



Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : <http://oatao.univ-toulouse.fr/>
Eprints ID : 19413

To cite this version :

Tischmacher, Adeline. *Mise en ligne d'un atlas de lésions osseuses du pied du cheval*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, 2017, 15 p.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: staff-oatao@inp-toulouse.fr.

MISE EN LIGNE D'UN ATLAS DE LESIONS OSSEUSES DU PIED DU CHEVAL

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

TISCHMACHER, Adeline
Née, le 10/11/1992 COLMAR (68)

Directeur de thèse : M. Fabrice CONCHOU

JURY

PRESIDENT :

Mme Isabelle BERRY

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

M. Fabrice CONCHOU

Mme Elodie LALLEMAND

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITE :

M. Jean-Michel CASAMATTA

Docteur Vétérinaire à la Clinique Equine de conques

Ministère de l'Agriculture de l'Alimentation
ECOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

Directrice : Madame Isabelle CHMITELIN

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. AUTEFAGE André, *Pathologie chirurgicale*
- Mme CLAUW Martine, *Pharmacie-Toxicologie*
- M. CONCORDET Didier, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. DELVERDIER Maxence, *Anatomie Pathologique*
- M. ENJALBERT Francis, *Alimentation*
- M. FRANC Michel, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
- M. MILON Alain, *Microbiologie moléculaire*
- M. PETIT Claude, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. SCHELCHER François, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

PROFESSEURS 1° CLASSE

- M. BERTAGNOLI Stéphane, *Pathologie infectieuse*
- M. BERTHELOT Xavier, *Pathologie de la Reproduction*
- M. BOUSQUET-MELOU Alain, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. BRUGERE Hubert, *Hygiène et Industrie des aliments d'Origine animale*
- Mme CHASTANT-MAILLARD Sylvie, *Pathologie de la Reproduction*
- M. DUCOS Alain, *Zootchnie*
- M. FOUCRAS Gilles, *Pathologie des ruminants*
- Mme GAYRARD-TROY Véronique, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
- Mme HAGEN-PICARD, Nicole, *Pathologie de la reproduction*
- M. JACQUIET Philippe, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. LEFEBVRE Hervé, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. LIGNEREUX Yves, *Anatomie*
- M. MEYER Gilles, *Pathologie des ruminants*
- M. PICALET Dominique, *Pathologie infectieuse*
- M. SANS Pierre, *Productions animales*
- Mme TRUMEL Catherine, *Biologie Médicale Animale et Comparée*

PROFESSEURS 2° CLASSE

- M. BAILLY Jean-Denis, *Hygiène et Industrie des aliments*
- Mme BOURGES-ABELLA Nathalie, *Histologie, Anatomie pathologique*
- Mme CADIERGUES Marie-Christine, *Dermatologie Vétérinaire*
- M. GUERRE Philippe, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. GUERIN Jean-Luc, *Aviculture et pathologie aviaire*
- Mme LACROUX Caroline, *Anatomie Pathologique, animaux d'élevage*
- Mme LETRON-RAYMOND Isabelle, *Anatomie pathologique*
- M. MAILLARD Renaud, *Pathologie des Ruminants*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

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

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mme **BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*
M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
M. **CUEVAS RAMOS Gabriel**, *Chirurgie Equine*
Mme **DANIELS Hélène**, *Microbiologie-Pathologie infectieuse*
Mme **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*
M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie vétérinaire et comparée*
Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*
M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*
M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction (en disponibilité)*
Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*
Mme **PRADIER Sophie**, *Médecine interne des équidés*
M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales (ruminants)*
M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie*
Mme **WARET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

Mme **COSTES Laura**, *Hygiène et industrie des aliments*
M. **GAIDE Nicolas**, *Histologie, Anatomie Pathologique*
Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des Equidés*
Mme **SABY-CHABAN Claire**, *Gestion de la santé des troupeaux bovins*

REMERCIEMENTS

A Madame le Professeur Isabelle BERRY

Professeur des Universités

Université Paul Sabatier de Toulouse

Biophysique

Qui nous fait l'honneur d'accepter la présidence de jury de thèse.

Hommages respectueux.

A Monsieur le Docteur Fabrice CONCHOU,

Maître de Conférences

Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Imagerie Médicale

Pour m'avoir fait l'honneur de diriger cette thèse et pour m'avoir épaulée tout au long de ce projet.

Sincères remerciements.

A Madame le Docteur Elodie LALLEMAND,

Assistante d'Enseignement et de Recherche

Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Chirurgie et orthopédie équine

Pour avoir accepté de participer à ce jury de thèse, mais surtout pour m'avoir soutenue tout au long de mon parcours à Toulouse.

Sincères remerciements.

A Monsieur le Docteur Jean-Michel CASAMATTA,

Clinique Equine de Conques

Pour avoir accepté de soutenir ce projet, avoir partagé avec moi autant d'images radiographiques que de savoirs indispensables.

Sincères remerciements.

A mes parents, ma famille et mes amis, pour leur soutien indéfectible.

TABLE DES MATIERES

Table des matières

TABLE DES MATIERES	1
TABLE DES FIGURES.....	2
INTRODUCTION.....	3
PREMIERE PARTIE : OBJECTIFS DU TRAVAIL ET CHOIX DU SUPPORT PEDAGOGIQUE ...	4
1. Public visé, objectifs pédagogiques	4
2. L'enseignement en imagerie à l'ENVT : supports pédagogiques existants.....	4
3. Choix du support utilisé.....	5
DEUXIEME PARTIE : CONCEPTION DU SITE INTERNET	6
1. Conception du fond	6
1.1. Réalisation de fiches théoriques	6
1.2. Sources utilisées	6
1.3. Partenariat avec la Clinique Equine de Conques pour la collecte d'une banque de données radiographiques	7
2. Réflexion sur la construction de l'arborescence du site internet	7
3. Intégration au site internet existant : "Anatimagerie "	8
TROISIEME PARTIE : LIMITES ET PERSPECTIVES D'AMELIORATION	9
1. Limites du site internet	9
2. Perspectives d'amélioration de l'outil pédagogique	9
CONCLUSION.....	11
ANNEXES	12
ANNEXE 1 : Exemple de fiche technique de positionnement radiographique	12
ANNEXE 2 : Exemple de fiche d'anatomie radiographique.....	13
ANNEXE 3 : Exemple de fiche récapitulative de pathologie ostéo-articulaire.....	14
ANNEXE 4 : Exemple de cas clinique	15

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Aperçu du site internet du service d'Anatomie-Imagerie de l'ENVT

INTRODUCTION

Ces dernières décennies ont vu le développement en médecine vétérinaire de techniques d'imageries médicales de pointe comme l'IRM ou le scanner, jusque-là réservées au domaine médical humain. Cependant, ces techniques restent encore assez onéreuses et peu accessibles en médecine équine ; on ne les retrouve en effet que dans quelques structures en France, quand la majorité des vétérinaires équins ont une pratique ambulatoire. La radiographie et – dans une moindre mesure - l'échographie restent les techniques d'imagerie les plus utilisées par les vétérinaires équins.

Dans la pratique équine, les principales indications d'utilisation de techniques d'imagerie diagnostique sont les affections locomotrices. Les boiteries sont en effet le premier motif de consultation et le diagnostic de leur cause passe très souvent par l'imagerie médicale. La plupart du temps, la radiographie est l'examen complémentaire de choix en première intention. Cette technique est particulièrement intéressante dans la détection et l'évaluation des lésions ostéo-articulaires, et peut aussi donner des informations sur les tissus mous. La maîtrise de cette technique d'imagerie, de la réalisation des clichés à leur interprétation, est donc essentielle pour un vétérinaire.

La principale difficulté de l'interprétation radiographique réside dans la reconnaissance de structures tridimensionnelles représentées uniquement en deux dimensions et donc superposées les unes aux autres sur l'image formée. Si les principes physiques de la radiographie, l'anatomie du cheval et les principales lésions ostéo-articulaires pouvant être observées en radiographie sont bien enseignés en école vétérinaire, le lien entre les trois est souvent difficile à établir dans l'esprit des étudiants.

Le but de cette thèse est de fournir aux étudiants en école vétérinaire un support pédagogique complémentaire des cours leur fournissant les bases techniques nécessaires à la réalisation de clichés radiographiques du squelette du cheval, à leur compréhension et leur interprétation jusqu'au diagnostic lésionnel. Notre travail s'est limité dans un premier temps à la région appendiculaire distale, allant du pied au boulet, qui est la région la plus fréquemment impliquée dans les troubles locomoteurs du cheval.

Ce manuscrit retrace les objectifs de ce travail, ses différentes étapes de réalisation et ses limites. Il est donc présenté en complément du support pédagogique en lui-même, qui sera accessible en ligne à partir de la plateforme pédagogique du service d'anatomie-imagerie de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse (ENVT) : www.anatimagerie-envt.fr.

PREMIERE PARTIE : OBJECTIFS DU TRAVAIL ET CHOIX DU SUPPORT PEDAGOGIQUE

1. Public visé, objectifs pédagogiques

Bien qu'accessible à tous, ce travail est principalement destiné aux étudiants en école vétérinaire, plus particulièrement en deuxième partie de cursus.

Le but de ce travail est en effet de donner aux étudiants les clés pour réaliser et interpréter des clichés radiographiques de l'extrémité du membre du cheval. La connaissance des principes de la radiographie et de l'anatomie du pied du cheval sont des prérequis indispensables à cet apprentissage. Or, ces notions sont abordées lors des deux premières années de formation à l'ENVT.

Les objectifs pédagogiques de ce travail sont pour chaque étudiant d'être capable de :

- Connaître les principales indications de réalisation d'un examen radiographique des régions du pied, du paturon et du boulet du cheval.
- Connaître et savoir réaliser (en terme de positionnement) les principales incidences radiographiques des régions citées.
- Connaître l'anatomie radiographique de ces régions.
- Savoir identifier les signes radiographiques indicateurs de pathologie ostéo-articulaire.

2. L'enseignement en imagerie à l'ENVT : supports pédagogiques existants

En dehors des bases de compréhension de la technique radiographique, l'enseignement de l'imagerie à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse est essentiellement orienté vers les animaux de compagnie.

En ce qui concerne l'imagerie des animaux de compagnie, l'enseignement dispensé est en effet très complet. Il est composé de :

- Cours magistraux (semestres 7,9, 11-12)
- Travaux dirigés
- Rotations cliniques au sein du service d'imagerie à la Clinique du chien et du chat

L'enseignement magistral permet d'aborder les bases théoriques indispensables à la réalisation, la compréhension et l'interprétation de clichés radiographiques. Lors des travaux dirigés et des rotations cliniques, c'est l'aspect pratique des positionnements radiographiques et l'interprétation des radiographies qui est abordé.

Le nombre d'heures de formation consacrées à l'imagerie n'est malheureusement pas suffisant pour permettre de tout aborder et la radiographie du cheval est donc un thème qui n'est pas abordé lors du tronc commun à l'ENVT. Cette matière est uniquement traitée lors des cours dispensés aux A5 Equine, cours communs aux étudiants de Nantes, Maisons-Alfort et Toulouse ayant choisi cette spécialité.

Or, beaucoup d'étudiants vétérinaires se destinant à une pratique mixte ne choisissent pas forcément de réaliser une A5 à dominante Equine. Il est donc regrettable qu'autant de jeunes

vétérinaires se retrouvent sur le terrain sans les bases indispensables de cet outil diagnostique clé.

Il nous a alors paru important de pouvoir fournir aux étudiants un outil pédagogique complémentaire permettant aux étudiants de se former à l'imagerie équine « de base ».

3. Choix du support utilisé

La radiographie, comme toute technique d'imagerie, est une discipline très visuelle. Son apprentissage passe par la visualisation de nombreux exemples, étape nécessaire pour s'habituer à décrypter les images. Il est donc encore plus difficile que dans une autre matière d'assimiler toutes les informations nécessaires en simplement quelques heures de cours ou travaux dirigés, avec un nombre limité d'images projetées.

De plus, la technique radiographique actuelle permet la réalisation de clichés d'une très bonne précision et donc l'interprétation de modifications subtiles. Le rendu de ces clichés sur un support papier en réduit considérablement la qualité (lorsqu'il s'agit de photocopies), ce qui limite le champ d'apprentissage possible. Un support pédagogique virtuel nous a alors semblé une meilleure option.

Le service d'Anatomie – Imagerie Médicale de l'ENVT développe un support pédagogique sur site internet accessible au grand public. Nous avons décidé de rattacher notre projet à cette plateforme pédagogique, plutôt que de développer un site internet indépendant avec moins de visibilité ou un CD-ROM, moins pratique pour un accès libre aux étudiants.

A terme, le but est de conduire d'autres projets de thèse similaires afin d'obtenir un atlas radiographique et échographique complet du cheval.

DEUXIEME PARTIE : CONCEPTION DU SITE INTERNET

Cette partie a pour but d'expliquer notre démarche et nos différentes étapes de réalisation du projet.

1. Conception du fond

1.1. Réalisation de fiches théoriques

Afin de fournir aux étudiants une base d'apprentissage, une partie « Théorique » a été réalisée en plus de l'atlas des lésions. Cette partie du site internet contient des fiches techniques de positionnement radiographique (cf. Annexe 1), des schémas et radiographies normales légendés afin d'appréhender l'anatomie radiographique, et des fiches récapitulatives sur les différentes pathologies identifiables par radiographie et les signes radiographiques observables pour chacune d'entre elles. Ces différents points ont été développés pour le pied, le paturon et le boulet du cheval. Un exemple a été inclus pour chaque partie en Annexe de ce manuscrit.

1.2. Sources utilisées

Les informations données dans cette partie théorique sont issues d'un travail de revue bibliographique de l'imagerie équine. Les illustrations ont des sources différentes d'une partie à l'autre. Bien que précisées pour chaque illustration, les principales sources utilisées sont répertoriées dans ce paragraphe.

1.2.1. Positionnements radiographiques

Pour la section « Positionnement radiographique », les schémas sont issus de l'ouvrage *Handbook of Equine Radiography* (Weaver and Barakzai, 2010) et les photographies ont été réalisées à la Clinique Equine de Conques avec le Dr Jean-Michel Casamatta.

1.2.2. Anatomie radiographique

Concernant la partie « Anatomie radiographique », les schémas et images radiographiques non légendés sont à nouveau issus de l'ouvrage *Handbook of Equine Radiography* (Weaver and Barakzai, 2010). Les légendes ont été ajoutées manuellement grâce au logiciel *PowerPoint 2016*[®].

1.2.3. Principales pathologies ostéo-articulaires

Enfin, les illustrations des fiches récapitulatives des principales pathologies sont majoritairement des radiographies provenant de la base de données de la Clinique Equine de Conques. Les clichés radiographiques ont été récupérés et travaillés au format DICOM grâce à l'application *MicroDicom*[®], avant d'être exportés au format JPG pour être retravaillés grâce à l'application *Photo Microsoft*[®]. Les légendes ont été rajoutées grâce au logiciel *PowerPoint 2016*[®].

Lorsque, pour une pathologie donnée, aucune radiographie n'a pu être trouvée dans la base de données de la Clinique Equine de Conques, l'illustration a été cherchée dans la bibliographie.

1.3. Partenariat avec la Clinique Equine de Conques pour la collecte d'une banque de données radiographiques

Afin d'avoir un nombre suffisant de radiographies pour illustrer toutes les pathologies ostéo-articulaires courantes, nous avons décidé de collaborer sur ce projet avec une structure équine privée. Le Dr Jean-Michel Casamatta, vétérinaire à la Clinique Equine de Conques, a accepté de nous accompagner dans ce projet.

Toutes les radiographies utilisées pour la banque de données "Cas cliniques" et la majeure partie de celles utilisées en illustration des fiches théoriques proviennent ainsi de la base de données radiographiques de la Clinique Equine de Conques.

Nous avons passé en revue toutes les radiographies réalisées à la Clinique Equine de Conques au cours de l'année 2016 à la recherche de lésions du pied/paturon/boulet. Pour les pathologies dont des exemples n'ont pas pu être trouvées avec cette méthode, nous avons eu l'aide précieuse des Drs Casamatta, Relave, Lenormand et Bon afin de retrouver des patients présentant les lésions recherchées. Les radiographies de plus de 220 patients ont ainsi été présélectionnées.

L'ensemble des radiographies présélectionnées a ensuite été revu avec le Dr Jean-Michel Casamatta puis un tri a été effectué afin de ne garder que les images d'une qualité suffisante et d'un intérêt pédagogique pour les étudiants.

Nous avons ainsi sélectionné et interprété les radiographies de 156 patients. Les clichés radiographiques ont été récupérés et travaillés au format DICOM grâce à l'application *MicroDicom*[®], avant d'être exportés au format JPG pour être retravaillés grâce à l'application *Photo Microsoft*[®]. Les légendes ont été rajoutées grâce au logiciel *PowerPoint 2016*[®].

2. Réflexion sur la construction de l'arborescence du site internet

Nous avons souhaité développer un site internet où les étudiants peuvent avoir accès à la fois à des fiches leur permettant de réviser les bases théoriques et à de nombreux exemples pour s'entraîner à reconnaître les lésions.

Le site se divisera donc en trois onglets : une partie "Cours", une partie "Atlas radiographique" et une partie "Entraînement".

Dans l'onglet "**Cours**", l'étudiant pourra trouver l'information qu'il recherche en choisissant la région considérée (« Pied » - « Paturon » - « Boulet ») et la section qui l'intéresse (« Positionnement radiographique » - « Anatomie radiographique » - « Principales pathologies ostéo-articulaires »).

A partir des sections « Anatomie radiographique » et « Principales pathologies ostéo-articulaires », un lien direct permettra à l'étudiant de passer en mode « Entraînement ».

Dans l'onglet « **Atlas radiographique** », l'étudiant a accès à l'ensemble de la banque de données radiographiques. Un moteur de recherche lui permet de sélectionner les radiographies qu'il souhaite en choisissant la région concernée, la pathologie illustrée et/ou le type d'incidence utilisées.

Pour chaque cas, l'étudiant a accès aux différents clichés radiographiques. En descendant la page, il trouve ces mêmes clichés légendés, avec l'interprétation radiographique associée et le diagnostic émis.

Dans l'onglet « **Entraînement** », l'étudiant peut choisir de s'entraîner à légender des radiographies normales ou à reconnaître les lésions sur les radiographies de la banque de cas.

3. Intégration au site internet existant : "Anatimagerie"

Ce site internet sera développé par le webmaster du site internet du service d'Anatomie-Imagerie médicale, www.anatimagerie-envt.fr, et rattaché à ce dernier.

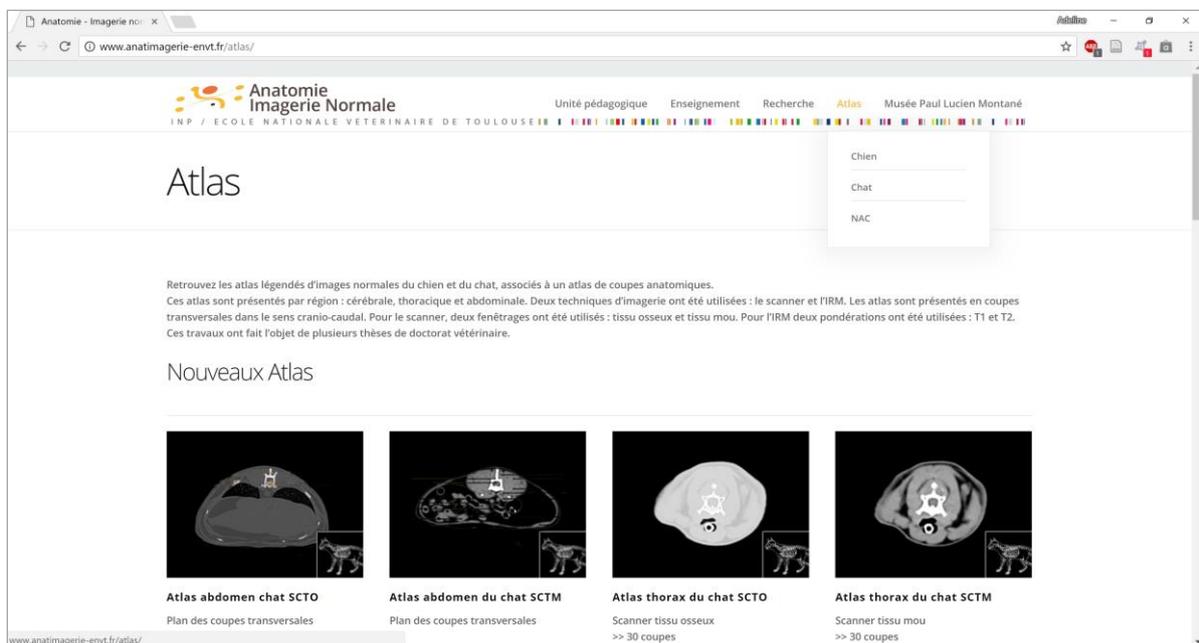


Figure 1 : Aperçu du site internet du service d'Anatomie-Imagerie de l'ENVT

TROISIEME PARTIE : LIMITES ET PERSPECTIVES D'AMELIORATION

1. Limites du site internet

Notre travail se limite à la radiographie et aux régions du pied, du paturon et du boulet. Or, si la région appendiculaire distale est la plus fréquemment impliquée dans les troubles locomoteurs, il ne faut pas négliger la part de boiterie dues à des affections ostéo-articulaires des régions plus proximales. Les régions appendiculaires plus proximales, comme le jarret et le grasset, sont souvent impliquées lors de boiteries postérieurs par exemple. De même, il ne faut pas non plus négliger la part de boiterie liées à une atteinte de la région axiale : de nombreuses boiteries antérieures sont causées par des lésions en région cervicale basse par exemple.

Le contenu de l'outil pédagogique se limite aussi exclusivement à l'imagerie. Or, l'imagerie médicale est presque toujours employée dans un contexte clinique et cet aspect nous semble important à développer. Un accès facilité à de plus amples informations concernant les signes cliniques, le diagnostic différentiel et les traitements envisageables pour chaque pathologie aurait pu être mis en place.

Une des limites à envisager est liée à notre choix d'utiliser un site internet : il s'agit de la nécessité d'une connexion internet pour accéder à l'outil pédagogique. L'ensemble du campus de l'ENVT est cependant connecté au réseau par Wi-Fi et permet un accès gratuit à l'ensemble des étudiants.

De plus, il faut rappeler que notre support pédagogique ne peut pas – et n'a pas pour vocation de - remplacer l'expérience pratique acquise sur le terrain. L'apprentissage théorique est une base indispensable à l'application en pratique, mais ne peut se suffire à lui-même.

2. Perspectives d'amélioration de l'outil pédagogique

Si notre site internet ne contient pour l'instant que la région appendiculaire distale, l'objectif à terme est d'obtenir un atlas radiographique de l'ensemble du squelette du cheval. Le projet est facilement réalisable pour toutes les régions appendiculaires, mais s'avérera peut-être plus compliqué en ce qui concerne le squelette axial en raison du nombre limité de structures réalisant de tels clichés radiographiques en quantité suffisante pour la réalisation d'un atlas.

Par ailleurs, nous avons vu que la principale difficulté de l'apprentissage et la compréhension de l'anatomie radiographique résidait dans l'interprétation en 3 dimensions (3D) d'une image plane (2D). Si les étudiants peuvent avoir occasionnellement accès à de vrais modèles afin de se rendre compte de l'anatomie réelle (en 3 dimensions) du pied du cheval, il manque un lien entre les pièces anatomiques (en 3D) et les schémas et radiographies (en 2D). Le développement de modèles numériques en 3D des différentes articulations, tels qu'ils existent sur certains sites anglophones, et leur emploi pour expliquer les clichés d'imagerie permettrait aux étudiants une meilleure compréhension.

De la même manière, il serait intéressant de réaliser un travail similaire pour la technique échographique. En raison du coût des appareils et de la durée d'un examen échographique, les

étudiants ont malheureusement peu d'occasion de pratiquer lors de leurs rotations aux cliniques de l'école. Un outil virtuel, avec un modèle 3D indiquant aux étudiants comment placer leur sonde échographique pour obtenir une image donnée et expliquant – grâce au modèle – l'image obtenue, serait très intéressant d'un point de vue pédagogique.

CONCLUSION

La radiographie est aujourd'hui un outil diagnostique clé dans la médecine vétérinaire équine, en particulier pour la gestion des affections locomotrices, qui représentent un motif de consultation très courant, tant dans la pratique mixte que spécialisée.

C'est pourquoi cette thèse a pour but de fournir un outil pédagogique complémentaire de la formation théorique dispensée en cours d'imagerie dans ce domaine. En ligne et libre d'accès, l'outil pédagogique se veut complet, mais aussi simple d'utilisation et ludique.

Sur la plate-forme en ligne, l'étudiant a accès à des fiches récapitulatives sur la technique radiographique, l'anatomie normale et les principales affections du pied, du paturon et du boulet du cheval. Il peut ensuite consulter un répertoire de cas cliniques rassemblant les principales affections de ces régions pouvant être diagnostiquées à l'aide de radiographie. Enfin, l'étudiant peut s'exercer à l'aide d'un mode "Entraînement" à légèrer correctement des radiographies normales et à retrouver les lésions sur les radiographies de la banque de données.

Cette thèse s'inscrit dans un projet plus vaste mise en ligne d'atlas radiographique, IRM et scanner du cheval, porté par le département d'Anatomie-Imagerie médicale de l'ENVT.

ANNEXES

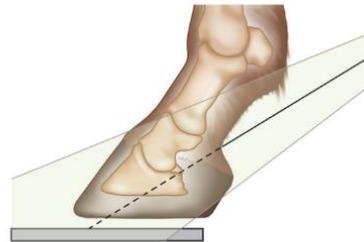
ANNEXE 1 : Exemple de fiche technique de positionnement radiographique

INCIDENCE TANGENTIELLE DU NAVICULAIRE (=SKYLINE)

Intérêt : Cette vue permet de voir l'os naviculaire dans son ensemble et de bien y distinguer l'os compact dense de l'os spongieux plus radio-transparent. On y distingue particulièrement bien la facies flexoria, ainsi que le cortex palmaire et la medulla. Elle peut aussi servir à mettre en évidence des lésions des processus palmaires de la phalange distale. (5)

En pratique : Le plus souvent réalisée sur cheval sédaté, le pied concerné est posé La radio est prise en prenant un axe palmaro proximal – palmaro distal, tangent aux talons verticalement.

- **Position du pied :** posé sur un boîtier protecteur avec cassette à l'intérieur et positionné légèrement en arrière par rapport au membre controlatéral (afin d'avoir l'articulation interphalangienne en extension et éviter de superposer faces palmaires du boulet et de l'os naviculaire). (1, 3, 7)
- **Position de la cassette :** sur le sol, sous le pied (protégée dans le boîtier) (1, 7)
- **Position du générateur :** caudal (palmaire) au pied (1, 7)
- **Distance foyer-film :** 60 cm pour un générateur portable, 80 cm pour un générateur semi-mobile ou fixe.
- **Orientation du faisceau ionisant :** suivant un axe proximo-distal, le faisceau est incliné de manière à être tangent verticalement aux talons (soit à environ 45-60°), centré au milieu des talons, dans le plan sagittal du pied (1, 3, 7)
- **Cadrage :** inclure dans le champ les talons en entier et remonter jusqu'à mi-paturon (en évitant la superposition de la partie palmaire du boulet) (1, 7)



ANNEXE 2 : Exemple de fiche d'anatomie radiographique

Paturon

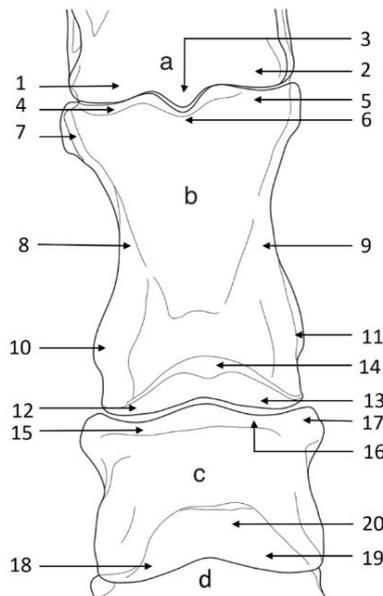
La phalange moyenne a une longueur environ égale à la moitié de la phalange proximale et les deux présentent beaucoup de similitudes. L'articulation du paturon (= articulation interphalangienne proximale = AIP) a un espace artriculaire plus grand que le boulet, mais plus petit que l'articulation interphalangienne distale. (6)

1. Incidence dorso-palmaire (Vue de face)

Légende :

INCIDENCE DORSO-PALMAIRE D'UN PATURON ANTERIEUR GAUCHE (IMAGES (1), LEGENDES (2, 6))

- a. Os métacarpal III
 - 1. Condyle médial
 - 2. Condyle latéral
 - 3. Tenon sagittal
- b. Phalange proximale
 - 4. Cavité glénoïdale médiale
 - 5. Cavité glénoïdale latérale
 - 6. Gorge sagittale proximale
 - 7. Tubercule palmaire médial
 - 8. Corticale médiale
 - 9. Corticale latérale
 - 10. Tubercule d'insertion du ligament collatéral médial de l'AIP et du ligament sésamoïdien collatéral
 - 11. Tubercule d'insertion du ligament collatéral latéral de l'AIP et du ligament sésamoïdien collatéral
 - 12. Condyle médial
 - 13. Condyle latéral
- c. Phalange moyenne
 - 14. Processus extensorius
 - 15. Cavité glénoïdale médiale
 - 16. Cavité glénoïdale latérale
 - 17. Tubercule palmaire latéral
 - 18. Condyle médial
 - 19. Condyle latéral
- d. Phalange distale
 - 20. Processus extensorius



ANNEXE 3 : Exemple de fiche récapitulative de pathologie ostéo-articulaire

ARTICULATION INTERPHALANGIENNE DISTALE

a) Affection dégénérative de l'articulation interphalangienne distale :

L'arthrose est une affection dégénérative chronique touchant les articulations synoviales caractérisée par une détérioration progressive du cartilage articulaire et des remodelages au niveau des marges et de la capsule articulaires.

Cette dégénérescence peut être primaire, d'évolution lente et en fonction de l'âge du cheval, mais le phénomène peut aussi être accentué secondairement à de multiples facteurs. Parmi ceux-ci, on retrouve principalement une mauvaise conformation anatomique, une infection, un traumatisme aigu ou de multiples petits traumatismes répétés associés à l'activité sportive.

L'arthrose interphalangienne est une cause courante de boiterie, mais qui est bien moins souvent rapportée pour l'articulation distale que proximale. (2) L'arthrose de l'AID reste souvent associée à des signes radiographiques très discrets, voire inexistants. Les modifications radiographiques sont plus souvent mises en évidence sur les vues de profil et les obliques. (2, 6)



Principaux signes radiographiques :



(1) Remodelages osseux aux marges de l'articulation : ostéophytes

Plus visibles sur une vue latéro-médiale, les ostéophytes sont souvent retrouvés aux éminences dorsales péri-articulaires des phalanges moyenne et distale. (2, 6) On peut aussi les retrouver en zone péri-articulaire palmaire de la phalange moyenne et au niveau du bord proximal articulaire de l'os naviculaire (à différencier des enthésophytes, situés en zone plus palmaire, au bord de la facies flexoria). (6)

(2) Remodelages osseux à l'insertion des ligaments et de la capsule articulaire : enthésophytes

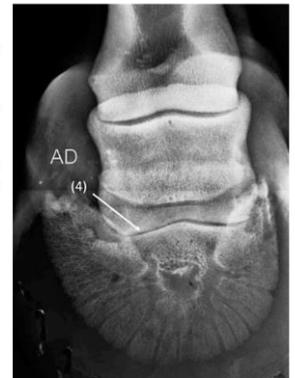
Les enthésophytes se forment en général au niveau de l'insertion proximale sur la phalange moyenne des ligaments collatéraux de l'articulation interphalangienne distale.

(3) Remaniements osseux (sclérose et/ou ostéolyse) dans l'os sous-chondral

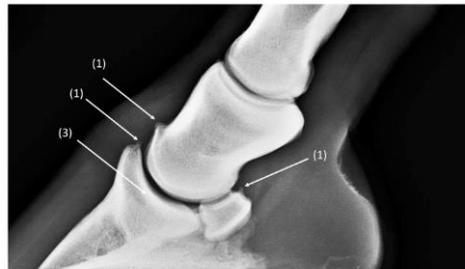
Dans certains cas, à des stades en général plus avancés, on peut observer une zone circulaire radio-transparente dans l'os sous-chondral en région dorsale de l'articulation. (6)

(4) Amincissement ou pincement de la ligne articulaire

En général mieux mis en évidence sur une vue de face à l'appui, un pincement de la ligne articulaire signe en général un stade d'arthrose déjà bien avancé. Il ne faut toutefois pas le confondre avec une asymétrie d'espacement due à un mauvais équilibre du pied. (6)



Une fois les signes radiographiques présents (excepté les remodelages du processus extensorius, qui peuvent ne pas être associés à des boiteries), le pronostic clinique est plutôt réservé. (6)



ANNEXE 4 : Exemple de cas clinique

Cas BOULET n°15

H, TF, 5 ans



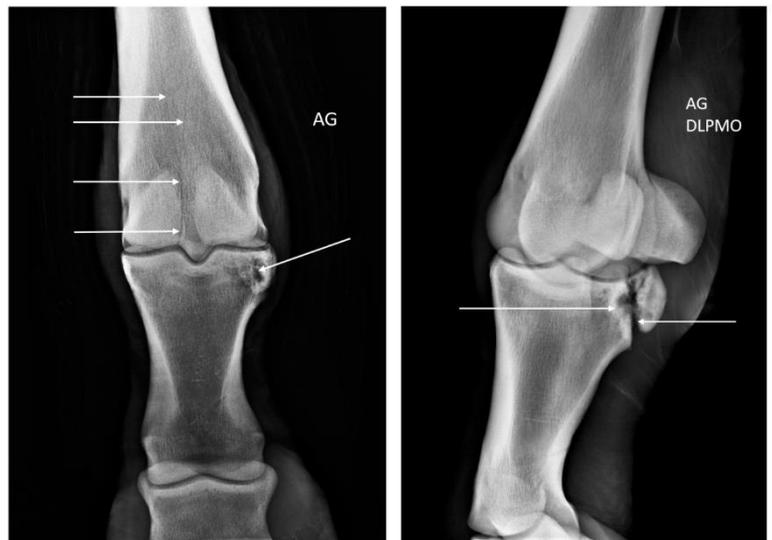
Solution :

Articulation métatarso-phalangienne gauche :

- Trait de fracture de 2 à 3 mm de large, aux bords irréguliers séparant un fragment ostéochondral de l'éminence proximo-plantaire latérale de P1.
Le fragment mesure environ 1,3*2,2 cm ; il a une forme grossièrement pyramidale, des bords irréguliers et une opacité hétérogène. L'éminence proximo-plantaire latérale présente un bord irrégulier, avec une ligne de sclérose.
- Mince trait de fracture partant de l'articulation métatarso-phalangienne, à la limite entre le relief intermédiaire et le condyle médial, et remontant dans le plan sagittal du métacarpe.

CONCLUSION :

- Fracture de l'éminence proximo-plantaire latérale de P1 gauche
- Fracture spiroïde du condyle médial
(Le caractère complet/incomplet de la fracture pourrait être évalué grâce à des vues complémentaires de la région métatarsienne.)



AGREMENT SCIENTIFIQUE

En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussigné, Fabrice CONCHOU, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **TISCHMACHER Adeline** intitulée « **Mise en ligne d'un atlas de lésions osseuses du pied du cheval** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.



Fait à Toulouse, le 2 octobre 2017
Docteur Fabrice CONCHOU
Maître de Conférences
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



Vu :
La Directrice de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Isabelle CHMITELIN

Vu :
Le Président du jury :
Professeur Isabelle BEFFRY



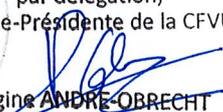
Faculté de Médecine Ranguell
Biophysique Médicale - CHU Ranguell
1, avenue Jean Poulhès - TSA 50032
31059 TOULOUSE Cedex

Mlle TISCHMACHER Adeline
a été admis(e) sur concours en : 2012
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 23/06/2016
a validé son année d'approfondissement le : 22/06/2017
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

Vu et autorisation de l'impression :
Président de l'Université
Paul Sabatier
Monsieur Jean-Pierre VINEL



Le Président de l'Université Paul Sabatier
par délégation,
La Vice-Présidente de la CFVU



Régine ANDRÉ-OBRECHT

AUTEUR : TISCHMACHER Adeline

TITRE : Mise en ligne d'un atlas des lésions osseuses du pied du cheval.

DIRECTEUR DE THESE : CONCHOU Fabrice

LIEU ET DATE DE SOUTENANCE : Toulouse, 27 octobre 2017

RESUME : La radiographie est aujourd'hui un outil diagnostique clé dans la médecine vétérinaire équine, en particulier pour la gestion des affections locomotrices, qui représentent un motif de consultation très courant, tant dans la pratique mixte que spécialisée. L'objectif de cette thèse était de fournir un outil pédagogique complémentaire de la formation théorique dispensée en cours d'imagerie dans ce domaine. Sur la plate-forme en ligne, l'étudiant a accès à des fiches récapitulatives sur la technique radiographique, l'anatomie normale et les principales affections du pied, du paturon et du boulet du cheval. Il peut ensuite consulter un répertoire de cas cliniques rassemblant les principales affections de ces régions pouvant être diagnostiquées à l'aide de radiographie. Enfin, l'étudiant peut s'exercer à l'aide d'un mode "entraînement" à légénder correctement des radiographies normales et à retrouver les lésions sur les radiographies de la banque de données.

Ce manuscrit explique les objectifs, les étapes de réalisation et les limites de ce support pédagogique. Il est donc en complément de celui-ci, qui est accessible en ligne sur la plateforme www.anatimagerie-envt.fr.

MOTS-CLES : imagerie, radiographie, cheval, équidés, pied, boulet

TITLE : Realisation of an online radiographic atlas of the equine foot osseous lesions.

SUMMARY : Radiographic examination is a key diagnostic tool in equine veterinary medicine, especially when it comes to lameness investigation. Lameness examination represents a large part of an equine practice's consultations, whether it is specialized in horses or mixed. The aim of this thesis was to offer a supplementary teaching tool to classroom lessons in imaging of the equine distal limb. On the website, students will be given access to recap notes on radiographic techniques, normal anatomy and main conditions affecting horse's foot, pastern and fetlock. They can also consult a large database containing clinical cases of every main condition. Eventually, students can train to radiographic anatomy and diagnosis with a « Training mode ».

This manuscript enlighten the objectives, the main steps and the limits of this project. It is a supplement to the teaching platform, which is accessible online : www.anatimagerie.com.

KEY WORDS : imaging, x-ray, horse, foot, fetlock