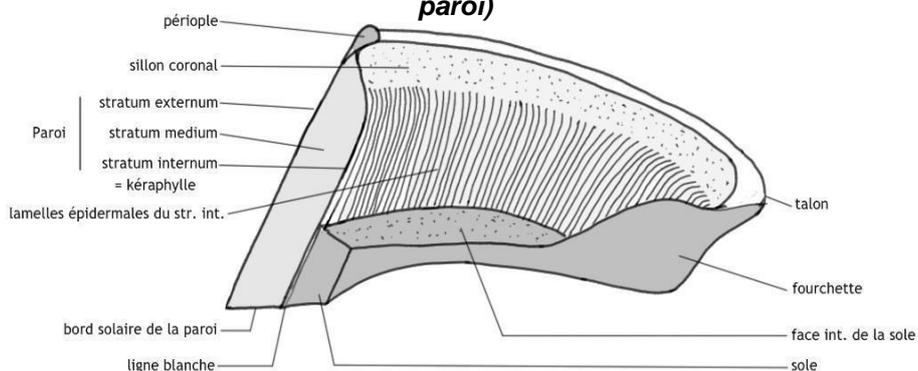
ii. Le périople.

Il marque une zone de transition entre la peau et la paroi du sabot. Peu étendu sur la partie dorsale du sabot, le périople est plus large sur la partie caudale, puisqu'il recouvre les bulbes du talon. Par analogie avec l'ongle humain, il correspond à nos cuticules.

iii. La paroi

Anciennement appelée « muraille », elle constitue la boîte cornée. Cette partie est constituée uniquement de kératine, ce qui va conférer sa solidité au sabot. La croissance de cette paroi est permise par le chorion coronaire. Cette paroi est constituée de trois épaisseurs (**Figure 2**) :

Figure 2 : Schéma d'une coupe sagittale de la boîte cornée (face interne de la paroi)



D'après (Chateau H., 2020)

(1) Le Stratum externum

C'est la partie externe et visible de la paroi. Elle va former une barrière protectrice contre l'humidité extérieure.

(2) Le Stratum medium

Cette seconde couche est constituée de cellules kératinisées formant des tubes verticaux, parallèles à la paroi du sabot, appelés cornes tubulaires. Entre ces cornes tubulaires se trouvent des cornes inter-tubulaires permettant de maintenir une cohésion solide entre les cornes tubulaires.

Il assure la solidité et la flexibilité du sabot. En effet, le stratum médium est lui-même délimité en 3 zones, chacune étant constituées de tubes kératinisés plus ou moins denses et avec une teneur en eau plus ou moins importante.

Ainsi, la zone la plus externe est la partie la plus dense et la plus sèche, alors que la partie la plus interne est la moins dense et la plus humide. Cette disposition va permettre de minimiser les craquements de la paroi du sabot. Ainsi, en cas de cassure de la paroi, les fêlures vont se produire vers l'extérieur du sabot, et non vers l'intérieur, protégeant ainsi les structures internes fragiles.

Enfin, le stratum médium peut être pigmenté (noir, marron) ou au contraire non pigmenté (visuellement blanc).

(3) *Le Stratum internum*

Aussi appelé kéraphylle. Il est constitué de lamelles épidermiques (**Figure 3**) perpendiculaires à la paroi du sabot, qui viendront s'imbriquer dans les lamelles dermiques du podophylle. Il est constitué d'une corne molle et souple.

Figure 3: Photo du stratum internum



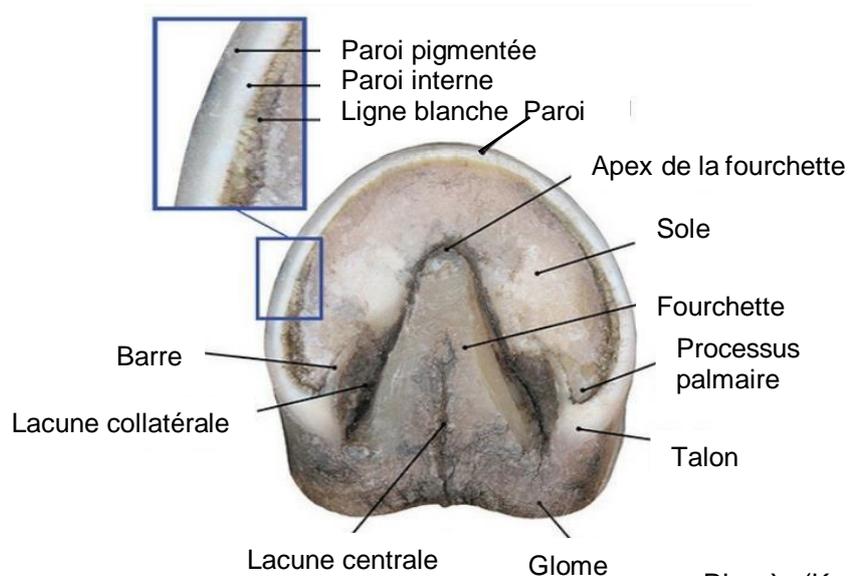
D'après (Kauffmann *et al.*, 2017)

b. Face palmaire

Également nommée face solaire, c'est la partie du sabot en contact avec le sol. Ainsi, les différentes structures ont pour rôles d'assurer la protection des formations anatomiques internes du pied tout en répartissant le poids du cheval et en permettant la dissipation de l'énergie lors de déplacements.

La sole constitue la majeure partie de la face solaire (**Figure 4**). Elle est constituée de deux parties. Le corps au centre de la face palmaire et les barres, de part et d'autre de la fourchette.

Figure 4 : Face solaire (distale) de la boîte cornée



D'après (Kauffmann *et al.*, 2017)

La sole possède la même constitution que la paroi, bien que moins dense, plus souple et plus poreuse que celle-ci. Cependant, contrairement à la paroi, les cellules mortes de la sole vont s'exfolier, pouvant donner un aspect rugueux et crayeux.

La fourchette, en forme de flèche, est dans la partie caudale de la face solaire. Elle est formée par ses branches, son corps et son apex, entourée par deux lacunes latérales et fendue en son centre par une lacune centrale. Cet organe est recouvert de kératine et a la particularité de posséder des glandes exocrines apocrines permettant une sudation.

Elle a plusieurs fonctionnalités. Elle permet la proprioception, l'amortissement et joue un rôle de pompe sanguine et lymphatique lors de la phase d'appui.

Entre la face solaire et la paroi, on va retrouver une zone de transition en deux parties et plus ou moins visible en fonction des individus et de la santé du pied.

i. La paroi interne

C'est la couche la plus distale du stratum medium. Cette zone est non pigmentée et apparaît blanche. C'est également la structure la moins dense et la plus humide de la paroi.

ii. La ligne blanche

Elle est la partie visible de la lamina, qui est le chorion laminaire attachée à P3 et produisant la paroi. Elle apparaît jaune ou grisâtre selon la pigmentation. L'épaisseur et la forme de la ligne blanche vont apporter des renseignements sur la santé du pied (épaississement de la ligne blanche en cas de fourbure par exemple).

En partie palmaire du pied, la paroi va former des angles et s'avancer dans la sole par les barres.

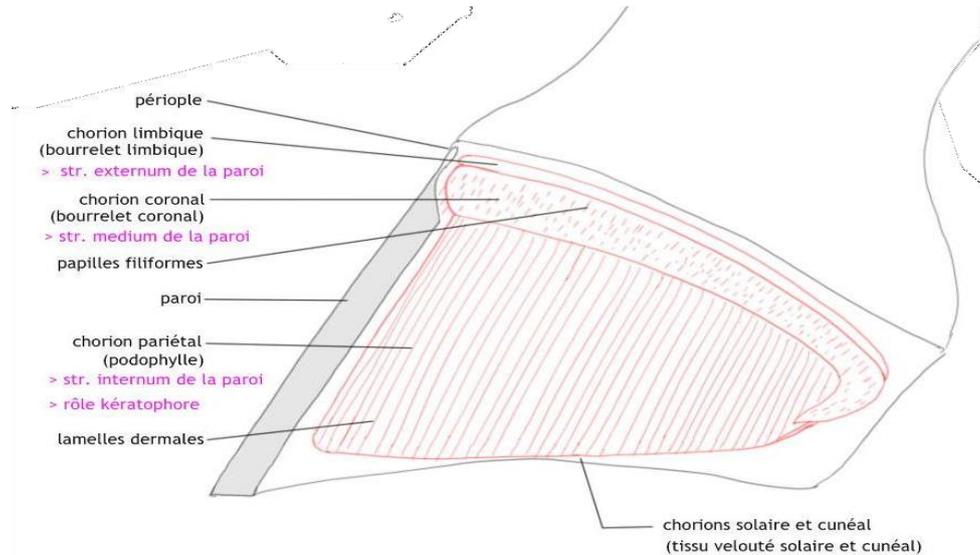
B. Formations anatomiques internes

L'intérieur de la boîte cornée va être constitué des tissus permettant sa synthèse, d'os, de tendons, ligaments, de vaisseaux sanguins et de nerfs (Chateau H., 2020 ; Kauffmann *et al.*, 2017 ; Robert, 2022).

a. Le chorion

Aussi appelé membrane kératogène, c'est un tissu spécialisé essentiel à la croissance et au bon fonctionnement des cellules du pied du cheval. Grâce à sa vascularisation spécifique permettant l'apport de nutriment, il est l'organe de formation des différentes parties de la boîte cornée, toutes constituées de kératine.

Figure 5 : Schéma d'une vue latérale de la membrane kératogène, après retrait de la boîte cornée



D'après (Chateau H., 2020)

Le chorion est divisé en trois parties (**Figure 5**) :

i. Le bourrelet coronal

Le bourrelet coronal vient se loger dans le bord coronal de la paroi. Il est lui-même scindé en 2 parties. Une partie proximale appelée chorion limbique, qui produit le périople et le stratum externum. Et une partie distale appelée chorion coronal, chargé de produire le stratum medium.

Le bourrelet coronal est constitué de papilles dont chacune s'emboîte dans un tubule cornéen présent sur la face interne du périople et du bord coronaire.

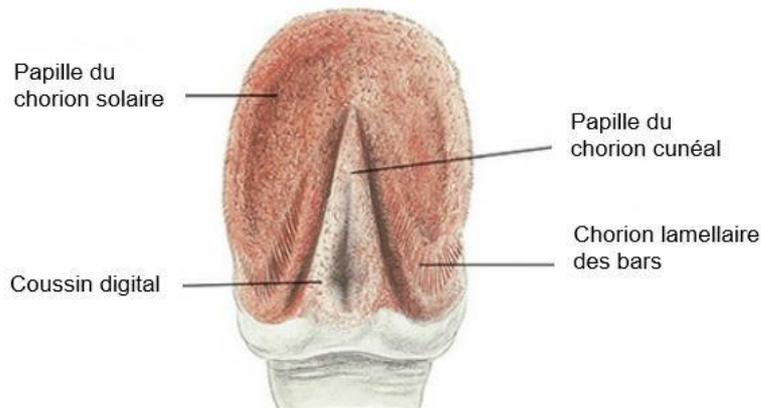
ii. Le chorion pariétal ou podophylle

Aussi appelé chorion lamellaire, il est constitué de lamelles dermales qui vont recouvrir l'intégralité de la face dorsale de P3, de son bord coronal à son bord solaire.

Ces lamelles dermales vont s'imbriquer dans les lamelles épidermales du kéraphylle en formant une très forte cohésion permettant au podophylle un rôle kératophore, en solidarissant P3 à la boîte cornée. Le podophylle a également un rôle kératogène (en tant que partie de la membrane kératogène), et produit les cellules dont la kératinisation permettra la synthèse du stratum internum.

iii. *Le chorion solaire et cunéal*

Figure 6 : Dessin de la face solaire du chorion



D'après (Kauffmann *et al.*, 2017)

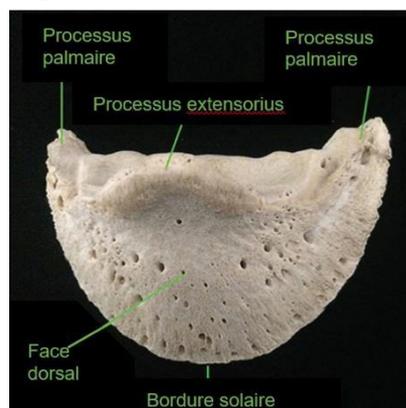
Il correspond au chorion recouvrant la face solaire de P3 ainsi que le coussinet digital (**Figure 6**). Il est en deux parties avec, au centre, le chorion cunéal qui produit la kératine recouvrant la fourchette. Et en périphérie, le chorion solaire qui couvre la face palmaire de P3, et produit la sole.

Le tissu velouté est constitué de papilles, dont chacune s'emboîte dans un tubule cornéen présent sur la surface interne de la sole et de la fourchette.

De plus, son innervation très riche lui permet de donner des informations tactiles à l'individu.

b. La phalange distale

Figure 7 : Vue dorsale de P3



D'après (Baxter, 2020)

La phalange distale est en relation avec de nombreuses formations anatomiques. Elle est en relation avec la boîte cornée via la membrane kératogène, productrice de cette dernière mais aussi avec le muscle extenseur dorsal du doigt, qui s'insère sur le processus extensorius et le tendon fléchisseur profond du doigt (TFPD), qui s'insère sur la surface semi-lunaire de sa face palmaire.

La phalange distale est constituée de deux processus palmaires (**Figure 7**). Ils sont les points d'attache des cartilages unguulaires qui assurent le support et la flexibilité de l'arrière du pied. Enfin, le coussinet digital recouvre la face palmaire de P3.

Cette phalange a une forme d'arche lui permettant de supporter le poids du cheval, répartie inégalement entre ces quatre membres.

c. Le coussinet digital

Situé entre la fourchette et P3, il est constitué de fibres de collagènes le rendant dur et ferme.

Il assure la proprioception, l'amortissement, la protection de P3, de l'os sésamoïde distal et du TFPD. Également, le coussinet digital participe à la vascularisation du pied en ayant un rôle de pompe via un écrasement du réseau veineux, situé entre le coussinet et la fourchette, lorsque celle-ci est à l'appui.

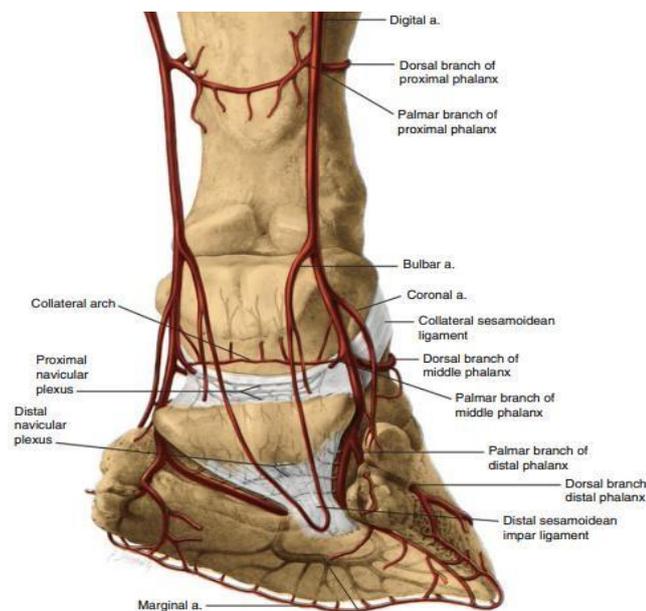
d. L'os sésamoïde distal

Aussi appelé os naviculaire, il est situé entre les deux processus palmaires de P3. Il est maintenu en position par trois ligaments : deux collatéraux proximaux qui le rattachent à P1 et un ligament distal qui le rattache à P3. Le TFPD glisse sur la face palmaire de l'os grâce à la bourse podotrochléaire contenant du liquide synovial.

e. La vascularisation

Le pied du cheval est constitué d'un large système d'artères, capillaires et veines, permettant l'apport des nutriments essentiels à la croissance des tissus mais aussi à l'évacuation des déchets liés à leur production.

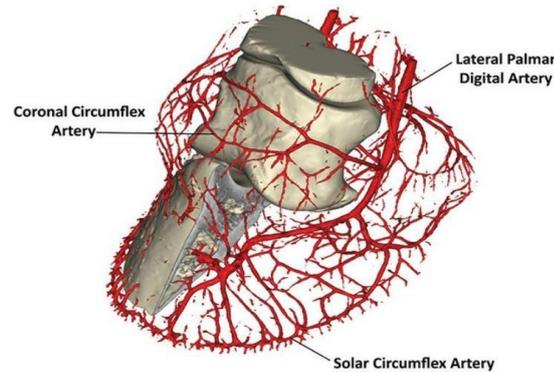
Figure 8 : Vue palmaire du réseau artériel du doigt du cheval



D'après (Baxter, 2020)

La vascularisation débute avec l'artère digitale commune palmaire qui va se scinder en deux artères digitales propres palmaires (latéral et médial). Ces deux artères donneront naissance à des rameaux coronaires, des rameaux du tonus solaire et au cercle artériel du bord solaire qui se scinderont en divers rameaux permettant l'apport sanguin à l'ensemble du pied. Ces rameaux passeront dans P3, rendue poreuse par les différents foramens qui la traversent.

Figure 9 : Vue dorsolatérale de la vascularisation du pied



D'après (Kauffmann *et al.*, 2017)

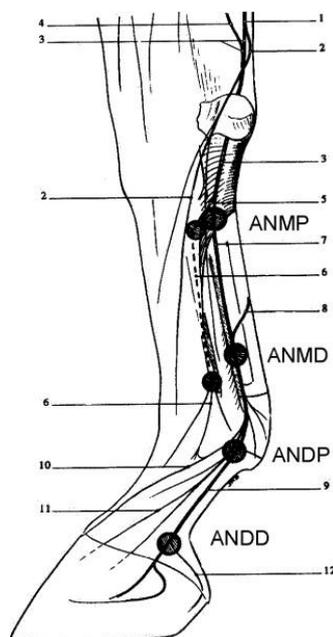
En parallèle du réseau artériel, on retrouve un réseau veineux, qui démarre par le réseau veineux sous-ongulé qui rejoint la veine coronaire, les veines digitales palmaires (médiale et latérale) et enfin la veine digitale commune palmaire II.

f. L'innervation

Les nerfs digitaux propres palmaires (un médial et un latéral) sont issus des nerfs digitaux communs palmaires. Au niveau de l'articulation interphalangienne distale, ils se scindent ensuite en plusieurs rameaux :

- Un rameau palmaire, pour innerver l'ergot
- Un rameau dorsal qui innervera la peau de la face dorsale du doigt. Il donnera une branche intermédiaire qui innervera le cartilage ungulaire, le bourrelet coronal et le podophylle.
- Un rameau intermédiaire pour innerver la membrane kératogène.

Figure 10 : Vue latérale de l'innervation de la main du cheval



Vue latérale de la main du cheval

1. nerf ulnaire
2. rameau dorsal du nerf ulnaire
3. rameau palmaire du nerf ulnaire
4. anastomose issue du nerf médian
5. rameau profond du nerf ulnaire
6. nerfs métacarpiens palmaires
7. nerf digital commun palmaire III
8. rameau anastomotique issu du nerf digital commun palmaire II
9. nerf digital propre palmaire latéral
10. rameau dorsal
11. branche intermédiaire
12. rameau du torus digital

D'après (Robert, 2022)

2. Physiopathologie du kératome

A. Etiologie

Les kératomes sont des tumeurs bénignes du kéraphylle. Bien que rare (Baxter, 2020), ils représentent le diagnostic le plus fréquent de masse au niveau du pied. Ils font suite à une irritation chronique due à un abcès, une pression constante, un traumatisme direct ou une pododermatite chronique au niveau du pied.

Mais il existe des cas où l'apparition du kératome est idiopathique, c'est-à-dire que la cause est non identifiée (Honnas, 1997).

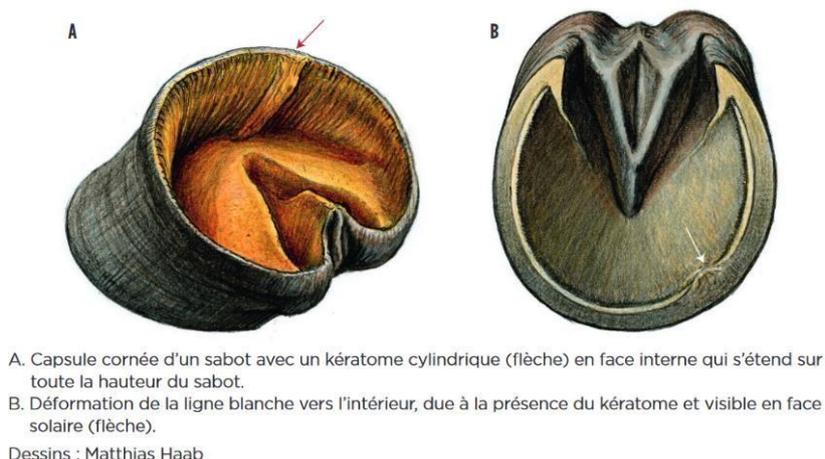
B. Pathogénie

Le kératome est une formation aberrante de tissus kératinisés produits par le podophylle, entre P3 et le stratum internum.

Cette tumeur se développe généralement au niveau de la bande coronaire puis, au fur et à mesure de sa croissance, peut s'étendre jusqu'au chorion solaire en suivant distalement les tubules du kéraphylle (**Figure 11**). En général, le kératome sera localisé dans la région de la pince, de la mamelle ou du quartier du sabot.

Cette tumeur est bénigne, unilatérale et à croissance très lente. En général, le kératome est de forme cylindrique, rarement sphérique, et mesure d'un à deux centimètres et demi de diamètre en moyenne.

Figure 11 : Dessin en face interne et solaire d'un kératome s'étendant jusqu'au chorion solaire.



D'après (Brünisholz, s. d.)

Macroscopiquement, la masse paraît encapsulée (**figure 12**) et l'intérieur est composée d'un matériel friable jaune, beige, gris, blanc ou marron, formé en lamelles concentriques.

Figure 12 : Exérèse complète d'un kératome, incluant son origine proximale



D'après (Castelijns, 2009)

Microscopiquement, le kératome prend son origine dans les cellules épithéliales germinales de la bande coronaire, de la lamina ou du chorion solaire.

Une analyse histologique du kératome met en évidence l'abondance de kératine et de cellules squameuses épithéliales et, dans une moindre mesure, la présence de tissu de granulation et des cellules inflammatoires, selon plusieurs études (Chaffin *et al.*, 1989 ; Hamir *et al.*, 1992). On notera que les cellules en périphérie de la masse sont des cellules épithéliales pavimenteuses et stratifiées qui se kératinisent vers le centre de la masse.

C. Les signes cliniques

Les signes cliniques marquant la présence d'un kératome sont discrets et non spécifiques, ce qui rend le diagnostic difficile sur la simple base de son expression clinique.

D'après l'article de Redding et O'Grady (2012) un cheval avec un kératome a souvent un historique de boiterie, d'abord légère et intermittente en début d'évolution puis modérée à sévère au fur et à mesure de la croissance de la tumeur. En effet, le kératome va comprimer le podophylle, qui est richement innervé et donc très sensible, entre P3 et le stratum internum.

De plus, on pourra voir une déformation de la boîte cornée, du bord coronal ou de la ligne blanche, en fonction de l'emplacement du kératome (**Figure 13**). L'apparition de cette déformation est souvent postérieure à l'apparition de la boiterie.

Mais une boiterie ou une déformation de la boîte cornée ne sont pas des signes cliniques systématiquement présents, ni pathognomoniques.

Figure 13 : Dépression de la ligne blanche en mamelle due à un kératome



(Photo personnelle)

Dépression de la ligne blanche

On notera également qu'il faut penser au kératome en cas d'historique d'abcès de sole associé à une sensibilité accrue, voire même une douleur, au niveau de la sole.

Il est à noter que quelques cas de fistules dans la sole ou dans la paroi du sabot, mimant ainsi un abcès de sole ont été rapportés dans plusieurs études (Honnas, 1997 ; Smith *et al.*, 2010; Brünisholz, 2021).

D. Diagnostic

a. De suspicion

Lors de boiterie, on réalise généralement en premier lieu des anesthésies tronculaires afin de localiser le site responsable de la boiterie.

On débute par une anesthésie tronculaire digitale distale (**Figure 14**) qui va motiver une radiographie du pied en cas de disparition de la boiterie.

On peut continuer par une anesthésie tronculaire digitale proximale (**Figure 15**) afin de compléter le diagnostic en cas de persistance de la boiterie. En effet, dans le cas de kératome situé au niveau de la couronne, une anesthésie tronculaire digitale distale est insuffisante pour anesthésier la totalité de la paroi dorsale du sabot et de la couronne.

Figure 14 : Zone anesthésié lors d'ATDD

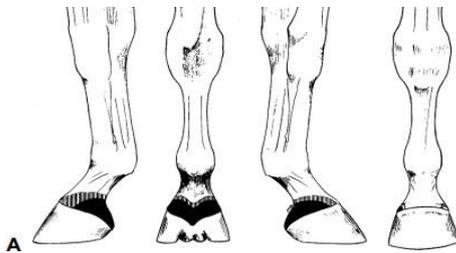
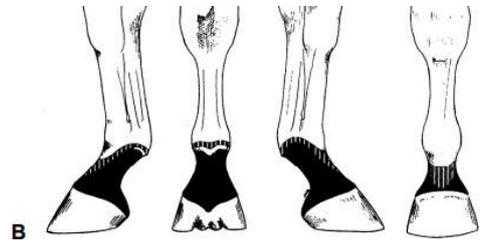


Figure 15 : Zone insensibilisée lors d'ATDP



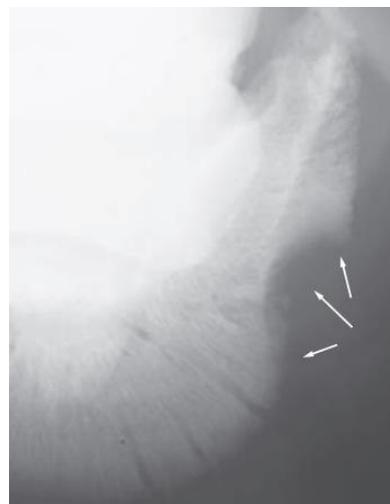
D'après (Robert, 2022)

La radiographie du pied est l'examen standard et réalisable sur le terrain permettant d'avoir une suspicion quant à la présence d'un kératome. Ainsi, cette tumeur peut-être une découverte fortuite lors d'une visite d'achat par exemple.

Elle se traduit à la radiographie par la présence d'une zone semi-circulaire radio-transparente (**Figure 16**), sur le bord solaire de la phalange distale.

Il est possible de réaliser en complément des vues obliques afin d'avoir la meilleure visualisation tridimensionnelle de la lésion.

Figure 16 : Radiographie en vue dorso-proximale palmaro-distale oblique de la phalange distale



Zone semi-circulaire radio-transparente

D'après (Butler *et al.*, 2008)

D'après Butler *et al.* (2008), la lésion apparaît radio-transparente car il y a une résorption osseuse causée par la pression engendrée par la tumeur.

De plus, l'observation d'une sclérose dans l'os sous-jacent permet de différencier un kératome d'un site infectieux, comme un abcès.

Cependant, une absence de ce signe radiographique ne permet pas d'éliminer définitivement la possibilité d'un kératome.

Une échographie peut être indiquée si la suspicion de kératome reste élevée malgré une absence de signe radiographique visible. Mais son usage est limité car seul les kératomes formés au niveau, ou proche, de la couronne peuvent être observés à l'échographie, la paroi bloquant le passage des ondes.

Toujours selon Butler *et al.* (2008) les images échographiques montreront une masse hypoéchogène bien délimitée entre la paroi du sabot et l'articulation interphalangienne distale.

b. Diagnostic différentiel

Lors de suspicion de kératome, le diagnostic différentiel (Hamir *et al.*, 1992 ; Honnas, 1997) doit se faire avec des processus néoplasiques tels que les :

- Carcinomes
- Mélanomes
- Ostéosarcomes
- Sarcomes

Et avec des processus non néoplasiques comme les :

- Abcès
- Kystes épidermoïdes intra-osseux
- Tissus de granulation

c. Diagnostic de certitude

La réalisation d'un scanner ou d'un examen d'imagerie par résonance magnétique (IRM) permet de certifier la présence d'un kératome. De plus, selon l'étude de Getman *et al.*, 2011, ces deux examens permettent de déterminer avec précision la localisation et la taille de la lésion, ainsi que les structures en rapport. Ces informations sont essentielles en cas de retrait du kératome. Ils permettent également de s'assurer de la résection complète de la tumeur.

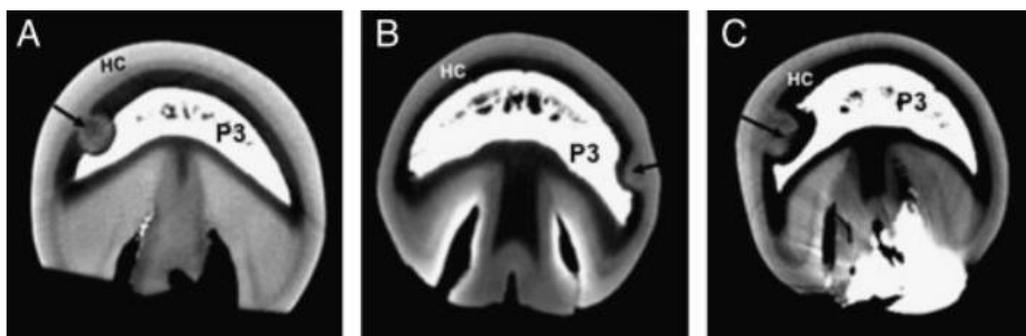
Lors de cette même étude, les conclusions des images ont montré que :

- Lors d'un scanner, le kératome apparaît comme une masse de radio-opacité similaire à la paroi, en provenance de celle-ci et avançant dans P3 (**Figure 17**).

En regard de la masse, P3 présente un défaut semi-circulaire correspondant à la résorption osseuse dû à la pression exercée par la masse, circulaire.

La taille et la localisation précises de la masse sont données par le défilement des images transversales ou en visualisant la reconstruction en trois dimensions.

Figure 17: Image de kératome au scanner sur 3 chevaux différents



HC = Hoof capsule (paroi)

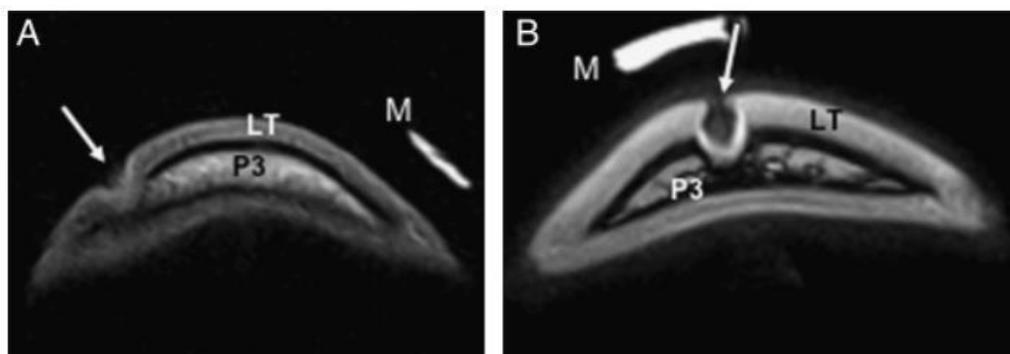
D'après (Getman *et al.*, 2011)

- Lors d'une IRM, le kératome et la paroi ont des caractéristiques semblables, ce qui rend non fiable l'identification de la zone d'attache du kératome à la paroi.

Cette lésion apparaît comme un vide de signal hypodense (**Figure 18.A**) ou comme une masse d'intensité variable (**Figure 18.B**) s'avancant dans le podophylle et vers P3 et créant une résorption osseuse, qui apparaît comme un défaut semi-circulaire au sein de P3.

Afin de connaître l'étendue complète du kératome, on fait défiler les images séquentielles dans les différents plans.

Figure 18 : Images IRM d'un kératome



M = marqueur radio-opaque
LT = chorion pariétal

D'après (Getman *et al.*, 2011)

Enfin, il est possible de faire une biopsie pour une histologie, afin de confirmer avec certitude le kératome.

E. Le traitement

a. Médical

Il consiste en un traitement conservateur, avec la mise en place d'une activité physique adaptée, une gestion du poids rigoureuse et possiblement la pose de fer spécifique, permettant une suppression d'appui au niveau du site du kératome.

Il est peu efficace, avec seulement 43% des chevaux qui ne présentent plus de symptômes après la mise en place de ces mesures conservatrices d'après l'étude de Bosch *et al* (1995-2001).

b. Chirurgical

Le traitement chirurgical consiste à retirer l'ensemble des tissus anormalement kératinisés ainsi que les tissus susceptibles d'être kératinisés.

La chirurgie peut se dérouler sous anesthésie générale ou sous anesthésie locale avec sédation et anesthésie des nerfs digitaux propres palmaires. La réalisation d'examen d'imagerie 3D tels que l'IRM ou le scanner permettent d'identifier avec précision l'emplacement des kératomes (Getman *et al.*, 2011) . L'étude de Katzman *et al.* (2019), a montré l'utilité de l'examen tomodensitométrique dans le diagnostic et la planification chirurgicale des kératomes chez les équidés.

Cependant, il n'y aurait pas d'étude qui montrerait que le scanner soit plus informatif que l'IRM ou inversement. Ainsi, le type d'imagerie 3D (IRM vs scanner) serait plutôt au choix du chirurgien et en fonction de la disponibilité de l'examen.

Pour préparer le sabot à la chirurgie, il doit être nettoyé, paré court et il faut réaliser un pansement antiseptique vingt-quatre heures avant la chirurgie et le laisser en place jusqu'au jour de l'opération. Cela permet d'avoir une paroi plus souple et une bonne asepsie le jour de la chirurgie.

Lors de la chirurgie, il faut appliquer un garrot en amont du sabot avec la pose d'un tourniquet afin de permettre un meilleur contrôle de l'hémostase et une meilleure visibilité.

Il existe deux techniques chirurgicales :

i. Résection complète de la partie de la paroi atteinte

C'est une technique invasive consistant en une ablation de la paroi en regard de la déformation, puis une excision de l'ensemble de la déformation. Elle permet d'être certain d'avoir retiré la totalité du kératome ainsi que les cellules épidermiques pathologiques résidant dans le chorion coronal.

Les étapes, d'après l'article de Castelijns (2009):

- 1- Isolement de la partie distale du kératome sur la face solaire à l'aide d'un petit couteau anglais ou à anneau.
- 2- Réalisation de deux sillons parallèles dans l'épaisseur de la paroi, du bord distal à la couronne avec une scie oscillante (**Figure 19.A**)
- 3- Détachement de la bande de paroi avec le kératome en commençant par la partie distale, à l'aide de scalpels ou périostomes.
- 4- Retrait de la portion de paroi contenant le kératome à l'aide d'une tenaille (**Figure 19.B**). Au niveau du bourrelet coronaire, le chorion périoplique est coupé avec un bistouri.

Figure 18 : Etapes d'une exérèse d'un kératome par résection complète



D'après Castelijnns (2009)

En post-opératoire, l'objectif est de stabiliser la boîte cornée. De ce fait, le pied est ferré avec un fer à double pinçons distalement et une bride métallique vissée à la paroi proximale. De plus, du silicone d'empreinte est coulé sur la fourchette et la sole afin de reporter l'appui sur la sole et limiter le risque de rotation de P3. On réalise enfin un bandage compressif, qui sera gardé pendant vingt-quatre puis sera changé avec un bandage sec et une désinfection quotidienne jusqu'à kératinisation des lamelles en surface. La ferrure pourra être retirée lorsque la paroi aura poussé sur au minimum 60% de sa longueur.

Le cheval est mis sous anti-inflammatoire non stéroïdiens pendant quarante-huit à soixante-douze heures.

ii. Résection partielle de la paroi du sabot

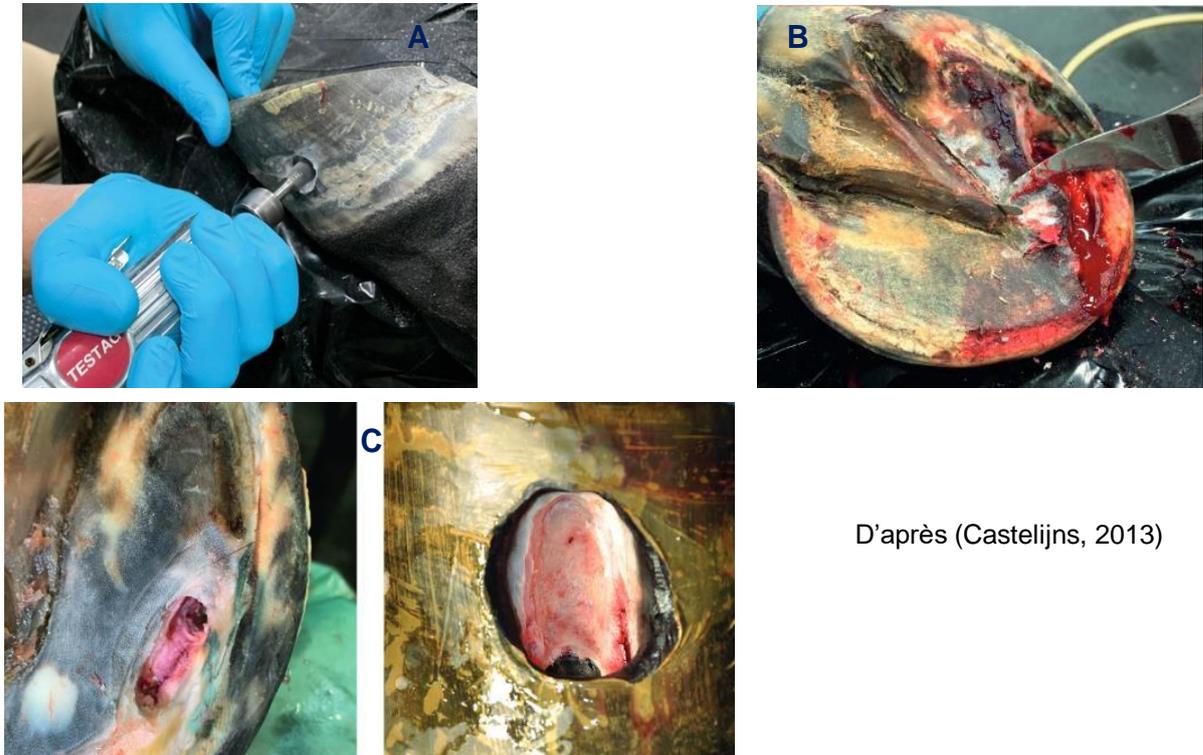
Cette seconde technique est moins invasive et va permettre de réaliser une résection partielle de la paroi du sabot (semblable à une trépanation) et de diminuer la quantité de tissu à retirer. L'objectif étant de diminuer le temps de récupération en post-opératoire par rapport à une résection complète de la paroi.

Les étapes, d'après l'article de (Castelijns, 2013):

1. Un point de repère est placé sur la boîte cornée (à l'aide d'une rainette par exemple) au niveau de l'attache du kératome à la boîte cornée.
2. On réalise une fenestration (avec une rainette ou une fraise) au niveau du point de repère (**Figure 20.A**). Puis on retire la boîte cornée en direction des lamelles du podophylle jusqu'à atteindre un tissu sain.
3. On cure le kératome en partie solaire, à l'aide d'une rainette ou d'un couteau à anneau jusqu'à atteindre le podophylle solaire (**Figure 20.B**).
4. On réalise ensuite un débridement en partie solaire et depuis la fenestration de la boîte cornée avec des curettes de tailles différentes. L'objectif est de retirer tous les tissus dermiques et épidermiques nécrotiques, jusqu'à atteinte d'un tissu sain et de la partie lytique de P3. On laisse un pont de corne en partie distale afin d'assurer la stabilité de la boîte cornée (**Figure 20.C**).

5. Rinçage de la plaie avec une solution antiseptique et mise en place de compresses de gaze contre l'os et les tissus avoisinants.

Figure 20 : Etapes d'une exérèse de kératome par résection partielle



D'après (Castelijns, 2013)

A la fin de la procédure, un bandage antiseptique est posé en serrant et le tourniquet est retiré. Ce bandage sera changé 48h après l'intervention puis tous les trois à quatre jours minimum, dans des conditions aseptiques. Contrairement à la résection complète, il n'est pas nécessaire de ferrer car la stabilité du sabot est maintenue. Le cheval est mis sous anti-inflammatoires non stéroïdiens pendant trois à quatre jours.

F. Le post-traitement

a. Les complications

Les complications possibles suite à la résection d'un kératome sont (Smith *et al.*, 2010; Mair et Linnenkohl, 2012)

- Une récurrence
- Une granulation excessive lors de la cicatrisation
- Une fourbure
- Une infection
- Une fissure du sabot (complète ou partielle).

Le taux de complication va varier en fonction de la technique chirurgicale utilisée. Dans l'étude *Complete and partial hoof wall resection for keratoma removal: post operative complications and final outcome in Twenty-six horses (1994-2004)* de Smith *et al.* (2010), l'objectif est de comparer les taux de complications et de reprise du travail post-chirurgie en fonction de la techniques chirurgicales réalisées (ablation complète

ou partielle de la paroi). Il a été démontré que les risques de complications post-opératoires étaient significativement moins importants chez les chevaux ayant subi une résection partielle (25%) que ceux ayant subi une résection totale (70%).

b. Pronostic et convalescence

Le pronostic suite à un diagnostic de kératome est réservé à favorable. Cela va varier en fonction de sa taille, localisation...

Lors du retrait de l'ensemble des tissus kératinisés, les récurrences sont rares (Honnas, 1997) et le pronostic est donc favorable.

La convalescence suite à la chirurgie est longue, entre quatre et huit mois en fonction de la technique utilisée et de l'importance du kératome, avec un minimum de deux mois de box.

Toujours lors de l'étude de Smith *et al.* (2010), il a été montré que le temps de convalescence était significativement plus court pour les chevaux ayant subi une résection partielle par rapport aux chevaux ayant subi une résection complète de la paroi. En moyenne, la reprise d'une activité s'est effectuée sept mois après la chirurgie pour les chevaux ayant subi une résection partielle contre dix mois post-chirurgie pour ceux ayant subi une résection complète.

Deuxième partie : Etude rétrospective des chevaux présentant un kératome et examinés au CIRALE entre 2010-2017 et 2021-2022

1. Introduction

Les affections de la boîte cornée et de son contenu ont une importance fondamentale dans l'utilisation des chevaux en tant qu'athlète, car comme l'a dit H.-D Körber, « Pas de pied, pas de cheval ». Le kératome est la tumeur du pied la plus fréquente et peut avoir un impact direct sur la locomotion du cheval en provoquant une altération de la locomotion voire une boiterie, reflet d'une douleur d'un membre, et particulièrement du pied dans ce contexte (voir *partie 2-C.*)

Cette étude présente la population de chevaux atteints d'un kératome en France et examinée au CIRALE entre 2010-2017 et 2021-2022, et a pour objectifs de mettre en évidence des éventuels facteurs de risques ou des signes d'appel lors de l'examen physique, dynamique ou lors d'examens complémentaires (radiographiques et IRM) du pied. Cela permettrait d'apporter des informations complémentaires pouvant permettre un diagnostic précoce de kératome par les vétérinaires. De plus, cette étude cherche également à mettre en évidence un éventuel impact du kératome sur les performances sportives du cheval en fonction de divers facteurs. Ceci dans le but d'aider les vétérinaires à émettre un pronostic sportif post-diagnostic aux propriétaires de chevaux diagnostiqués d'un kératome.

Dans l'étude, basées sur l'expérience des cliniciens du CIRALE, spécialisés en pathologie locomotrice, nous faisons l'hypothèse qu'il n'y a pas de prédisposition de race, sexe et discipline chez les chevaux présentant un kératome.

2. Matériels et méthode

A. Sélection des cas

Le système d'archives informatisé du CIRALE a permis de rechercher par mots clés les comptes-rendus des chevaux présentés au CIRALE entre janvier 2010 et décembre 2017 et entre janvier 2021 et février 2022 sur lesquels il avait été diagnostiqué au moins un kératome lors de la consultation, ou qui avaient eu un suivi de l'évolution de ce kératome durant ces périodes.

Les données entre janvier 2018 et décembre 2020 n'ont pas pu être récupérées, en raison d'un problème informatique de stockage des données, bloquant leur accès.

Sur ces comptes-rendus, l'anamnèse, les commémoratifs, les résultats des examens cliniques, ainsi que l'ensemble des examens complémentaires réalisés, la description des lésions identifiées lors des examens d'imagerie et la conclusion des lésions observées chez le cheval par ordre d'importance étaient disponibles.

B. Recueil des données

Afin de recueillir de la manière la plus objective possible, les différentes informations concernant les chevaux de l'étude, le compte-rendu d'examen locomoteur du CIRALE a été utilisé. En effet, celui-ci étant standardisé, il permettait de recueillir les mêmes informations pour tous les individus de l'étude.

Ainsi, les données qui ont été recueillies sont :

- L'âge au moment de la consultation au CIRALE ;
- La race ;
- Le sexe ;
- L'état d'embonpoint au moment de la consultation au CIRALE
- La discipline ;
- Le motif de consultation ;
- L'examen physique du pied ;
- La réalisation d'une anesthésie diagnostique ;
- La présence d'une boiterie et le membre boiteux ;
- Le grade de la boiterie (de 0 à 5) ;
- Le compte rendu lésionnel suite aux examens d'imagerie (radiographie et IRM) ;
- Le ou les membre(s) présentant au moins un kéraatome.

Par ailleurs, afin de préciser les traitements entrepris suite au diagnostic, un questionnaire a été envoyé par email aux vétérinaires référents qui devaient répondre aux questions suivantes par retour d'email :

- ❖ Le cheval a-t-il été opéré ? Si oui, la chirurgie était debout ou sous anesthésie générale ?
- ❖ Suite à l'exérèse, le cheval a-t-il présenté une récurrence ?
- ❖ Combien de temps a duré l'immobilisation au box ?

Finalement, afin d'évaluer le pronostic sportif des chevaux, des informations ont été recueillies sur différents sites internet : FFE (Fédération Française d'Équitation, (2024), Le TROT (SECF, 2024) et France GALOP (2024) afin de recenser les performances réalisées après la consultation au CIRALE.

C. Traitement des données

Les chevaux ont été admis dans cette étude à l'aide de la recherche par mots clés dans la base de données informatisée du CIRALE. Ainsi, trente-deux individus répondaient aux critères de l'étude.

En ce qui concerne les analyses statistiques : pour la description de la population étudiée, les variables quantitatives ont été décrites à l'aide de médianes associées à

leur paramètre de dispersion (25ème-75ème percentiles). Les variables qualitatives ont été décrites en pourcentages associés à leur intervalle de confiance (IC) à 95 %.

Les chevaux ont été classés en deux groupes en fonction de leurs pronostic sportif après le diagnostic de kératome :

- Groupe A : Pronostic sportif favorable à plutôt favorable ; ainsi, dans ce groupe étaient inclus les chevaux étant retournés en compétition après le diagnostic du kératome, à un niveau inférieur, équivalent ou supérieur au niveau antérieur à la consultation au CIRALE ;
- Groupe B : Pronostic sportif défavorable (réforme) ou inconnu ; dans ce groupe étaient inclus les chevaux réformés à l'issue de la consultation ainsi que les chevaux n'ayant jamais fait de compétition ou ayant arrêté la compétition au moins un an avant la consultation au CIRALE et n'ayant pas fait de compétition par la suite.

Les caractéristiques du kératome, des signes radiographiques et des lésions concomitantes ont été comparées entre les deux groupes en analyse univariée avec des tests exacts de Fischer.

Le seuil de p-value < 0,05 a été retenu pour la significativité.

3. Résultats

A. Statistique descriptive

a. Description de la population

La description des chevaux de l'étude selon leurs âges, sexes, races et disciplines est présentée dans le **tableau 1** :

Tableau 1: Description de la population de l'étude

Critères de description	Valeurs
<u>Age</u> (années, médiane IQ [25;75])	9 [6-11]
<u>Sexe</u> : effectif (%) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hongre ▪ Mâle entier ▪ Jument 	20 (63%) 3 (9%) 9 (28%)
<u>Race</u> : effectif (%) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Selle français ▪ Pur-sang anglais ▪ KWPN ▪ Arabe ▪ Anglo-Arabe ▪ Holsteiner ▪ Connemara 	9 (38%) 3 (13%) 2 (8%) 2 (8%) 1 (4%) 1 (4%) 1 (4%)

▪ Trotteur français	1 (4%)
▪ Autres que Pur-sang	1 (4%)
▪ Paint horse	1 (4%)
▪ Zangersheide	1 (4%)
▪ Selle Belge	1 (4%)
Discipline : effectif (%)	
▪ CSO	19 (59%)
▪ Endurance	3 (10%)
▪ Loisir	3 (10%)
▪ Dressage	2 (6%)
▪ Steeple-chase	1 (3%)
▪ Galop (course)	1 (3%)
▪ CCE	1 (3%)
▪ Western	1 (3%)
▪ Reproduction	1 (3%)

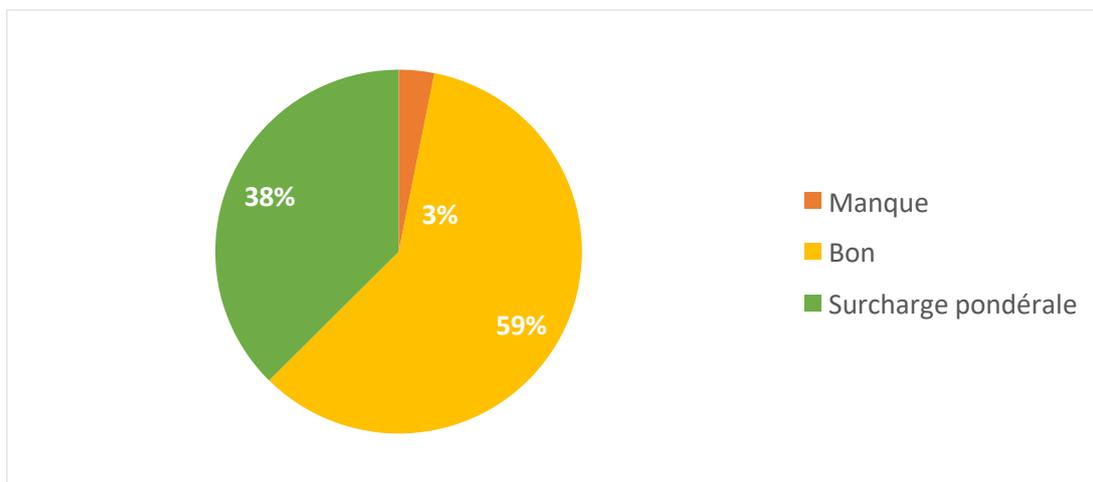
Les chevaux de l'étude étaient âgés de trois à dix-huit ans. Il s'agissait de chevaux de races, de sexes et de disciplines différentes. Ainsi, la population de l'étude était majoritairement constituée de chevaux âgés de six à onze ans, avec une majorité d'hongre (63 %), de la race Selle-français (38 %) et avec des individus ayant une pratique de saut d'obstacle (59 %).

b. Etat d'embonpoint

L'état d'embonpoint des chevaux de l'étude est présenté dans la **figure 21**.

Dans la population étudiée, dix-neuf chevaux (59%) avaient un bon état d'embonpoint.

Figure 21 : Répartition des chevaux de l'étude en fonction de l'état d'embonpoint (en %)

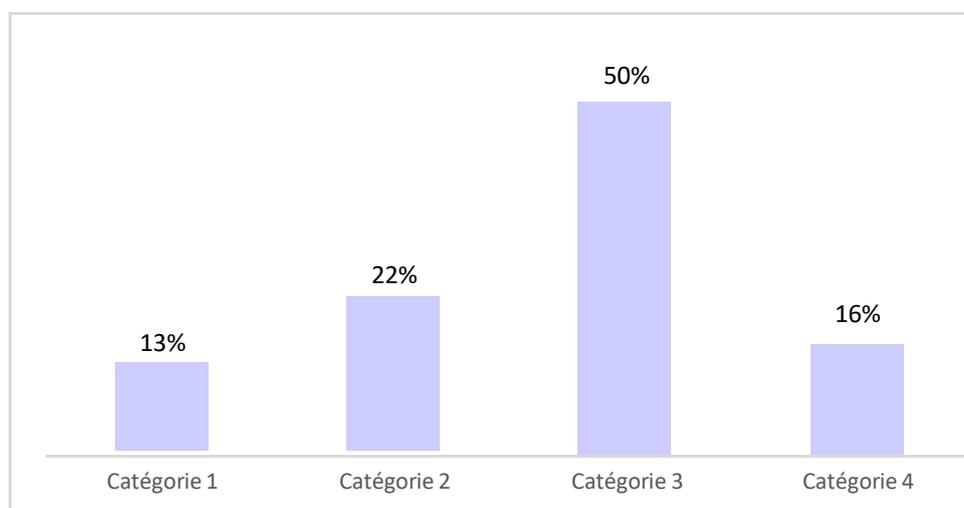


c. Motif de consultation

Les chevaux de l'étude ont été répartis en quatre catégories, en fonction du motif de consultation (**figure 22**) :

- Catégorie 1 : Le cheval présente des abcès récidivants
- Catégorie 2 : Le cheval est présenté pour un bilan locomoteur ou un contrôle d'une lésion connue (hors kératome).
- Catégorie 3 : Le cheval présente une boiterie chronique (permanente ou intermittente) ou une dégradation de sa locomotion.
- Catégorie 4 : Le vétérinaire traitant suspecte un kératome sur la base de signes cliniques et/ou radiographiques et réfère le cheval au CIRALE pour des examens d'imagerie complémentaire.

Figure 22 : Répartition des chevaux de l'étude en fonction du motif de consultation (en%)



On observe que seize chevaux de l'étude (50 %) (IC = [33;67] %) faisaient partie de la catégorie 3. Ainsi, si ces pourcentages ne sont pas biaisés par un biais d'estimation, il y a 95 % de chance pour que la valeur réelle du pourcentage de chevaux avec un kératome soit présentés en consultation pour une boiterie chronique ou une dégradation de la locomotion soit comprise entre 33% et 67%.

d. Examen physique du pied

La répartition des chevaux de l'étude selon la présence ou l'absence d'anomalie lors de l'examen physique du pied est présenté dans la **figure 23**

Dans la mesure où trois chevaux de l'étude ne présentaient aucune anomalie à l'examen physique, cela signifie que vingt-huit chevaux de l'étude (88 %) (IC = [58;100] %) présentaient au moins une anomalie lors de l'examen physique du pied.

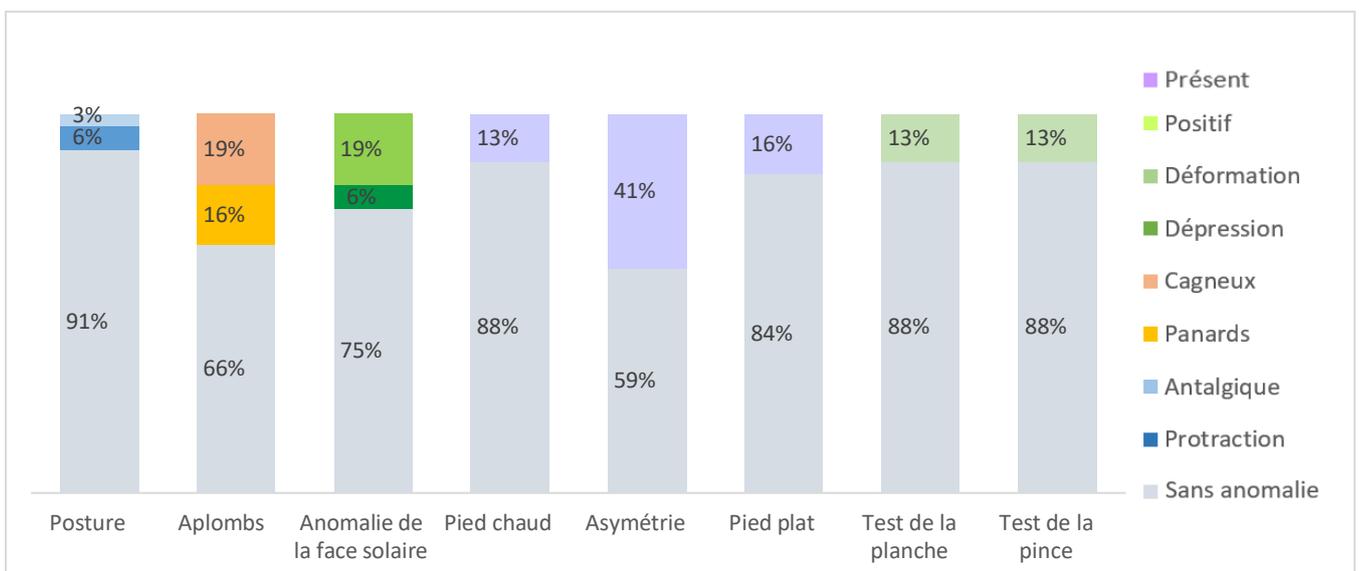
Parmi les individus de la population étudiée présentant une anomalie à l'examen physique du pied, treize d'entre eux (41%) (IC = [27 ;55] %) présentaient une asymétrie de pied, onze chevaux (34 %) (IC = [22 ;46] %) avaient un défaut d'aplomb et enfin,

huit chevaux (25 %) (IC = [16 ;34] %) présentaient une anomalie (déformation ou dépression) de la face solaire.

Ainsi, si ces pourcentages ne sont pas biaisés par du biais d'estimation, il y a 95% de chance pour que :

- la valeur réelle du pourcentage de chevaux avec un kératome et qui présentent au moins une anomalie lors de l'examen physique du pied soit comprise entre 58% et 100%.
- la valeur réelle du pourcentage de chevaux avec un kératome et présentant une asymétrie de pied soit comprise entre 27% et 55%.
- la valeur réelle du pourcentage de chevaux avec un kératome et présentant un défaut d'aplomb soit comprise entre 22% et 46%.
- la valeur réelle du pourcentage de chevaux avec un kératome et présentant une anomalie (déformation ou dépression) de la face solaire soit comprise entre 16% et 34%.

Figure 23 : Répartition des chevaux de l'étude en fonction de la présence ou de l'absence d'une anomalie dans chaque élément de l'examen physique du pied (en %)



e. Examen dynamique

i. Membres atteints par un kératome

Au sein de notre population étudiée, cinq chevaux ont été diagnostiqués avec deux kératomes ou plus (sur le même pied ou un pied différent). Parmi eux, trois chevaux présentaient deux kératomes sur le même pied, un cheval présentait deux kératomes sur deux pieds différents et un cheval présentait trois kératomes sur deux pieds différents.

Aussi, pour deux chevaux de l'étude (6%), un kératome était présent bilatéralement.

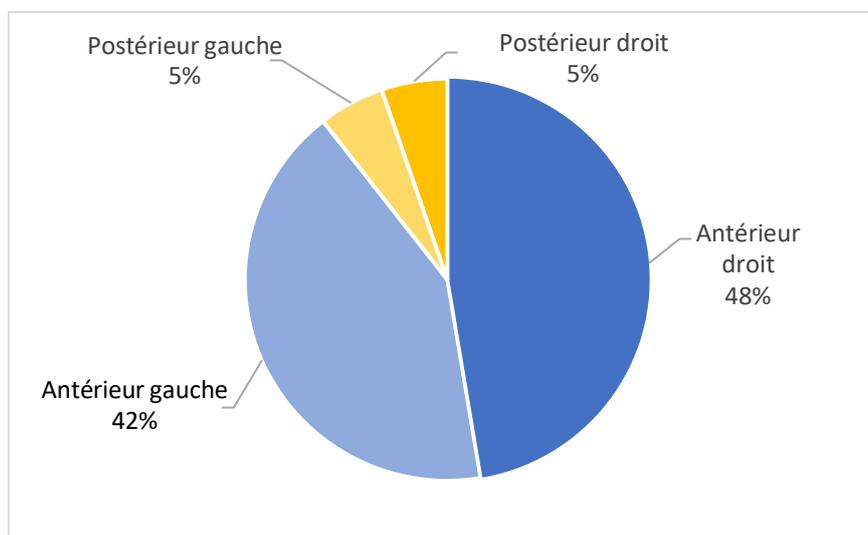
Il y avait donc un nombre de kératome supérieur au nombre de chevaux présent dans l'étude. Ainsi, dans la population étudiée, trente-huit kératomes ont été diagnostiqués sur trente-quatre pieds. La répartition des kératomes touchant la population étudiée selon le côté du pied atteint par un kératome est présenté dans la **figure 24**.

Ainsi, au sein de la population étudiée, trente-quatre kératomes (89 %) (IC = [61 ;100] %) étaient localisés sur les antérieurs dont 18 (47 %) (IC = [32 ;62] %) sur le pied antérieur droit et seize (43 %) (IC = [30 ; 56] %) sur le pied antérieur gauche.

Ainsi, si ces pourcentages ne sont pas biaisés par du biais d'estimation, il y a 95 % de chance pour que :

- La valeur réelle du pourcentage de kératomes présents sur un pied antérieur dans l'ensemble des chevaux présentant cette affection soit compris entre 60% et 100%.
- La valeur réelle du pourcentage de kératomes présents sur l'antérieur droit dans l'ensemble des chevaux présentant cette affection soit comprise entre 32 % et 62 %
- La valeur réelle du pourcentage de kératomes présents sur l'antérieur gauche dans l'ensemble des chevaux présentant cette maladie soit comprise entre 30 % et 56 %

Figure 24 : Répartition du membre atteint par un kératome au sein de la population étudiée (en %)



ii. Association entre kératome et boiterie

La répartition de la population de l'étude en fonction de la présence ou absence de boiterie le jour de la consultation au CIRALE, et lors de la présence d'une boiterie, la relation entre celle-ci et le membre affecté par le kératome est présenté dans la **figure 25**.

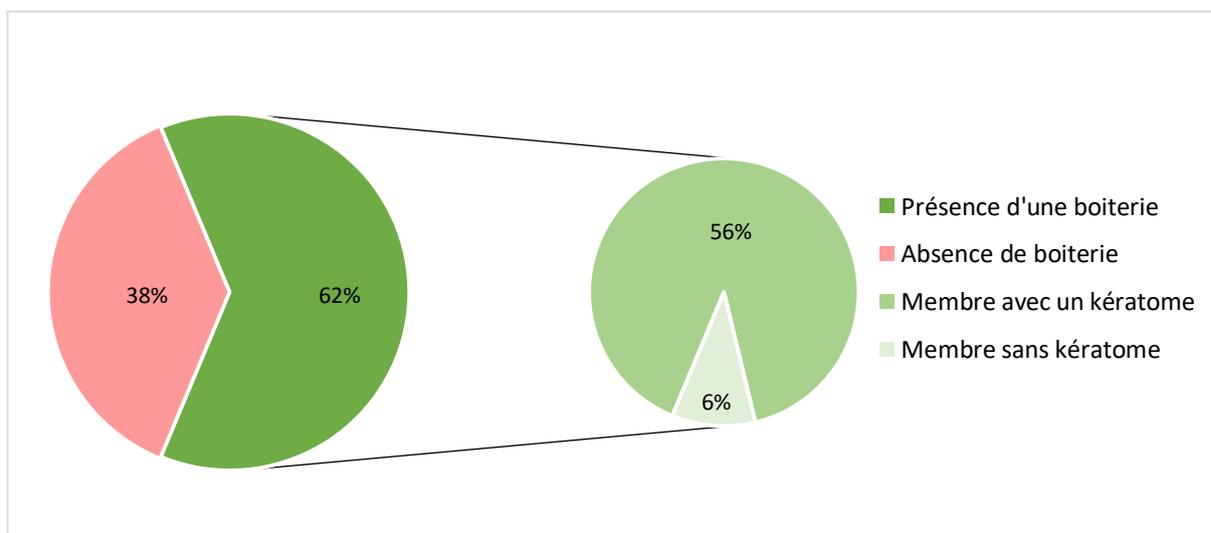
Ainsi, au sein de la population étudiée, vingt chevaux (62 %) (IC = [40 ;84] %) présentaient une boiterie le jour de la consultation.

Le côté du pied atteint par un kératome a été comparé au côté du pied présentant une boiterie. En conséquence, dix-huit chevaux de l'étude (56%) (IC = [37 ;75] %) présentaient une boiterie du côté du pied atteint par un kératome et deux chevaux de l'étude (6%) (IC = [4 ; 8] %) présentaient une boiterie d'un membre non atteint par un kératome.

Si ces pourcentages ne sont pas biaisés par du biais d'estimation, il y a 95 % de chance pour que :

- La valeur réelle du pourcentage de chevaux présentant un kératome et une boiterie sur le même membre soit comprise entre 37% et 75%.
- La valeur réelle du pourcentage de chevaux avec un kératome présentant une boiterie d'un des membres indemnes de kératome soit comprise entre 4% et 8%.

Figure 25 : Répartition des chevaux de l'étude en fonction de la présence ou de l'absence de boiterie (en %)



iii. Grade de la boiterie

Les boiteries sont classées en fonction de leur grade selon la classification de l'American Association of Equine Practitioners (**tableau 2**).

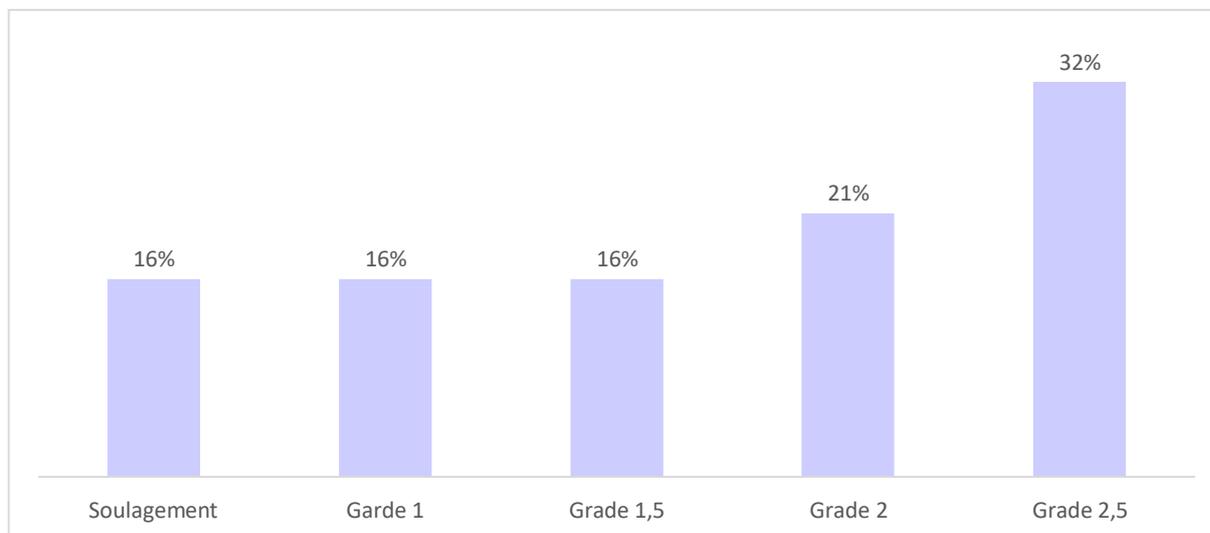
Tableau 2: Classification des boiteries selon l'American Association of Equine Practitioners

Grade	Description
0	Normal
1	Boiterie discrète : inconstante ou intermittente au trot et difficile à observer quelles que soient les circonstances
2	Boiterie modérée : difficile à observer en ligne droite mais toujours visible dans au moins une circonstance (cercle dur, souple, monté...)
3	Boiterie substantielle : visible au trot dans toutes les circonstances
4	Boiterie marquée : évidente avec d'importantes oscillations de la tête, de la croupe ou raccourcissement de la foulée
5	Suppression d'appui ou appui minimal ; réticent à se déplacer

(DENOIX Jean-marie, 1992)

La répartition des chevaux de l'étude présentant une boiterie du côté du pied atteint par un kératome selon le grade de la boiterie est présentée dans la **figure 26**.

Figure 26 : Répartition des chevaux de l'étude présentant une boiterie du côté du pied atteint par un kératome en fonction du grade de boiterie (en %)



La médiane du grade de boiterie est de 1,5/5 ([1 ;2]) (IQ [25.75])

Pour la suite de l'analyse, les chevaux de l'étude ont été regroupés en deux classes :

- **Classe 1** : Chevaux présentant une boiterie de **grade inférieur ou égal à 1,5 sur 5**.
- **Classe 2** : Chevaux présentant une boiterie **de grade strictement supérieur à 1,5 sur 5**.

Ainsi, au sein de la population étudiée, dix chevaux (53 %) (IC = [29 ;77] %) présentaient un grade de boiterie strictement supérieur à 1,5. Si ces pourcentages ne sont pas biaisés par du biais d'estimation, il y a 95 % de chance pour que la valeur réelle du pourcentage de chevaux présentant un kératome et une boiterie de grade strictement supérieur à 1,5 du même membre soit comprise entre 29% et 77%.

f. Examens complémentaires

- Les signes présents lors de radiographie du pied, en vue de face (dorso-proximale 60°palmaro-distale oblique)*

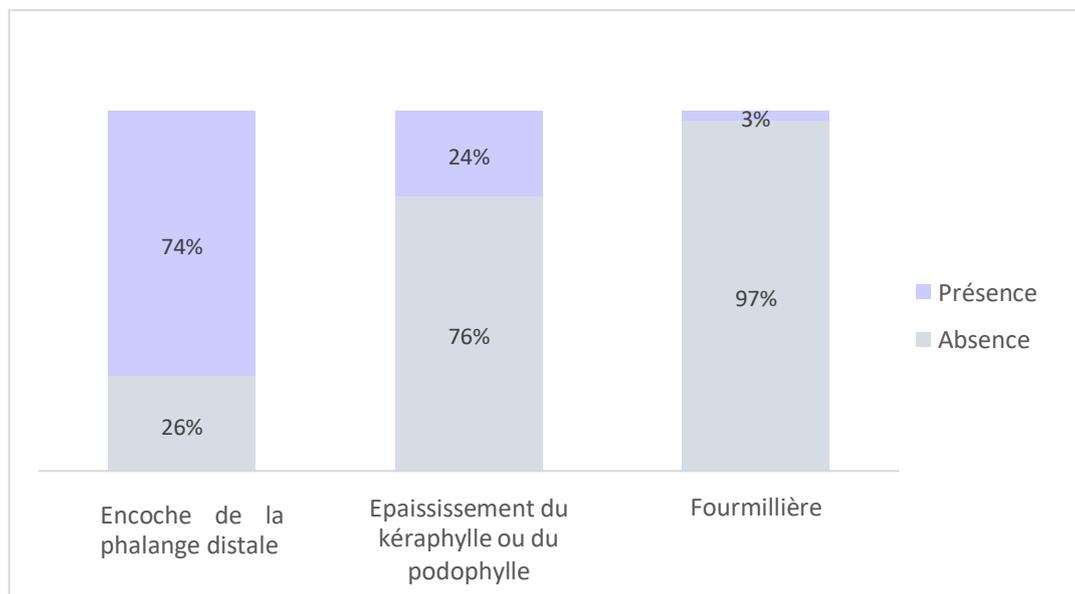
Les signes radiographiques sélectionnés sont :

- La présence ou l'absence d'une concavité sur le bord solaire de la phalangedistale (« encoche »), signe radiographique compatible avec une ostéolysedû à la compression du kératome sur l'os.
- L'épaississement du kéraphylle ou du podophylle, dû à la croissance du kératome.
- La présence ou l'absence d'une fourmilière.

Dans notre population étudiée, trente-huit kératomes ont été diagnostiqués et tous ont été radiographiés. Parmi eux, deux kératomes (5%) ne présentaient aucun signe radiographique.

La répartition de l'ensemble des kératomes de la population étudiée en fonction de la présence ou de l'absence de chaque signe radiographique est présenté dans la **Figure 27**.

Figure 27 : Répartition des kératomes de la population étudiée en fonction de la présence ou de l'absence de chaque signe radiographique (%)



Ainsi, au sein de la population étudiée, vingt-huit kératomes (74 %) (IC = [51 ;97] %) pouvaient être suspectés sur la base d'une encoche du bord solaire de P3 visible à la radiographie. En conséquence, si ces pourcentages ne sont pas biaisés par du biais d'estimation, il y a 95 % de chance pour que la valeur réelle du pourcentage de kératomes provoquant une ostéolyse de P3 se traduisant par une encoche du bord solaire sur un cliché radiographique du pied en vue dorso-proximale 60°palmaro-distale oblique du pied soit comprise entre 51% et 97%.

ii. Signification clinique du kératome en cas de lésions concomitantes

La répartition des chevaux de l'étude selon la présence et le type d'autres lésions identifiées sur le même membre que celui sur lequel a été diagnostiqué un kératome est présenté dans la **figure 28**.

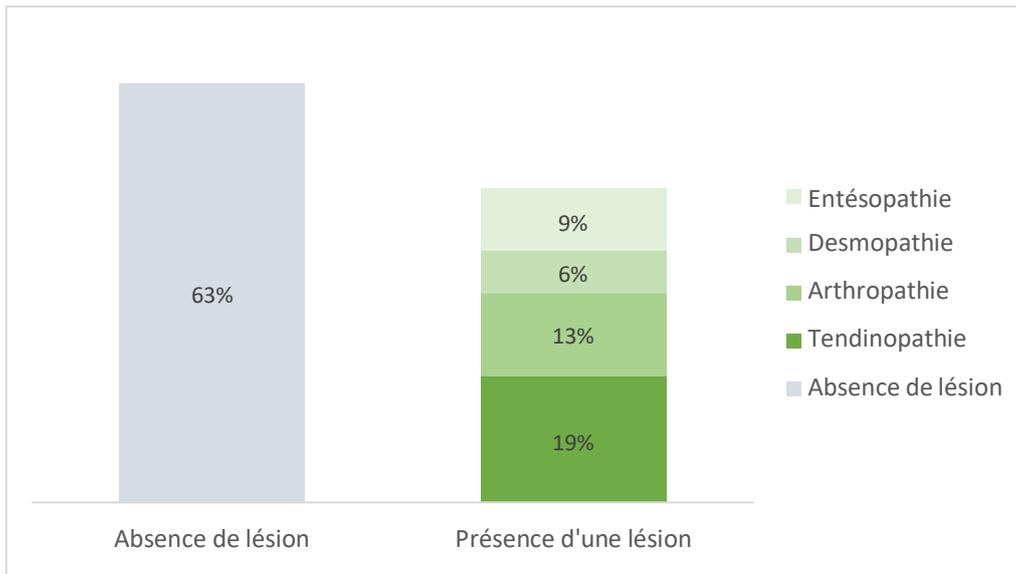
Ainsi, au sein de la population étudiée, douze chevaux (37 %) (IC = [24 ;50] %) présentaient au moins une lésion sur le même membre que celui atteint par un kératome.

Également, parmi les chevaux de l'étude, six chevaux (19 %) (IC = [13 ;25] %) présentaient une tendinopathie et un kératome sur le même membre.

Donc, si ces pourcentages ne sont pas biaisés par du biais d'estimation, il y a 95 % de chance pour que :

- la valeur réelle du pourcentage de chevaux présentant un kératome et une autre lésion sur le même membre soit comprise entre 24% et 50%.
- La valeur réelle du pourcentage de chevaux présentant un kératome et une tendinopathie sur le même membre soit comprise entre 13% et 25%

Figure 28 : Répartition des chevaux de l'étude en fonction de la présence d'une lésion sur le membre diagnostiqué d'un kératome (en %)



Le classement du kératome en premier dans l'ordre d'importance en termes de signification clinique dans la conclusion du compte rendu des chevaux de l'étude, parmi ceux présentant une autre lésion sur le même membre a été comparé au classement en positions « autres que premier ».

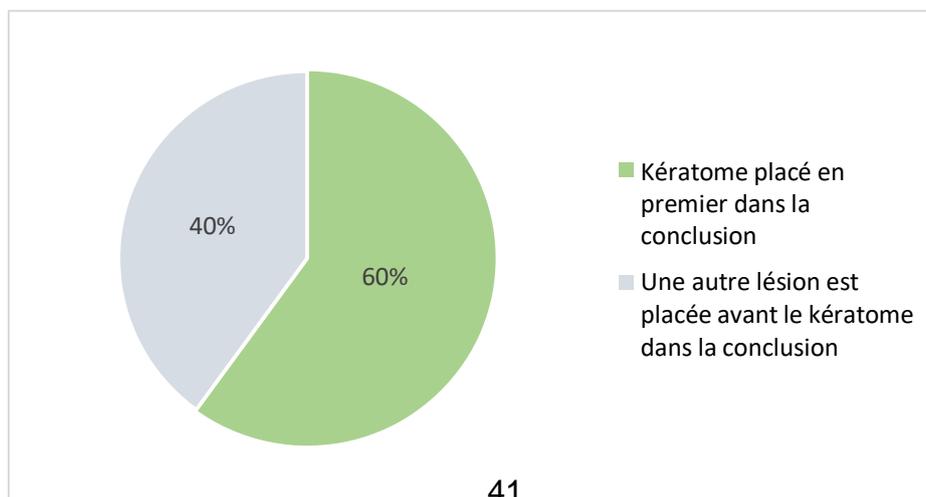
En effet, dans la conclusion du compte-rendu de consultation, les lésions sont classées par ordre d'importance relative à leur signification clinique, d'après la synthèse de l'ensemble des données des examens des chevaux par les cliniciens.

Ainsi, si le kératome était placé en premier dans la conclusion, cela signifiait qu'il représentait une plus grande importance clinique que la (les) lésion(s) suivante(s) sur le même membre.

La répartition des chevaux de l'étude présentant une autre lésion sur le même membre en fonction de la place du kératome dans la conclusion est présentée dans la **figure 29**.

Ainsi, au sein des chevaux de l'étude présentant une autre lésion sur le même membre, le kératome était placé en premier dans la conclusion pour six chevaux (60 %) (IC = [23 ;97] %). Si ces pourcentages ne sont pas biaisés par du biais d'estimation, il y a 95 % de chance pour que la valeur réelle du pourcentage que le kératome soit la lésion la plus importante soit comprise entre 23% et 97%.

Figure 29 : Répartition des chevaux de l'étude présentant une autre lésion sur le même membre en fonction du classement du kératome dans la conclusion du compte-rendu de consultation (en %)

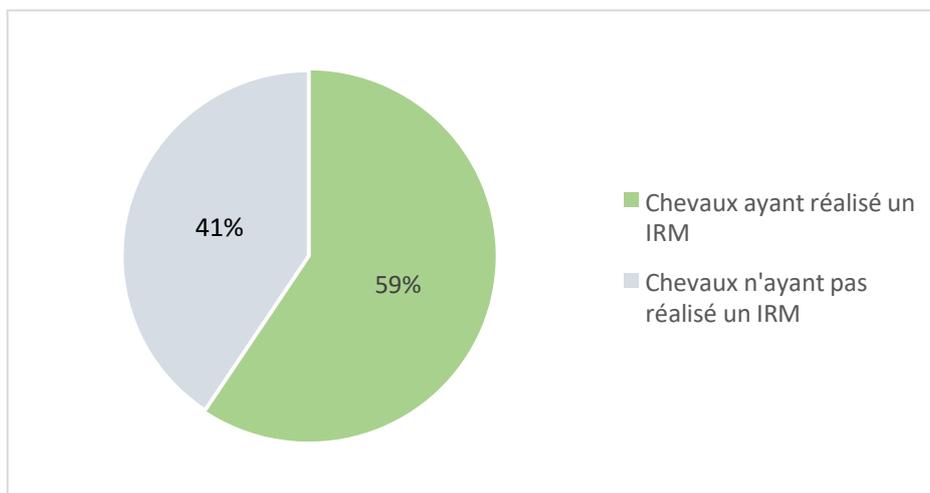


iii. Diagnostic par IRM

La répartition des chevaux de l'étude sur lesquels un examen d'IRM a été réalisé ou non est présenté dans la **figure 30**.

Au sein de la population étudiée, un examen d'IRM a été réalisé sur dix-neuf chevaux (59%).

Figure 30 : Répartition des chevaux de l'étude sur lesquels un examen IRM a été réalisé (en %)

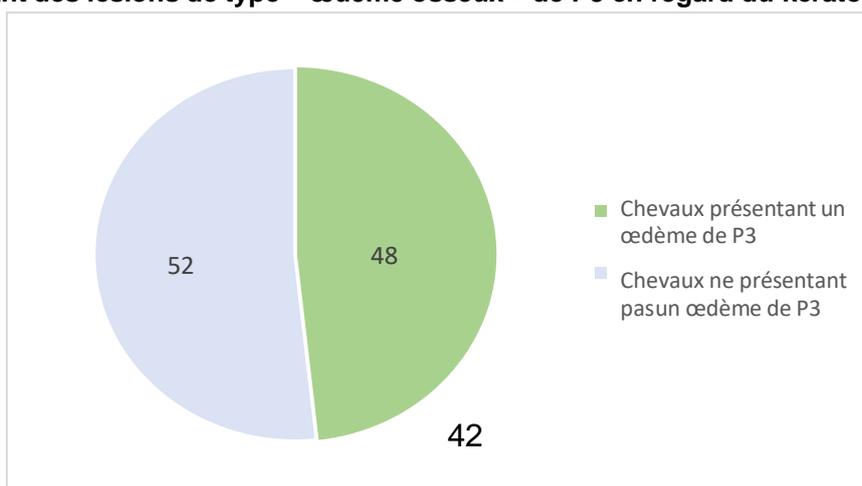


Du fait de la présence de deux kératomes chez quatre chevaux et de trois kératomes chez un cheval de l'étude ayant passé un examen d'IRM, il y avait un total de 29 kératomes identifiés à l'IRM chez les chevaux de l'étude ayant passés cet examen d'imagerie.

L'IRM permet de préciser les rapports du kératome avec la phalange distale. Ainsi, la répartition des kératomes des chevaux de l'étude examinés à l'IRM et présentant des lésions de type « œdème osseux » de P3 est présenté dans la **figure 31**.

Ainsi, parmi les kératomes visibles en IRM, quatorze d'entre eux (48 %) (IC = [28 ;68] %) présentaient des lésions de type « œdème osseux » de P3 en regard du kératome. Si ces pourcentages ne sont pas biaisés par du biais d'estimation, il y a 95 % de chance pour que la valeur réelle du pourcentage de chevaux avec un kératome et présentant des signes d'œdème de P3 à l'IRM soit comprise entre 28% et 68%.

Figure 31 : Répartition des kératomes des chevaux de l'étude examinés par IRM et présentant des lésions de type « œdème osseux » de P3 en regard du kératome (en %)



L'utilisation de l'IRM permet de localiser avec précision l'emplacement du kératome.

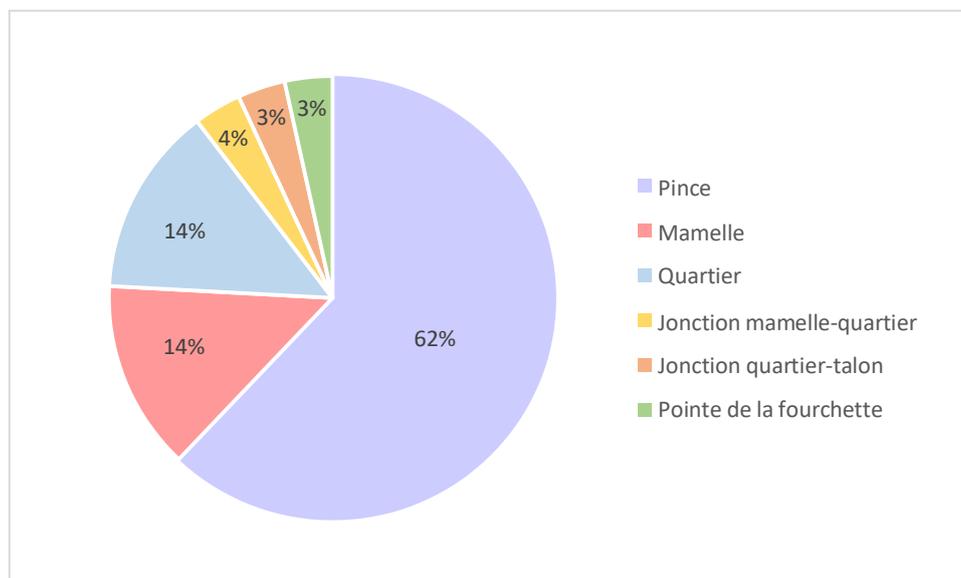
La localisation précise du kératome au niveau du sabot selon les résultats des IRM est présentée dans la **figure 32**.

La plupart des kératomes semblait localisé en pince. Cela représentait dix-huit chevaux de l'étude ayant passé une IRM (62 %) (IC = [39 ;85] %). Quatre chevaux de la population étudiée ayant passé une IRM (14 %) (IC = [9 ;19] %) avaient quant à eux un kératome localisé en quartier et quatre autres en mamelle.

Ainsi, si ces pourcentages ne sont pas biaisés par du biais d'estimation, il y a 95 % de chance pour que :

- La valeur réelle du pourcentage de kératomes localisés en pince, confirmé par une IRM chez les chevaux atteint par cette maladie soit comprise entre 39% et 85%.
- La valeur réelle du pourcentage de kératomes localisés en mamelle, confirmée par une IRM chez les chevaux atteint par cette maladie soit comprise entre 9% et 19%.
- La valeur réelle du pourcentage de kératomes localisés en quartier, confirmée par une IRM chez les chevaux atteint par cette maladie soit comprise entre 9% et 19%.

Figure 32 : Localisation au niveau du pied des kératomes identifiés à l'IRM chez les chevaux de l'étude (en %)



g. Traitement et suivi par le vétérinaire référent

Sur les vingt-sept questionnaires envoyés aux vétérinaires référents, huit ont répondu, soit un taux de réponse de 30%. Sur ces huit chevaux, cinq (62,5%) ont eu une exérèse de leur kératome. Parmi eux, trois (60%) ont été opérés couchés et un (20%) a eu une récurrence de son kératome. Enfin, le temps d'immobilisation au box post-chirurgie était entre un et six mois, avec une moyenne de trois mois.

h. Le retour en compétition après la consultation au CIRALE

Les chevaux de l'étude ont été répartis en quatre groupes selon leur niveau de travail :

- Groupe 1 : Chevaux n'ayant jamais fait de compétition ou ayant arrêté la compétition au moins un an avant la consultation au CIRALE
- Groupe 2 : Chevaux en compétition régulière avant la consultation au CIRALE mais n'étant pas retournés en compétition après
- Groupe 3 : Chevaux en compétition régulière avant la consultation au CIRALE retournés en compétition après mais à un niveau inférieur
- Groupe 4 : Chevaux en compétition régulière avant la consultation au CIRALE retournés en compétition après à un niveau équivalent ou supérieur au niveau antérieur à la consultation.

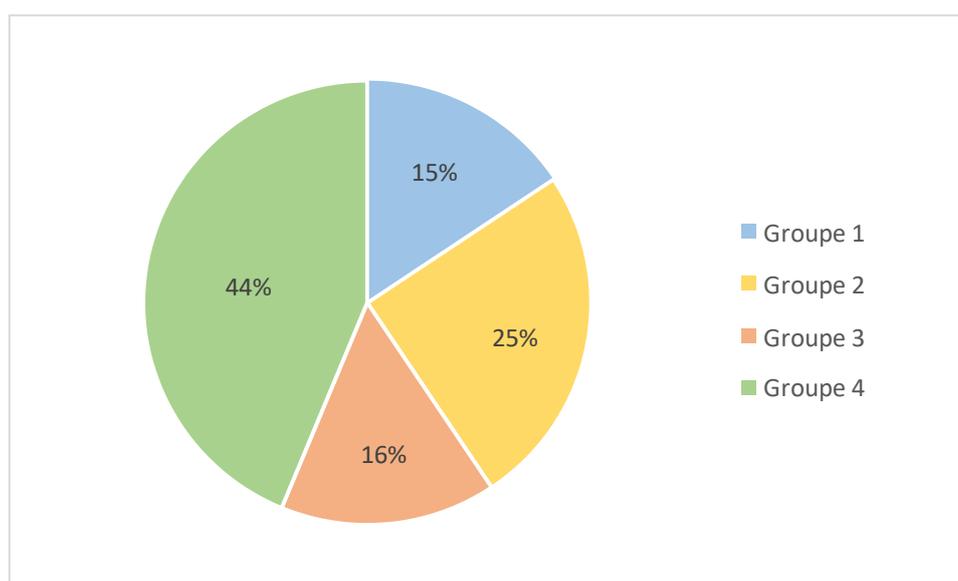
La répartition de la population étudiée en fonction des groupes de niveaux sportifs est présentée dans la **figure 33**.

Ainsi, parmi les chevaux de la population étudiée, quatorze chevaux (44 %) (IC = [29 ;59] %) étaient retournés en compétition à un niveau équivalent ou supérieur au niveau antérieur, après la consultation au CIRALE. Huit chevaux (25 %) (IC = [13 ; 31] %) n'étaient pas retournés en compétition après la consultation au CIRALE.

Donc, si ces pourcentages ne sont pas biaisés par du biais d'estimation, il y a 95 % de chance pour que :

- la valeur réelle du pourcentage de chevaux atteints par un kératome poursuivant les compétitions à un niveau égal ou supérieur à celui avant le diagnostic soit comprise entre 29% et 59%.
- la valeur réelle du pourcentage de chevaux atteint par un kératome ayant arrêté les compétitions après le diagnostic soit comprise entre 13% et 31%.

Figure 33 : Répartition de la population étudiée en fonction des groupes de niveaux sportifs (en %)



B. Statistiques analytiques

Dans la suite de l'étude, nous avons comparé le pronostic sportif des chevaux de notre population étudiée en les classant de manière binaire :

- Groupe A : **Pronostic favorable à plutôt favorable** ; chevaux de l'étude étant retournés en compétition à un niveau inférieur, équivalent ou supérieur au niveau antérieur à la consultation au CIRALE. Parmi les chevaux de la population étudiée, dix-neuf chevaux (59%) étaient présents dans cette catégorie.
- Groupe B : **Pronostic défavorable ou inconnu** ; chevaux de l'étude n'étant pas retournés en compétition, n'ayant jamais fait de compétition ou qui en n'ont pas fait durant l'année avant la consultation et qui ne sont pas allés en compétition après la consultation au CIRALE. Parmi les chevaux de la population étudiée, treize chevaux (41%) étaient présents dans cette catégorie

Les groupes A et B sont indépendants et comparables, donc nous pouvons comparer ces deux groupes en fonction de différents critères énumérés ci-dessous grâce à des tests exacts de Fischer.

a. Comparaison du pronostic sportif en fonction de la localisation du kératome

i. Sur le membre antérieur ou postérieur

Dans cette partie, l'ensemble des kératomes diagnostiqués dans la population étudiée, soit trente-huit kératomes, ont été inclus.

Ainsi, nous avons comparé deux groupes : les kératomes présents sur un antérieur et les kératomes présents sur un postérieur. Le test exact de Fischer a été utilisé pour comparer les pourcentages de kératomes présents sur un antérieur chez un cheval avec un pronostic sportif plutôt favorable à favorable et les pourcentages de kératomes présents sur un postérieur chez un cheval avec un pronostic sportif plutôt favorable à favorable.

Parmi les kératomes diagnostiqués chez un cheval avec un pronostic sportif favorable à plutôt favorable, le pourcentage de kératome présent sur un antérieur (81%) était **non significativement différent** du pourcentage de kératome présent sur un postérieur (19%) (p -value = 0,1). Sur les trente-cinq kératomes présents sur un antérieur, dix-sept kératomes (50%) étaient sur un cheval avec un pronostic sportif favorable à plutôt favorable et dix-sept kératomes (50%) étaient sur un cheval avec un pronostic sportif défavorable ou inconnu (**tableau 3**).

Dans notre population étudiée, le pronostic sportif n'était pas significativement différent selon la localisation du kératome (antérieur ou postérieur).

Tableau 3 : Comparaison du pronostic sportif avec la présence d'un kératome sur les membres antérieurs ou postérieurs

		Pronostic sportif favorable à plutôt favorable	Pronostic sportif défavorable ou inconnu	Effectif total
Kératome présent sur un antérieur	Effectif	17	17	34
	Pourcentage sur effectif total	81%	100%	-
Kératome présent sur un postérieur	Effectif	4	0	4
	Pourcentage sur effectif total	19%	0%	-
Total	effectif total	21	17	38

ii. Dans le sabot

Dans cette partie, seuls les kératomes ayant été vus en IRM étaient inclus, soit un total de vingt-neuf kératomes (76%) sur les trente-quatre présents au sein de notre population étudiée.

Ainsi, nous avons comparé deux groupes : les kératomes localisés en pince et les kératomes non localisés en pince. Le test exact de Fischer a été utilisé pour comparer les pourcentages de kératomes localisés en pince chez un cheval avec un pronostic sportif favorable à plutôt favorable et les pourcentages de kératomes n'étant pas localisés en pince chez un cheval avec un pronostic sportif favorable à plutôt favorable.

Parmi les kératomes vus en IRM chez un cheval avec un pronostic sportif favorable à plutôt favorable, le pourcentage de kératomes localisés en pince (61%) était **non significativement différent** du pourcentage de kératomes non localisés en pince (39%) (p-value = 0,26). Sur les quinze kératomes localisés en pince à l'IRM, onze kératomes (73%) étaient sur un cheval avec un pronostic sportif favorable à plutôt favorable et quatre kératomes (27%) étaient sur un cheval avec un pronostic sportif défavorable ou inconnu (**tableau 4**).

Dans notre échantillon, le pronostic sportif **n'était pas significativement différent** selon si le kératome était situé en pince ou non.

Tableau 4 : Comparaison du pronostic sportif en fonction de la localisation du kératome en pince ou non.

		Pronostic sportif favorable à plutôt favorable	Pronostic sportif défavorable ou inconnu	Effectif total
Kératome étant situé en pince	Effectif	11	4	15
	Pourcentage sur effectif total	61%	36%	-
Kératome n'étant pas situé en pince	Effectif	7	7	14
	Pourcentage sur effectif total	39%	64%	-
Total	effectif total	18	11	29

b. Comparaison du pronostic sportif en fonction du nombre de kératomes

Dans cette partie, l'ensemble de la population étudiée (trente-deux chevaux) étaient inclus. Ainsi, nous avons comparé deux groupes : les chevaux étudiés présentant un unique kératome et les chevaux étudiés présentant au moins deux kératomes, sur un même pied ou des pieds différents. Le test exact de Fischer était utilisé pour comparer les pourcentages de chevaux présentant un unique kératome avec un pronostic sportif favorable à plutôt favorable et les pourcentages de chevaux présentant au moins deux kératomes, sur un même pied ou des pieds différents, avec un pronostic sportif favorable à plutôt favorable.

Parmi les chevaux de la population étudiée avec un pronostic sportif favorable à plutôt favorable, le pourcentage de chevaux présentant un unique kératome (63%) était **non significativement différent** du pourcentage de chevaux présentant au moins deux kératomes, sur un même pied ou un pied différent (37%) (p-value = 0,37). Sur les dix-neuf chevaux présentant un unique kératome, dix-sept chevaux (89%) avaient un pronostic sportif favorable à plutôt favorable et deux chevaux (11%) avaient un pronostic sportif défavorable ou inconnu (**tableau 5**).

Dans notre population étudiée, le pronostic sportif **n'était pas significativement différent** selon le nombre de kératomes présents sur un même pied ou des pieds différents.

Tableau 5 : Comparaison du pronostic sportif en fonction du nombre de kératome présent sur un cheval

		Pronostic sportif favorable à plutôt favorable	Pronostic sportif défavorable ou inconnu	Effectif total
Chevaux présentant un kératome	Effectif	17	2	19
	Pourcentage sur effectif total	63%	40%	-
Chevaux présentant au moins deux kératomes, sur un même pied ou des pieds différents	Effectif	10	3	13
	Pourcentage sur effectif total	37%	60%	-
Total	effectif total	27	5	32

c. Comparaison du pronostic sportif en fonction de la présence de signe(s) radiographique(s)

Dans cette partie, l'ensemble de la population étudiée (trente-deux chevaux) était inclus.

Ainsi, nous avons comparé deux groupes : les chevaux étudiés présentant des signes d'ostéolyse (concavité sur le bord solaire de P3) et les chevaux ne présentant pas de signes d'ostéolyse. Le test exact de Fischer était utilisé pour comparer les pourcentages de chevaux présentant un ou des signe(s) d'ostéolyse avec un pronostic sportif favorable à plutôt favorable et les pourcentages de chevaux ne présentant pas de signe d'ostéolyse, avec un pronostic sportif favorable à plutôt favorable.

Parmi les chevaux de la population étudiée avec un pronostic sportif favorable à plutôt favorable, le pourcentage de chevaux présentant des signes d'ostéolyse à la radiographie (95%) était **significativement différent** du pourcentage de chevaux ne présentant pas de signe d'ostéolyse (5%) (p-value = 0,01). Sur les vingt-cinq chevaux présentant des signes d'ostéolyse, dix-huit (72%) avaient un pronostic sportif favorable à plutôt favorable et sept chevaux (28%) avaient un pronostic sportif défavorable ou inconnu (**tableau 6**).

Dans notre population étudiée, le pronostic sportif était **significativement différent** selon si le cheval présentait, ou non, des signes d'ostéolyse à l'image radiographique

Tableau 6 : Comparaison du pronostic sportif en fonction de la présence ou de l'absence d'une ostéolyse de P3 à l'image radiographique

		Pronostic sportif favorable à plutôt favorable	Pronostic sportif défavorable ou inconnu	Effectif total
Chevaux présentant une ostéolyse à la radiographie	Effectif	18	7	25
	Pourcentage sur effectif total	95%	54%	-
Chevaux ne présentant pas d'ostéolyse à la radiographie	Effectif	1	6	7
	Pourcentage sur effectif total	5%	46%	-
Total	effectif total	19	13	32

d. Comparaison du pronostic sportif en fonction de lésions concomitantes

Dans cette partie, l'ensemble de la population étudiée (32 chevaux) était inclus. Ainsi, nous avons comparé deux groupes : les chevaux avec une ou des lésion(s) concomitante(s) au kératome, sur le même membre et les chevaux sans, toutes types de lésions confondues. Le test exact de Fischer a été utilisé pour comparer les pourcentages de chevaux présentant au moins une lésion avec un pronostic sportif favorable à plutôt favorable et les pourcentages de chevaux ne présentant pas de lésion avec un pronostic sportif favorable à plutôt favorable.

Parmi les chevaux de la population étudiée avec un pronostic sportif favorable à plutôt favorable, le pourcentage de chevaux présentant au moins une lésion autre que le kératome (31%) était **non significativement différent** du pourcentage de chevaux ne présentant pas d'autre lésion (69%) (p-value = 0,47). Sur les douze chevaux présentant une ou plusieurs lésion(s), six chevaux (50%) avaient un pronostic sportif favorable à plutôt favorable et six chevaux (50%) avaient un pronostic sportif défavorable ou inconnu (**tableau 7**).

Dans notre population étudiée, le pronostic sportif était **non significativement différent** selon si le cheval présentait, ou non des lésions associées au kératome sur le même membre.

Tableau 7: Comparaison du pronostic sportif en fonction de la présence ou de l'absence de lésion concomitante

		Pronostic sportif favorable à plutôt favorable	Pronostic sportif défavorable ou inconnu	Effectif total
Chevaux présentant une ou plusieurs lésion(s) sur le même membre atteint par un kératome	Effectif	6	6	12
	Pourcentage sur effectif total	31%	46%	-
Chevaux ne présentant pas d'autre lésion que le kératome, sur le même membre.	Effectif	13	7	20
	Pourcentage sur effectif total	69%	54%	-
Total	effectif total	19	13	32

e. Pronostic sportif en fonction de la réalisation d'un traitement chirurgical par exérèse.

Parmi les chevaux de la population étudiée dont nous avons s'ils ont été opérés ou non, et qui avaient un pronostic sportif favorable à plutôt favorable, le pourcentage de chevaux ayant eu une exérèse du kératome (100%) était **non significativement différent** du pourcentage de chevaux n'ayant pas eu d'exérèse du kératome (0%) (p-value = 0,14). Sur les cinq chevaux ayant eu une chirurgie, quatre chevaux (80%) avaient un pronostic sportif favorable à plutôt favorable et un cheval (20%) avait un pronostic sportif défavorable ou inconnu (**tableau 8**).

Dans notre échantillon étudié, le pronostic sportif **n'était pas significativement différent** si le cheval a eu une exérèse du kératome ou non après le diagnostic.

Tableau 8 : Comparaison du pronostic sportif en fonction de l'exérèse ou non du kératome.

		Pronostic sportif favorable à plutôt favorable	Pronostic sportif défavorable ou inconnu	Effectif total
Chevaux ayant eu une chirurgie	Effectif	4	1	5
	Pourcentage sur effectif total	100%	33%	-
Chevaux n'ayant pas eu de chirurgie	Effectif	0	2	2
	Pourcentage sur effectif total	0%	77%	-
Total	Effectif total	4	3	7

4. Discussion

A. Autour du matériel et méthode

a. Matériel

La population étudiée comptait trente-deux individus. Ce panel aurait pu être plus grand mais du fait de problème technique, la base de données contenant les informations des chevaux examinés par le CIRALE entre janvier 2018 et décembre 2021 n'était pas accessible lors de la récolte des informations. La conséquence directe de cela était un manque de puissance statistique. Avec un échantillon plus grand, peut-être que certains paramètres auraient été significativement différents par rapport au pronostic sportif favorable à plutôt favorable.

Le CIRALE étant un centre vétérinaire de référé, il était nécessaire que le cheval ait été examiné par un vétérinaire pour être adressé au CIRALE. De même, le coût d'une consultation spécialisée ainsi que les examens d'imagerie complémentaire (radiographie, IRM) sont plus élevés qu'en clinique généraliste. On peut en déduire que les chevaux examinés au CIRALE étaient souvent des chevaux ayant une grande valeur, aussi bien économique que sportive. De ce fait, il se pourrait que les pronostics sportifs des chevaux soient biaisés. En effet, les épreuves sportives professionnelles ou amateurs sont plus intenses et traumatisantes pour le corps des chevaux que les épreuves clubs. De plus, l'attente des propriétaires pourrait être plus grande quant aux performances de leur cheval si celui-ci performe en amateur ou en professionnel. Ils auraient pu faire le choix de rétrograder leur cheval dans des épreuves inférieures ou bien de le réformer alors qu'il aurait pu continuer de performer au même niveau s'il avait réalisé des plus petites épreuves.

b. Méthode

L'ensemble de l'étude statistique, de la recherche des individus pouvant faire partie de notre population à la réalisation de l'analyse statistique, a été entièrement réalisé par moi-même.

Dans les informations à disposition dans la base de données du CIRALE, la réalisation ou non d'une exérèse de kératome post-consultation n'était pas notifiée. Sur les trente-et-un vétérinaires ayant référés un cheval de la population étudiée, vingt-sept ont pu être contactés et sept d'entre eux avaient pu nous fournir une réponse quant à la réalisation, ou non, d'une chirurgie. Cela représentait sept chevaux, soit seulement 27% de la population. Ce faible nombre de réponse n'a pas permis de réaliser l'ensemble des statistiques en discriminant les chevaux selon ce paramètre. En conséquence, dans les groupes A et B, il y a des individus opérés et non opérés, sans que l'on sache la répartition au sein des groupes. Or, d'après l'étude de Katzman *et al.*, réalisé en 2019, 90% des chevaux ayant eu une chirurgie sont revenus à leur niveau d'activité antérieur. Nous pouvons déduire de ce résultat que ce paramètre pourrait être un facteur pronostic positif concernant le pronostic sportif du cheval. Notre étude ne permet donc pas d'établir de corrélation entre le pronostic et la gestion choisie, mais permet d'avoir une vision générale du devenir de ces chevaux tous modes de gestion confondus.

En ce qui concerne la partie statistique analytique, le choix avait été fait de comparer les individus de la population étudiée présent dans le groupe A en fonction d'un paramètre. Par exemple : « Comparaison des chevaux du groupe A présentant des signes d'ostéolyse à la radiographie et ceux du groupe A n'en présentant pas » plutôt que de comparer les individus du groupe A avec ceux du groupe B en fonction d'un paramètre comme par exemple : « Comparaison des chevaux du groupe A présentant des signes d'ostéolyse à la radiographie avec des chevaux du groupe B présentant des signes d'ostéolyse à la radiographie ».

Ce choix a été privilégié car il est, à mon sens, préférable pour un propriétaire de savoir si son cheval peut continuer d'être performant malgré la présence ou l'absence du paramètre (signes d'ostéolyse, lésions associées...)

B. Interprétation des résultats

a. Données épidémiologiques

Tout d'abord, nous avons voulu décrire la population étudiée. Celle-ci est principalement constituée de chevaux âgés de six à onze ans. Elle contient une majorité d'hongres (63 %), de race Selle-français (38 %) et ayant une activité de saut d'obstacle (59 %). Plus de la moitié de la population étudiée (59%) présente un état d'embonpoint satisfaisant.

Cette population n'est cependant pas représentative de la population équine française. Les chevaux présentés en consultation au CIRALE sont plutôt des jeunes chevaux sportifs, souvent en activité si leurs lésion(s) le permette(nt). Il est donc très probable que la population étudiée aurait été différente si les individus avaient été choisis parmi la population de chevaux en France. Il aurait ainsi été intéressant de comparer les données épidémiologiques des chevaux de l'étude à celle des chevaux présentés en consultation au CIRALE de manière générale.

i. Motif de consultation

Le principal motif de consultation concerne 50% de notre population et est une anomalie de la locomotion, allant d'une dégradation de l'allure à une boiterie chronique (intermittente ou permanente). Cela représente entre 33% et 67% des chevaux atteints d'un kératome en France, avec un risque d'erreur à 5%. Ce résultat est en accord avec les articles de Honnas (1997) ou plus récemment ceux de Redding et O'Grady (2012) et Castelijns (2013) où le premier signe clinique abordé est une boiterie de degré divers en l'absence d'abcès. Toutefois seulement 13% des chevaux de notre population ont été présentés pour un motif d'abcès à répétition. Cela peut s'expliquer par le fait que les abcès sont une maladie courante, gérée par les vétérinaires traitants. Les chevaux sont rarement référés en consultation spécialisée pour ce motif, sauf en cas de persistance sans signes visibles en imagerie.

ii. Examen physique du pied

Dans un second temps, nous avons souhaité voir si certains signes cliniques étaient visibles lors de l'examen physique et dynamique du pied affecté par un kératome. Ainsi, 88% de notre population présente au moins une anomalie physique, et donc visible, du pied soit 58% à 100% (à 5% près) des chevaux avec un kératome. Parmi les anomalies physiques, nous nous sommes particulièrement intéressés à :

- la posture des membres à l'arrêt (protraction, antalgique),
- les aplombs (cagneux, panard),
- la présence d'une asymétrie de pied, d'un pied plat,
- les anomalies de la face solaire (déformation, dépression),
- la chaleur du pied,
- la réponse ou non au test de la pince et de la planche.

D'après les publications citées ci-dessus ainsi que celles de Mair et Linnenkohl (2012) et Honnas (2011), la seule anomalie physique du pied citée par l'ensemble de ces articles est une déformation de la ligne blanche avec ou sans dépression de la sole. Or ce symptôme est le troisième le plus représenté dans notre population, avec 25% des individus. Il est tout à fait possible que les auteurs n'aient pas tenu compte des anomalies telles que l'asymétrie du pied (41% de notre population) ou un défaut d'aplomb (34% de notre population) car ce ne sont pas des conséquences directes de la présence du kératome. En effet, ces anomalies peuvent avoir une origine congénitale ou acquise comme une boiterie chronique pour le pied asymétrique (Peyronnet, 2023).

Ainsi, d'après notre population étudiée, les anomalies de la face solaire (conséquences directes et visibles des kératomes) sont présentes chez 16 à 34% des chevaux avec un kératome.

iii. Examen dynamique

Au sein de la population étudiée, les membres les plus touchés par le kératome sont les antérieurs (89% des kératomes de l'étude). En considérant une confiance à 95%, entre 60 et 100% des kératomes se développent sur les antérieurs dans la population de chevaux en France. Ceci pourrait s'expliquer par l'inégale répartition du poids du cheval entre ses antérieurs et ses postérieurs. En effet, l'avant-main supporte entre 60 et 65% du poids de l'individu (Barone, 1980), or d'après Baxter (2020), une pression constante peut favoriser le développement d'un kératome.

Lors de l'examen dynamique, 56% des chevaux étudiés présentaient une boiterie du côté du pied atteint par un kératome. Il est possible d'en déduire que cette anomalie de la locomotion est une conséquence directe du kératome présent. Parmi ces chevaux, 53% d'entre eux présentent une boiterie strictement supérieure à 1,5, soit une boiterie modérée et donc visible au trot dans au moins une circonstance de l'examen. Une boiterie de grade inférieur ou égal à 1,5 est une boiterie discrète, difficilement visible au trot et inconstante ou intermittente. Ce type de boiterie peut être difficile à déceler pour une personne non familière de la locomotion équine.

iv. Examens complémentaires

Par la suite, nous nous sommes penchés sur l'intérêt des examens d'imagerie, réalisés dans l'étude.

Tout d'abord, la prise de radiographie en vue dorso-proximale 60° palmaro-distale oblique. Dans la population étudiée, 74% des kératomes étaient suspectés sur cette projection radiographique, du fait d'une image radio-transparente semi-circulaire sur le bord solaire de P3. Cette image radiographique peut témoigner de la présence d'une ostéolyse de compression induite par le kératome. Nous pouvons donc estimer, avec un degré de confiance à 95%, qu'entre 51% et 97% des kératomes peuvent être

suspectés à la radiographie et conclure que tous les kératomes ne sont pas responsables d'une ostéolyse de P3 et donc qu'ils ne peuvent pas être exclus si cette image n'est pas présente à la radiographie.

Ensuite l'IRM, a permis d'objectiver la présence du kératome, selon les critères décrits dans l'étude de Getman *et al.* (2011). Notre présente étude décrit en plus les rapports du kératome avec P3, comme la présence de lésions de type « œdème osseux » visible en saturation de graisse, qui témoigne d'une activité osseuse pouvant être secondaire à un processus inflammatoire. Nous pouvons donc estimer, avec un degré de confiance à 95%, qu'entre 28% et 68% des chevaux avec un kératome présentent des signes d'œdème de P3 à l'IRM, en saturation de graisse.

De plus, nous nous sommes servi des images IRM pour notifier la localisation des kératomes présents chez les individus ayant eu cet examen. Il en résulte que 68% des chevaux avaient un kératome situé en pince. Les secondes localisations les plus représentées sont en mamelle (19%) et en quartier (19%). Nous pouvons estimer avec un degré de confiance à 95% qu'entre 39% et 85% des kératomes sont situés en pinces et entre 9% et 19% en quartier et de même en mamelle. Cela conforte, en partie, l'assertion de Honnas (1997) selon laquelle la zone communément affectée par un kératome est la pince et le quartier. Le fait que la pince soit la partie du sabot la plus touchée peut s'expliquer par le fait que ce soit une zone exposée aux chocs et traumatismes de la paroi ou de la sole.

Finalement, l'IRM permet d'identifier d'éventuelles autres lésions pouvant contribuer aux troubles du cheval et modifier le pronostic sportif. Dans notre étude, le pronostic sportif n'était cependant pas significativement différent selon si le cheval présentait, ou non des lésions associées au kératome sur le même membre.

v. *Retour en compétition post-diagnostic*

Pour terminer sur les données épidémiologiques du kératome, nous nous sommes penchés sur le devenir des chevaux après leur consultation au CIRALE, et donc leur diagnostic de kératome.

Au sein de la population étudiée, 44% des chevaux ont continué la compétition après leur diagnostic, à un niveau équivalent ou supérieur à celui antérieur à la consultation. Les symptômes pouvant contre-indiquer un retour à la compétition ou engendrer un retour à un niveau inférieur sont certainement la dégradation de la locomotion et la boiterie. De ce fait, nous pouvons estimer qu'un retour à la compétition à un niveau égal ou supérieur au niveau antérieur au diagnostic informe d'une disparition des symptômes de kératome. Alors, avec un degré de confiance à 95%, nous pouvons conclure qu'entre 29% et 59% des chevaux avec un kératome présentaient une disparition des symptômes post-diagnostic, indépendamment de la gestion choisie puisque cette estimation ne fait pas de distinction entre les chevaux ayant eu une exérèse de kératome post-diagnostic et ceux non opérés. Or cela influe sur le retour en compétition post-diagnostic, puisque 83% des chevaux opérés ont une disparition des symptômes contre 43% des chevaux non opérés, selon l'étude de Bosch *et al* (1995-2001).

b. Le pronostic sportif

D'après les résultats obtenus, le nombre de kératomes ainsi que la présence ou l'absence d'une lésion concomitante sur le membre atteint ne sont pas des critères aggravant quant au pronostic sportif.

Au sein du groupe A, il y a 95% de chance pour qu'il existe une différence significative ($p = 0,01$) entre la présence ou l'absence de signe d'ostéolyse à la radiographie. Selon ces résultats, il semblerait que les chevaux du groupe A présentant une ostéolyse de P3 visible à la radiographie soient plus nombreux que ceux du même groupe mais ne présentant pas de signe d'ostéolyse.

En conclusion, la présence d'une ostéolyse à la radiographie ne serait pas un critère aggravant quant à un pronostic sportif favorable à plutôt favorable.

Cela pourrait s'expliquer par la part de chevaux ayant eu une exérèse du kératome dans la population du groupe A. Or les résultats post-chirurgie sont élevés, avec entre 83% (Bosch *et al.*, 2004) et 90% (Katzman *et al.*, 2019) des chevaux qui ressortent à un niveau équivalent ou supérieur. Ainsi, il est possible que les chevaux ayant une ostéolyse de P3 soient référés au CIRALE pour réaliser une IRM en vue d'une exérèse plus souvent que ceux ne présentant pas d'ostéolyse de P3. En effet, une radiographie est réalisée par le vétérinaire traitant, celui-ci peut donc diagnostiquer un kératome si des signes d'ostéolyse sur le bord solaire de P3 sont présents. De ce fait, nous pouvons déduire qu'il n'est pas forcément nécessaire de référer le cheval en clinique spécialisée sauf en cas de volonté d'investigation pour envisager une éventuelle exérèse ou avoir des informations supplémentaires pour évaluer le pronostic sportif. Les chevaux ne présentant pas d'ostéolyse visible par radiographie pourraient être davantage référés au CIRALE pour des examens d'imagerie avancée en vue d'un diagnostic de certitude lors d'absence de signe radiographique ou de signes douteux.

Ce résultat pourrait aussi s'expliquer par la visibilité de la lésion. En effet, une ostéolyse de P3 à la radiographie laissant suspecter un kératome (bien que cela ne soit pas un signe pathognomonique), pourrait expliquer que ces chevaux aient un diagnostic de kératome plus rapide et donc une prise en charge plus précoce que des chevaux ne présentant pas de signe d'ostéolyse, pour qui des investigations supplémentaires seraient nécessaires.

Pour conclure, il semblerait que, parmi les critères utilisés dans cette étude, seul la présence ou l'absence de signe d'ostéolyse soit corrélée positivement avec le pronostic sportif. La présence d'une encoche à la radiographie sur la projection dorso-proximale 60°palmaro-distale oblique ne serait de plus pas un facteur aggravant quant à l'avenir sportif.

En revanche, la localisation du kératome (antérieur vs postérieur ; pince vs autres parties de la face solaire), le nombre de kératomes, la présence d'une lésion concomitante, sur le pied diagnostiqué d'un kératome ou la réalisation ou non d'une exérèse chirurgicale n'auraient pas d'incidence corrective ou aggravante quant au pronostic sportif favorable à plutôt favorable.

Or, concernant la chirurgie, en 2004, Bosch *et al.* ont publié une étude rétrospective évaluant l'effet du traitement chirurgical par rapport à un traitement conservateur sur

41 chevaux boiteux présentant un kératome. Selon leur conclusion, un traitement chirurgical était plus efficace qu'un traitement conservateur. Le fait de trouver une conclusion différente dans notre étude peut être dû au faible nombre de chevaux dont nous connaissons le statut opéré ou non. En effet, dans l'étude de cohorte réalisée par Bosch *et al.*, (2004) leur résultat se base sur une population constituée de trente-cinq individus (six chevaux ont été perdus de vue) dont vingt-trois ont eu une exérèse du kératome et dix-huit ont eu un traitement conservateur. Notre population est bien plus petite avec sept individus dont cinq ont eu une chirurgie et deux n'ont pas eu de chirurgie. La différence de résultat peut s'expliquer par un manque de puissance statistique de notre étude concernant ce paramètre du fait d'un faible nombre d'individus.

5. Perspectives

Le seul traitement curatif existant contre le kératome est l'exérèse complète de la lésion. Cela pourrait être utile pour les propriétaires de refaire la même étude mais en discriminant la population étudiée selon si les individus ont, ou non, été opérés à la suite du diagnostic. Cela permettrait aux propriétaires de ces chevaux de prendre une décision chirurgicale de façon éclairée en connaissant le pronostic sportif en fonction de certains paramètres comme la présence d'une lésion concomitante au kératome.

Des études concernant le pronostic sportif post-chirurgie ont été réalisées en comparant le pronostic sportif en post-chirurgie avec la mise en place d'un traitement conservateur et le type de chirurgie (avulsion complète ou incomplète de la paroi). Or, à ma connaissance, il n'existe pas d'étude analogue à celle-ci cherchant à mettre en évidence des facteurs de réussite de la chirurgie ou du traitement conservateur comme nous avons cherché à la faire dans cette étude.

Conclusion

Les kératomes sont des tumeurs bénignes du pied résultant d'une multiplication anarchique des cellules kératinisées du stratum internum de la paroi du sabot du cheval.

Cette étude avait pour objectifs principaux de décrire la population de chevaux atteinte en France, recenser des éventuels facteurs de risque pouvant permettre une suspicion voire un diagnostic précoce de kératome par les vétérinaires, et de mettre en évidence des facteurs pronostics quant au devenir sportif du cheval.

Les résultats ont montré que les chevaux présentant un kératome étaient majoritairement présentés au CIRALE pour une dégradation de la locomotion ou une boiterie permanente ou intermittente (50%). En effet, 56% de notre population présentait une boiterie du côté du pied atteint par un kératome dont 53% avaient une boiterie strictement supérieure à un grade 1,5/5. De plus 89% de ces kératomes étaient présents sur un antérieur et 68% localisés en pince, confirmé par une IRM. Ces résultats sont en accord avec la littérature, tels que les articles de Honnas (1997), Redding et O'Grady (2012) et Castelijns (2013). En outre, 88% des chevaux présentaient une anomalie physique du pied dont 25% une anomalie de la ligne blanche, signe visible direct de la présence d'un kératome. Les résultats concernant les examens complémentaires ont permis de mettre en évidence que 74% des kératomes de l'étude pouvaient être suspectés à la radiographie par une ostéolyse de P3. Une lésion concomitante sur le pied était présente pour 37% d'entre eux, considérée comme moins significative cliniquement dans 60% des cas. Lorsqu'une IRM était réalisée, un œdème osseux de P3 en regard du kératome était présent chez 48% des individus. Concernant le retour en compétition, 44% des chevaux de la population étudiée sont retournés en compétition à un niveau équivalent ou supérieur à leur niveau pré-diagnostic, indépendamment du mode de gestion choisi car l'étude n'a pas pu prendre en compte le type de traitement post-diagnostic. Or il a été montré par Bosch *et al.* (2004) que le pronostic sportif était meilleur chez les chevaux ayant eu un retrait du kératome que ceux n'en ayant pas eu. Il pourrait être intéressant de refaire le même type d'étude mais en discriminant la population étudiée en fonction du traitement mis en place.

Finalement, l'étude a mis en évidence que la présence d'une ostéolyse à la radiographie n'avait pas d'impact aggravant quant au pronostic sportif ce qui n'avait, a priori, jamais été mis en évidence dans les précédentes publications.

Liste des références bibliographiques

- BARONE, R. (1999) Anatomie Comparée des mammifères domestiques – Tome 2 : Arthrologie et myologie. 4^e éd. Paris, Vigot.
- BAXTER, G.M. (2020) Adams and Stashak's lameness in horses, 7th edition. Hoboken, Wiley-Blackwell.
- BRÜNISHOLZ, H. (2021) Gestion du kératome par exérèse complète et résection partielle de la paroi cornée. *Pratique Vétérinaire Équine* n° 210, p6-13.
- BRÜNISHOLZ, H. (2021) Les affections du pied traitées chirurgicalement. *Pratique Vétérinaire Équine* n° 210, p. 6-29.
- BUTLER, J.A., COLLES, C.M., DYSON, S.J., *et al.* (2008) Clinical Radiology of the Horse, 3rd edition. Hoboken, Wiley-Blackwell.
- CASTELIJNS, H. (2013) Le kératome *in equi-meeting maréchalerie. Haras national du pin, 27 et 28 septembre 2013* IFCE p. 32-37.
- CHAFFIN, M.K., CARTER, G.K., SUSTAIRE, D. (1989) Management of a keratoma in a horse: A case report. *Journal of Equine Veterinary Science* vol. 9, n° 6, p. 323-326. [[https://doi.org/10.1016/S0737-0806\(89\)80066-8](https://doi.org/10.1016/S0737-0806(89)80066-8)]
- CHATEAU H., H. (2020) Les productions cornées. Polycopié. Maisons-Alfort, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogique d'Anatomie.
- DENOIX JEAN-MARIE (1992) Approche sémiologique des boiteries chez le cheval. *Le Point Vétérinaire* vol. 23, n° 142, p. 15-27.
- GETMAN, L.M., DAVIDSON, E.J., ROSS, M.W., *et al.* (2011) Computed Tomography or Magnetic Resonance Imaging-Assisted Partial Hoof Wall Resection for Keratoma Removal: Imaging-Assisted Partial Hoof Wall Resection for Keratoma Removal. *Veterinary Surgery* vol. 40, n° 6, p. 708-714. [<https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2011.00864.x>]
- HAMIR, A.N., KUNZ, C., EVANS, L.H. (1992) Equine Keratoma. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* vol. 4, n° 1, p. 99-100. [<https://doi.org/10.1177/104063879200400125>]
- HONNAS, C.M. (2011) Supracoronary approach for keratoma removal: Supracoronary approach for keratoma removal. *Equine Veterinary Education* vol. 23, n° 10, p. 494-495. [<https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2011.00232.x>]
- HONNAS, C.M. (1997) Keratomas of the equine digit. *Equine Veterinary Education* vol. 9, n° 4, p. 203-207. [<https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.1997.tb01307.x>]

- KATZMAN, S.A., SPRIET, M., GALUPPO, L.D. (2019) Outcome following computed tomographic imaging and subsequent surgical removal of keratomas in equids: 32 cases (2005–2016). *Journal of the American Veterinary Medical Association* vol. 254, n° 2, p. 266-274. [<https://doi.org/10.2460/javma.254.2.266>]
- KAUFFMANN, S., CLINE, C., OVNICEK, G. (2017) The essential hoof book: the complete modern guide to horse feet: anatomy, care and health, disease diagnosis and treatment. North Pomfret, Vermont, Trafalgar Square.
- MAIR, T.S., LINNENKOHL, W. (2012) Low-field magnetic resonance imaging of keratomas of the hoof wall: MRI of equine keratoma. *Equine Veterinary Education* vol. 24, n° 9, p. 459-468. [<https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2011.00367.x>]
- PEYRONNET, S. (2023) Étude rétrospective des chevaux présentant un pied asymétrique examinés au Cirale. Thèse de médecine vétérinaire, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort.
- REDDING, W.R., O'GRADY, S.E. (2012) Nonseptic Diseases Associated with the Hoof Complex. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* vol. 28, n° 2, p. 407-421. [<https://doi.org/10.1016/j.cveq.2012.06.006>]
- ROBERT, C. (2022) Dissection de la main du cheval. Polycopié. Maisons-Alfort, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogique d'Anatomie.
- SMITH, S.J.B., CLEGG, P.D., HUGHES, I., *et al.* (2010) Complete and partial hoof wall resection for keratoma removal: post operative complications and final outcome in 26 horses (1994-2004). *Equine Veterinary Journal* vol. 38, n° 2, p. 127-133. [<https://doi.org/10.2746/042516406776563288>]

LE KÉRATOME CHEZ LE CHEVAL : ÉTUDE RÉTROSPECTIVE SUR 32 CAS EXAMINÉS AU CIRALE ENTRE 2010-2017 ET 2021-2022

AUTRICE : Eloïse JOUVE--LEROY

RÉSUMÉ :

Le kératome est une formation excessive et anarchique de kératine au niveau du stratum internum de la paroi du sabot, pouvant être une cause de douleur du pied par compression du podophylle. Notre étude avait pour objectifs principaux de décrire la population des chevaux atteints en France, recenser des éventuels facteurs de risque pouvant permettre une suspicion voire un diagnostic précoce de kératome par les vétérinaires, et de mettre en évidence des facteurs pronostics quant au devenir sportif du cheval. Les résultats ont montré que les chevaux atteints de cette affection étaient présentés en consultation pour une dégradation de la locomotion ou une boiterie, permanente ou intermittente (50%). Une majorité de ces chevaux présentait une boiterie de grade supérieur à 1,5/5. De plus, la quasi-totalité des kératomes étaient présents sur un antérieur (89%) et localisés en pince (68%). Aussi, une grande majorité des chevaux présentaient une anomalie physique du pied (88%), pouvant être une conséquence directe de kératome comme une anomalie de la ligne blanche (25%). De plus, certains individus (37%) présentaient une seconde lésion, sur le même membre que le kératome mais avec une signification clinique jugée secondaire (60%). Concernant les investigations par imagerie, la majorité des kératomes était visible par radiographie avec une ostéolyse du bord solaire de la phalange distale (74%) et la moitié des individus (48%) présentait un œdème osseux en regard à l'IRM. Enfin, la moitié de la population étudiée (44%) était revenue à un niveau de compétition égal ou supérieur à celui avant la consultation. En termes de pronostic sportif, l'étude a mis en évidence que la présence d'une ostéolyse à la radiographie n'avait pas d'impact aggravant quant au pronostic sportif. Cependant, l'étude n'a pas pu prendre en compte l'effet du type de traitement (exérèse chirurgicale ou non) sur le pronostic sportif.

MOTS CLÉS :

PIED / LÉSION / KÉRATOME / TUMEUR / LOCOMOTION / BOITERIE / PRONOSTIC / CHEVAL DE SPORT

JURY :

Président : Pr Fabrice AUDIGIÉ
Directrice de thèse : Dr Lélia BERTONI
Examinatrice : Dr Céline MESPOULHÈS-RIVIÈRE

KERATOMA IN HORSES: RETROSPECTIVE STUDY OF 32 CASES EXAMINED AT THE CIRALE BETWEEN 2010-2017 AND 2021-2022

AUTHOR: Eloïse JOUVE--LEROY

SUMMARY:

Keratoma is an excessive and anarchic formation of keratin in the stratum internum of the hoof wall, which can be a cause of foot pain by compression of the podophyllum against the distal phalanx. The main aims of our study were to describe the population of horses affected in France, identify any risk factors that might lead veterinarians to suspect or even diagnose keratoma at an early stage, and to identify prognostic factors for the horse's career. The results showed that horses suffering from this condition were presented for consultation with a deterioration in locomotion or permanent or intermittent lameness (50%). The majority of these horses had a lameness grade strictly greater than 1.5/5. In addition, almost all the keratomas seen in consultation were present on a forelimb (89%) and located at the toe level (68%). Also, a large majority of horses had a physical anomaly of the affected foot (88%), which could be a direct consequence of the keratoma, such as a white line anomaly (25%). In addition, some individuals (37%) had a second lesion, on the same limb as the keratoma, but but of secondary clinical significance (60%). Regarding imaging investigations, the majority of keratomas were radiographically visible as an osteolytic area of the solar border of the distal phalanx (74%), and half of the individuals who underwent MRI (48%) had bone oedema-like lesions at its level. Finally, half of the population studied (44%) had returned to a level of competition equal or greater than the one prior to diagnosis. In terms of sports prognosis, the study showed that the presence of osteolysis on X-ray had no negative impact on the sport prognosis. However, the study did not take into account the effect of the type of treatment (surgical or non-surgical excision) on sporting prognosis.

KEYWORDS:

FOOT / LESION / KERATOME / TUMOUR / LOCOMOTION / LAMENESS / PROGNOSIS / SPORT HORSES

JURY:

Chairman: Pr Fabrice AUDIGIÉ

Thesis supervisor: Dr Lélia BERTONI

Examiner: Dr Céline MESPOULHÈS-RIVIÈRE