



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2023 - Thèse n° 020

**PRISE EN CHARGE ET SUIVI DES ÉQUIDÉS
ADULTES ATTEINTS DE COLIQUES : INTÉRÊT DE
LA TÉLÉSANTÉ ET DE L'INTELLIGENCE
ARTIFICIELLE**

THESE

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 23 juin 2023
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

CORDEBAR Léa

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2023 - Thèse n° 020

**PRISE EN CHARGE ET SUIVI DES ÉQUIDÉS
ADULTES ATTEINTS DE COLIQUES : INTÉRÊT DE
LA TÉLÉSANTÉ ET DE L'INTELLIGENCE
ARTIFICIELLE**

THESE

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 23 juin 2023
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

CORDEBAR Léa

Liste des enseignants du Campus Vétérinaire de Lyon (15-03-2023)

Pr	ABITBOL	Marie	Professeur
Dr	ALVES-DE-OLIVEIRA	Laurent	Maître de conférences
Pr	ARCANGIOLI	Marie-Anne	Professeur
Dr	AYRAL	Florence	Maître de conférences
Pr	BECKER	Claire	Professeur
Dr	BELLUCO	Sara	Maître de conférences
Dr	BENAMOU-SMITH	Agnès	Maître de conférences
Pr	BENOIT	Etienne	Professeur
Pr	BERNY	Philippe	Professeur
Pr	BONNET-GARIN	Jeanne-Marie	Professeur
Dr	BOURGOIN	Gilles	Maître de conférences
Dr	BRUTO	Maxime	Maître de conférences
Dr	BRUYERE	Pierre	Maître de conférences
Pr	BUFF	Samuel	Professeur
Pr	BURONFOSSE	Thierry	Professeur
Dr	CACHON	Thibaut	Maître de conférences
Pr	CADORÉ	Jean-Luc	Professeur
Pr	CALLAIT-CARDINAL	Marie-Pierre	Professeur
Pr	CHABANNE	Luc	Professeur
Pr	CHALVET-MONFRAY	Karine	Professeur
Dr	CHANOIT	Gullaume	Professeur
Dr	CHETOT	Thomas	Maître de conférences
Pr	DE BOYER DES ROCHES	Alice	Professeur
Pr	DELIGNETTE-MULLER	Marie-Laure	Professeur
Pr	DJELOUADJI	Zorée	Professeur
Dr	ESCRIOU	Catherine	Maître de conférences
Dr	FRIKHA	Mohamed-Ridha	Maître de conférences
Dr	GALIA	Wessam	Maître de conférences
Pr	GILOT-FROMONT	Emmanuelle	Professeur
Dr	GONTHIER	Alain	Maître de conférences
Dr	GREZEL	Delphine	Maître de conférences
Dr	HUGONNARD	Marine	Maître de conférences
Dr	JOSSON-SCHRAMME	Anne	Chargé d'enseignement contractuel
Pr	JUNOT	Stéphane	Professeur
Pr	KODJO	Angeli	Professeur
Dr	KRAFFT	Emilie	Maître de conférences
Dr	LAABERKI	Maria-Halima	Maître de conférences
Dr	LAMBERT	Véronique	Maître de conférences
Pr	LE GRAND	Dominique	Professeur
Pr	LEBLOND	Agnès	Professeur
Dr	LEDOUX	Dorothee	Maître de conférences
Dr	LEFEBVRE	Sébastien	Maître de conférences
Dr	LEFRANC-POHL	Anne-Cécile	Maître de conférences
Dr	LEGROS	Vincent	Maître de conférences
Pr	LEPAGE	Olivier	Professeur
Pr	LOUZIER	Vanessa	Professeur
Dr	LURIER	Thibaut	Maître de conférences
Dr	MAGNIN	Mathieu	Maître de conférences
Pr	MARCHAL	Thierry	Professeur
Dr	MOSCA	Marion	Maître de conférences
Pr	MOUNIER	Luc	Professeur
Dr	PEROZ	Carole	Maître de conférences
Pr	PIN	Didier	Professeur
Pr	PONCE	Frédérique	Professeur
Pr	PORTIER	Karine	Professeur

Pr	POUZOT-NEVORET	Céline	Professeur
Pr	PROUILLAC	Caroline	Professeur
Pr	REMY	Denise	Professeur
Dr	RENE MARTELLET	Magalie	Maître de conférences
Pr	ROGER	Thierry	Professeur
Dr	SAWAYA	Serge	Maître de conférences
Pr	SCHRAMME	Michael	Professeur
Pr	SERGENTET	Delphine	Professeur
Dr	TORTEREAU	Antonin	Maître de conférences
Dr	VICTONI	Tatiana	Maître de conférences
Dr	VIRIEUX-WATRELOT	Dorothee	Chargé d'enseignement contractuel
Pr	ZENNER	Lionel	Professeur

REMERCIEMENTS DU JURY

À Madame le Professeur Elvire SERVIEN,

De l'Université Claude Bernard Lyon 1, Faculté de médecine de Lyon

Pour nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse,

Sincères remerciements et hommages respectueux.

À Monsieur le Professeur Olivier LEPAGE,

De VetAgro Sup, campus vétérinaire de Lyon

Pour m'avoir fait l'honneur d'encadrer ce travail de thèse,

Pour votre aide précieuse, votre implication et votre disponibilité,

Sincères remerciements et profonde gratitude.

À Monsieur le Professeur Jean-Luc CADORÉ,

De VetAgro Sup, campus vétérinaire de Lyon

Pour nous avoir honorés de votre participation à ce jury de thèse et pour votre regard bienveillant,

Sincères remerciements et hommages respectueux.

À Monsieur Sébastien DUBOIS,

De l'entreprise Animalinks, fondateur et gérant

Pour sa disponibilité, sa générosité dans la transmission de ses connaissances et sa persévérance,

Sincères remerciements et hommages respectueux.

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES ANNEXES	11
TABLE DES FIGURES.....	13
TABLE DES TABLEAUX	15
LISTE DES ABRÉVIATIONS	17
INTRODUCTION.....	19
PARTIE I : DE « ÉLÉMENTS D'HIPPIATRIQUE » DE CLAUDE BOURGELAT AUX CHEVAUX CONNECTÉS.....	22
A. La e-santé en générale	22
1. Définition.....	22
2. Histoire de la santé numérique	22
3. Périmètre.....	22
4. Le marché de la e-santé	23
B. La e-santé animale.....	23
1. Généralités.....	23
2. Domaines d'application de la e-santé animale	24
i. <i>La réalité virtuelle et réalité augmentée.....</i>	<i>24</i>
ii. <i>L'impression tridimensionnelle et la bio impression.....</i>	<i>25</i>
iii. <i>Les robots et les chatbots.....</i>	<i>26</i>
iv. <i>L'intelligence artificielle.....</i>	<i>27</i>
v. <i>La télésanté animale : M-santé, télémédecine et objets connectés.....</i>	<i>30</i>
3. Impact de la e-santé sur la profession vétérinaire.....	32
i. <i>Exemple de la perception de l'IA par les professionnels de la médecine vétérinaire.....</i>	<i>32</i>
ii. <i>Médecine des 4P vigilance</i>	<i>33</i>
4. Collecte des données et responsabilité	35
C. État des lieux sur la télésanté et de l'intelligence artificielle en médecine équine.....	37
1. Les générations Y et Z, nos clients d'aujourd'hui et de demain	37
2. Les propositions actuelles en médecine vétérinaire équine.....	38
i. <i>La télésanté, un outil maintenant nécessaire.....</i>	<i>38</i>
ii. <i>L'ajout inévitable de l'intelligence artificielle</i>	<i>40</i>
3. Exemples dans différentes structures disposant de soins intensifs équins	42
i. <i>CUSI de la Clinéquine® de Lyon – France.....</i>	<i>42</i>
ii. <i>Hôpital équin de Kagoshima – Japon</i>	<i>44</i>
iii. <i>Hôpital équin du CHUV de Saint-Hyacinthe – Canada.....</i>	<i>44</i>

PARTIE II : PRISE EN CHARGE ET SUIVI DES COLIQUES CHEZ L'ÉQUIDÉ ADULTE	46
.....	
A. Le syndrome colique.....	46
1. Définition.....	46
2. Facteurs de risques.....	46
3. Les coliques fréquemment rencontrées chez l'équidé adulte	47
i. Les coliques dues à une affection l'estomac.....	47
ii. Les coliques dues à une affection de l'intestin grêle	50
iii. Les coliques dues à une affection du gros intestin	54
iv. Les coliques en lien avec le parasitisme.....	58
4. Utilisation des manifestations de la douleur chez l'équidé en colique.....	59
i. Pathogenèse de la douleur chez l'équidé adulte en colique.....	59
ii. Les signes cliniques et les échelles de douleur.....	63
B. La réaction des propriétaires face aux coliques.....	69
1. Détecter les premiers signes	69
2. Délais d'appel au vétérinaire	73
C. La prise de décision du vétérinaire	74
1. Importance des commémoratifs et de l'anamnèse.....	74
2. Les facteurs décisionnels et le pronostic	77
PARTIE III : OPTIMISATION DE LA PRISE EN CHARGE ET DU SUIVI DES	
EQUIDÉS - ÉTAT DES LIEUX ET AMÉLIORATIONS POSSIBLES	83
A. Développement d'outils utilisant la télésanté et l'intelligence artificielle en équine :	
exemple de trois entreprises européennes	83
1. La startup française, Animalinks avec Coho®.....	83
2. La startup allemande, ACARiS	86
3. L'entreprise suisse, Piavita	87
B. La télésanté et l'intelligence artificielle : améliorer la détection en amont.....	89
1. Sensibilisation des propriétaires avec des supports numériques	89
2. Développer la télésanté sur le lieu de vie de l'équidé	90
3. Les apports multiples de l'IA	91
C. La télésanté et l'intelligence artificielle : aider le vétérinaire dans sa prise de décision..	91
1. Améliorer l'analyse des commémoratifs et de l'anamnèse par la télésanté et l'intelligence artificielle	92
2. Prise en charge immédiate : utilisation de capteurs et de logiciels	92
D. La télésanté et l'intelligence artificielle : améliorer le suivi des équidés atteints de	
coliques en soins intensifs	93

1.	Amélioration du suivi : l'intervention de la télésanté et de l'IA	93
2.	Limiter la charge de travail du corps médical en médecine vétérinaire équine	96
E.	La télésanté et l'intelligence artificielle : améliorer la convalescence de l'équidé traité pour coliques	98
1.	Accompagner le propriétaire tout au long de la convalescence de l'équidé	98
2.	Permettre au vétérinaire de suivre l'équidé tout au long de la convalescence	99
F.	Big Data, sécurité et craintes : où en sommes-nous ?	101
1.	Le Big Data, une nouvelle ressource indispensable qui doit être encadrée	101
2.	Améliorer la traçabilité et limiter les contentieux juridiques	103
3.	Craintes vis-à-vis de l'utilisation de l'intelligence artificielle.....	105
	BIBLIOGRAPHIE	110
	ANNEXES.....	119

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Résultats complet du questionnaire Partie I.B.3.i.....	119
Annexe 2 : Lexique de la langue anglaise vers la langue française de la figure 2.....	131
Annexe 3 : Lexique de la langue anglaise vers la langue française de la figure 7.....	132
Annexe 4 : Lexique de la langue anglaise vers la langue française de la figure 12.....	132
Annexe 5 : Lexique de la langue anglaise vers la langue française de la figure 17.....	132
Annexe 6 : Lexique de la langue anglaise vers la langue française de la figure 18.....	133
Annexe 8 : Lexique de la langue anglaise vers la langue française de la figure 22.....	136
Annexe 9 : Lexique de la langue anglaise vers la langue française de la figure 23.....	137
Annexe 10 : Avis adopté par l'Académie Vétérinaire de France le 23 février 2023 sur les données brutes vétérinaires	137

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Les domaines de la E santé animale	24
Figure 2 : Le potentiel des diverses applications de la RV et de la RA	25
Figure 3 : Robot scanner, Equimaginaire system	27
Figure 4 : Imbrication schématique des domaines de l'IA.....	29
Figure 5 : Extrait d'un registre des consultations vétérinaires de médecine équine en date du 13 mars 1909 à l'école vétérinaire de Lyon	35
Figure 6 : Les générations à partir de l'année 1900	37
Figure 7 : Capture d'écran lors du fonctionnement du logiciel ChatGPT	40
Figure 8 : La télésurveillance de la Clinéquine® avec l'écran mosaïque	43
Figure 9 : Photo prise lors de la réalisation d'une ronde pédagogique à la Clinéquine®	44
Figure 10 : Schéma de l'estomac d'un cheval adulte	48
Figure 11 : Schéma en coupe transversale d'un équidé à la vertèbre T17	51
Figure 12 : Schémas d'une hernie inguinale indirecte et d'une hernie inguinale directe (à droite) chez un équidé	53
Figure 13 : Schéma du caecum d'un équidé en vues latérales de l'extérieur et de l'intérieur .	54
Figure 14 : Schéma du gros intestin d'un équidé en vue latérale droite	56
Figure 15 : Radiographie et test de sédimentation fécal chez un équidé présentant une colique de sable.....	58
Figure 16 : Relations entre le suivi de la douleur et les résultats escomptés	62
Figure 17 : EAAPS-1 et EAAPS-2	65
Figure 18 : Horse Grimace Pain Scale	66
Figure 19 : Échelle multidimensionnelle d'évaluation de la douleur.....	68
Figure 20 : Réponses des participants aux scénarios présentés dans l'étude	70
Figure 21 : Diagramme théorique sur la prise de décision des propriétaires de chevaux en réponse à un épisode de colique	71
Figure 22 : Arbre de classification associant les résultats d'exams et la proportion de cas traités chirurgicalement	79
Figure 23 : Questionnaire en ligne rempli par les vétérinaires répondant pour chaque cas de colique traité.....	81
Figure 24 : Caméra connectée intelligente Coho® et l'application mobile de la société Animalinks	84
Figure 25 : Construction d'une IA avec le Machine Learning.....	85
Figure 26 : Caméra connectée intelligente et l'application mobile de la startup ACARiS.....	87
Figure 27 : Représentation simplifiée du fonctionnement de l'outil Piavet® de l'entreprise Piavita.....	88
Figure 28 : Fiche de soins numéro 25 de la Clinéquine®	94
Figure 29 : Grandes étapes de la création d'un logiciel de reconnaissance et d'analyse de mouvements	96

TABLE DES TABLEAUX

Tableau I : Les différents types de patients.....	34
Tableau II : Facteurs de risques prédisposant aux coliques chez les équidés	47
Tableau III : Signes comportements d'importance observés chez un équidés en colique	63
Tableau IV : Signes cliniques listés par 65 propriétaires d'équidés de Choluteca en Honduras	72
Tableau V : Données issues de l'historique de l'équidé pouvant être associées à un diagnostic et aider à une prise de décision médicale ou chirurgicale	75
Tableau VI : Données issues du signalement de l'équidé pouvant être associées à un diagnostic et aider à une prise de décision médicale ou chirurgicale.....	75
Tableau VII : Exemples illustrant le volume des données massive	101
Tableau VIII : Coût moyen du traitement des coliques dans les hôpitaux équins britanniques pour quatre résultats différents d'un épisode de colique	103
Tableau IX : Résumé des apports de l'intelligence artificielle à la médecine vétérinaire équine pour la gestion des coliques chez les équidés adultes	106

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AAVSB: American Association of Veterinary State Boards
ADH : Alcool Déshydrogénase
AMM : Autorisation de Mise sur le Marché
AVMA : American Veterinary Medical Association
CHUV : Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire
CNIL : Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés
CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique
CUSI : Centre d'Urgence et de Soins Intensifs
DL: Deep Learning
EAAPS: Equine Acute Abdominal Pain Scale
FC : Fréquence Cardiaque
FDA : Agence Américaine du Médicament
FR: Fréquence Respiratoire
HIPAA: Health Insurance Portability and Accountability Act
HGS : Horse Grimace Scale
IA : Intelligence Artificielle
IFCE : Institut Français du Cheval et de l'Équitation
INSERM : Institut National de la Santé de la Recherche Médicale
IoA: Internet of Animals
IoT: Internet of Things
ISAP : Association Internationale pour l'Étude de la Douleur
JRA: Japan Racing Association
LERC: Lyon Equine Research Centre
ML : Machine Learning
MIT : Institut des Technologies du Massachusetts
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
RA : Réalité Augmentée
RGPD : Règlement de la Protection des Données
RV : Réalité Virtuelle
SAA : Sérum Amyloïde A
TIC : Technologies de l'Information et de la Télécommunication
T : Température
UE : Union Européenne
USI : Unité de Soins Intensif

INTRODUCTION

Les technologies émergent et influencent nos vies d'une manière qui indique que nous sommes au début d'une quatrième révolution industrielle, une nouvelle ère qui développe et étend l'impact de la numérisation d'une manière inédite et imprévue. En effet, cette évolution est vécue par tous via l'utilisation quotidienne de nos téléphones, de logiciels, de moyens de communication nouveaux mais également dans des domaines moins ostensibles à l'image de la santé. Cette révolution a permis l'apparition d'une santé connectée communément appelée e-santé dont les promesses nombreuses génèrent des interrogations réelles et légitimes. La e-santé concerne également la pratique de la médecine vétérinaire et en particulier celle de la médecine équine qui représentait 15.8% des vétérinaires inscrits au tableau de l'Ordre National des Vétérinaires français en 2020 (1). Parmi ces nouvelles technologies, la télésanté et l'intelligence artificielle (IA) associées à l'utilisation des données massives bouleversent peu à peu la pratique vétérinaire équine. Nombreux sont les outils proposés, l'évolution est exponentielle et le marché colossal. Cependant, comme mis en avant par docteur Roxane Perrin dans sa thèse portant sur l'émergence de l'IA en médecine vétérinaire, les vétérinaires se doivent d'être conscients des possibilités ainsi que des enjeux associés à cette révolution numérique (2). Plus encore, ne faut-il pas qu'ils en soient acteurs afin d'en avoir une utilisation la plus pertinente possible, et ce, à la fois pour le bien-être de l'équidé, de la profession vétérinaire mais également pour leur propre bien-être ? Il convient également d'en connaître les limites qu'elles soient positives ou négatives et les dangers.

Il s'agira ici de restreindre ce vaste sujet à la télésanté et à l'IA en médecine vétérinaire équine. En effet, ces deux entités sont maintenant omniprésentes dans toutes les spécialités que regroupe la pratique équine, mais également à destination des propriétaires et des entraîneurs. Parmi les affections d'importance, les douleurs abdominales regroupées sous le terme de coliques constituent l'urgence équine la plus courante et la première cause de mortalité des équidés dans le monde (3). Cet ensemble pathologique possède des causes et présentations innombrables dont les prises en charge sont extrêmement diverses. Tous ces éléments font des coliques une affection d'intérêt pour l'utilisation de la télésanté et de l'IA.

L'objectif de ce travail de thèse est d'explicitier l'utilisation, l'importance puis les limites actuelles de la télésanté et de l'IA en médecine vétérinaire équine avec l'exemple de la prise en charge et du suivi des équidés adultes atteints de coliques.

Dans une première partie, il s'agira de définir les tenants et les aboutissants actuels de la e-santé animale avec en particulier l'utilisation de la télésanté et de l'IA en médecine vétérinaire équine aujourd'hui. Dresser une liste exhaustive des outils proposés par les entreprises aux praticiens équins n'aurait que peu d'intérêt. Ainsi, l'origine de cette évolution et son impact sur la profession vétérinaire équine avec la nécessité de son appréhension seront évoqués. Dans un second temps, il s'agira de s'attacher à délimiter les champs d'action possibles de la télésanté et de l'IA dans le cadre de la prise en charge et du suivi des équidés adultes atteints

de coliques. Pour ce faire il sera effectué une brève étude des différents types de coliques, de leurs manifestations, facteurs de risques et prises en charge possibles.

Enfin dans une troisième partie, il s'agira de croiser les besoins de la profession vétérinaire équine pour l'amélioration de la prise en charge et du suivi des équidés adultes atteints de coliques avec les outils utilisant la télésanté et l'IA actuellement proposés sur le marché vétérinaire. Pour ce faire, trois entreprises proposant des outils de ce type seront présentées. Pour aller plus loin, l'utilisation indispensable des données massives, ou Big Data, y sera également questionnée étant donné son utilisation nécessaire mais complexe.

PARTIE I : DE « ÉLÉMENTS D'HIPPIATRIQUE » DE CLAUDE BOURGELAT AUX CHEVAUX CONNECTÉS

A. La e-santé en générale

1. Définition

La e-santé, également appelée santé numérique, se définit selon la Haute Autorité de Santé comme un vaste domaine d'application des technologies de l'information et de la télécommunication (TIC) au service de la santé. La santé ayant été défini par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 1945 comme « un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité ».

2. Histoire de la santé numérique

Le développement et utilisation de la e-santé ont débuté dans les années 70, avec l'informatisation des fonctions de gestion et par les premiers projets de dossiers patients numérisés. Le terme « e-santé » a été utilisé pour la première fois en 1999 lors d'une présentation du 7^e congrès international de la télémédecine. En effet, c'est John Mitchell, un intervenant australien, qui a défini ce terme comme « l'usage combiné de l'internet et des technologies de l'information à des fins cliniques, éducatives et administratives, à la fois localement et à distance ». Depuis le terme « e-santé » a fait l'objet de 847 publications internationales en médecine humaine et vétérinaire.

3. Périmètre

En médecine humaine, la e-santé comporte deux domaines principaux. Le premier concerne les systèmes d'information de santé (SIS) ou hospitaliers (SIH), qui forment le socle sur lequel repose la e-santé : ils organisent, au niveau informatique, les échanges d'informations entre les professionnels de santé exerçant en dehors de l'hôpital, tels que les médecins généralistes et ceux travaillant à l'hôpital, ou même entre différents services au sein de l'hôpital lui-même. Par exemple, ces systèmes ont permis la mise en place du dossier médical partagé et de la carte vitale. Le second domaine correspond à la télésanté. Cette dernière regroupe toutes les activités exercées grâce aux technologies numériques entre les professionnels de santé et leurs patients. Nous y retrouvons ainsi la télémédecine, la M-santé, les IoA (Internet of Animals) et la télésurveillance. Ces domaines seront définis ci-après en relation avec la santé animale, mais il est aisé de comprendre que la M-Santé, pour mobile-santé est la plus connue du grand public du fait de son accessibilité : en 2021, 77% de la population française détenait un smartphone.

4. Le marché de la e-santé

Selon une étude réalisée par l'institut Montaigne avec le cabinet McKinsey en 2021, l'essor de la e-santé générerait 22 milliards d'euros par an en France et se place comme un leader des systèmes de santé de demain. En 2023, le cabinet Frost & Sullivan estime à 234.5 milliards de dollars la valeur du marché mondial de la e-santé, ce qui correspond à une augmentation de 160% par rapport à 2019. Cela est à mettre en parallèle avec l'augmentation du volume des données produites par le secteur de la santé qui a été multiplié par dix en cinq ans en atteignant 1 Zb soit 1 000 milliards de gigabits en 2020. En toute logique, l'essor de l'IA suit la même dynamique avec l'amélioration de la collecte de données et du traitement de ces dernières par des algorithmes. Les chiffres nous montrent également que l'avenir de la e-santé se trouve dans l'IA: en 2019, sur les 365 entreprises du secteur de la santé, un tiers utilisent le Big Data ou l'IA (4).

B. La e-santé animale

1. Généralités

La e-santé animale comprend tous les services apportés par le numérique à la santé et au bien-être des animaux. Pour la population générale, elle correspond aux nouvelles technologies qui leur sont accessibles et qui pourraient leur servir au quotidien à l'image des systèmes permettant un suivi de la santé de leur animal, un recueil de leurs performances ou encore leur géolocalisation. Pour le grand public, la e-santé va souvent de pair avec l'utilisation d'un smartphone. Or la e-santé animale correspond à bien plus : elle englobe tous les autres services disponibles localement ou en ligne et s'étend à l'usage des données qui en sont issues. Ainsi, il est possible de définir la e-santé animale en utilisant celle de la e-santé humaine. VetInTech (Versailles, France) propose de définir la e-santé animale comme « l'usage combiné des technologies de l'information et de la communication (TIC) à des fins cliniques, informationnelles, éducationnelles ou administratives, à la fois localement et à distance, pour protéger et améliorer la santé et le bien-être des animaux ».

Les professionnels de la santé animale s'accordent à dire que la e-santé animale permet une médecine vétérinaire dite « des 4P » pour Prédictive, Préventive, Participative et Personnalisée. Il est également possible de rajouter Prouvée et Précise pour arriver à une médecine vétérinaire « des 6P ».

Il est important de garder à l'esprit que la e-santé animale est un concept dynamique aux évolutions permanentes et dont une énumération simple des propositions actuelles serait dépassée l'année suivante.

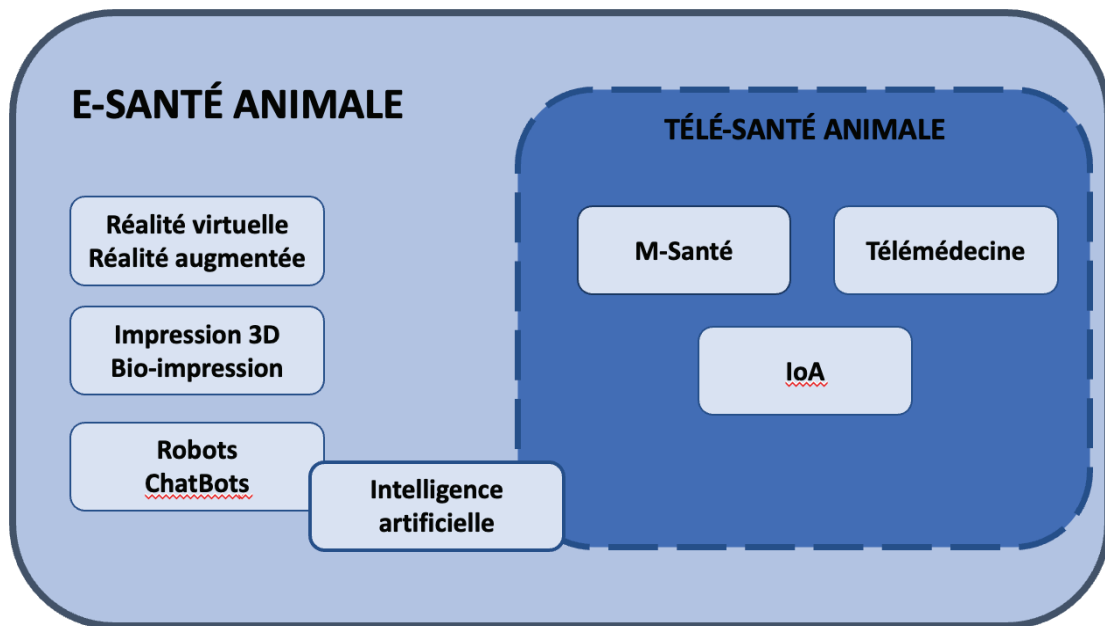


Figure 1 : Les domaines de la E santé animale
(crédit : L. Cordebar)

Attention, ce schéma n'est pas figé, les imbrications et évolutions sont nombreuses. Il convient de noter que :

- La M-santé fait partie de la e-santé animale en raison de l'utilisation des TIC.
- La télésanté animale est incluse dans la e-santé animale puisque nous considérons exclusivement les moyens de communications électroniques.
- La télésanté tend à devenir uniquement de la M-santé avec le développement quasiment exclusif de communications mobiles.
- La e-santé n'implique pas forcément un acteur de la santé.

2. Domaines d'application de la e-santé animale

i. La réalité virtuelle et réalité augmentée

La réalité virtuelle (RV) est une technologie qui propose un environnement numérique avec lequel il est possible d'interagir. Cela nécessite d'utiliser un casque de réalité virtuelle dont le premier a été créé par Daniels Vickers en 1970. La réalité virtuelle est fréquemment utilisée dans le cadre de l'enseignement vétérinaire et de la formation continue des vétérinaires en exercice. Par exemple, les élèves des quatre écoles vétérinaires françaises prennent part depuis 2020 à un programme de visite d'élevage porcin en réalité virtuelle. Cette diversification du mode d'enseignement permet d'assurer une formation aux étudiants à distance et ainsi de garantir une continuité pédagogique tout en optimisant leur temps et leur apprentissage. Nous retrouvons également sur les murs des écoles vétérinaires « Jamais la première fois sur un animal vivant » qui fait écho à « jamais la première fois sur le patient » en médecine humaine. Cela est permis, entre autres, par la réalité virtuelle (5).

La réalité augmentée (RA) est une technologie qui enrichit l'environnement réel par la superposition d'éléments virtuels calculés par un système informatique en temps réel. Cela nécessite uniquement la possession d'un smartphone ou d'une tablette. L'exemple le plus connu du grand public est le jeu sur smartphone *Pokémon Go* sorti en 2016. En médecine humaine, la première opération chirurgicale en RA a été réalisée en France en 2017. En médecine vétérinaire, cette technologie est notamment utilisée dans l'apprentissage et la relation client. Par exemple, l'Université de l'Illinois a développé une application permettant à ses étudiants vétérinaires d'appréhender l'anatomie des bovins en visualisant toutes les couches tissulaires jusqu'au squelette d'une vache en pointant simplement leur smartphone vers cette dernière. L'application utilisée fait directement appel à la RA et permet ainsi à la fois un meilleur apprentissage pour les étudiants mais également une meilleure compréhension du propriétaire qui peut visualiser l'atteinte de son animal même lorsque celle-ci n'est pas visible de l'extérieur.

Sur le marché de la RV et de la RA, la santé humaine et animale approcheront en 2025 les 5 milliards de dollars de chiffre d'affaires ce qui place la santé juste derrière les jeux vidéo (6).

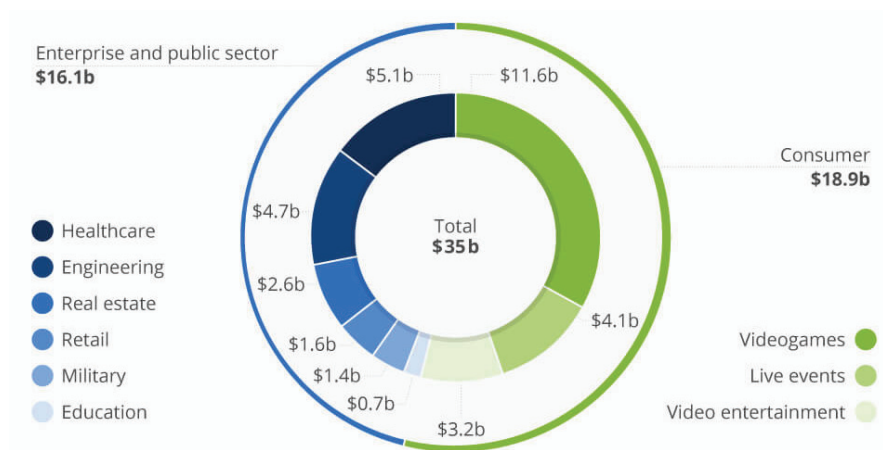


Figure 2 : Le potentiel des diverses applications de la RV et de la RA en 2016 (crédit : Goldman Sachs)

Lexique anglais/français en annexe 2

ii. *L'impression tridimensionnelle et la bio impression*

Popularisée grâce aux imprimantes 3D disponibles dans le commerce, dont plus de 2 millions ont été vendues dans le monde en 2020, l'impression 3D a fait son apparition dans les années 80. Aussi appelée fabrication additive ou prototypage rapide, c'est une technologie qui permet de réaliser rapidement des pièces et objets sur mesure depuis un ordinateur par l'ajout de couches d'une matière définie (plastiques, résines de polymères, céramiques, métaux). Son utilisation est croissante dans tous les domaines et notamment en médecine, mais elle reste cependant faible en médecine vétérinaire où elle se développe dans quatre domaines : la planification chirurgicale, la conception d'outils chirurgicaux, la fabrication d'implants et de prothèses et enfin la formation des vétérinaires. En 2021, un

modèle anatomique éducatif à impression tridimensionnelle de la luxation rotulienne pour le chien a été imprimé à des fins pédagogiques (7).

L'impression 3D mène naturellement à la bio-impression qui se développe depuis quelques années et dans laquelle beaucoup d'espoirs sont fondés pour la greffe d'organes artificiels. En effet, la bio-impression qui fait usage de l'impression 3D pour réaliser des tissus (cutanés, cartilagineux, hépatiques) à partir de cellules et de protéines.

Le marché associé à ces domaines est en pleine croissance et devrait dépasser les 2 850 millions de dollars d'ici 2028.

iii. *Les robots et les chatbots*

Les robots sont des dispositifs combinant de manière synergique et systématique la mécanique, l'électronique, l'automatisme et l'informatique en temps réel pour accomplir automatiquement des tâches imitant ou reproduisant des actions humaines. C'est Karel Čapek qui utilise pour la première fois le terme robot dans sa pièce de théâtre *Rossum's Universal Robots* en 1920. Ce n'est que 50 ans plus tard qu'apparaissent les robots industriels puis 10 ans encore après pour les premiers robots médicaux. Ces robots ont d'abord permis une assistance chirurgicale puis ils ont progressivement trouvé leur place dans divers domaines de la santé. L'implémentation de l'IA ainsi que l'analyse de données à grande échelle ont étendu les capacités de ces robots qui sont maintenant présents des blocs opératoires aux salles de triage et à l'imagerie.

En 2009, une chirurgie d'ablation de la glande thyroïde chez un humain est réalisée pour la première fois avec l'assistance du robot chirurgical *Da Vinci*. Ce robot permet d'utiliser une voie d'abord peu invasive et peu visible en regard des clavicules. Un radiologue français, docteur Denis Hovasse, possède par exemple un robot, *Multitom Rax*, qui radiographie les individus humains sous tous les angles souhaités. En 2016, l'Université de Pennsylvanie est la première à se doter d'un scanner robotisé, l'*Equimage system*, permettant de réaliser des scanners sans anesthésie générale. En effet, l'équidé reste debout pendant que des scanners montés sur deux bras mécaniques pilotés par un robot se déplacent autour de lui. Cela permet à la fois de réduire les risques anesthésiques, la durée et le coût de l'examen tout en permettant la prise d'images avec une précision tout à fait convenable. De plus, il est également possible d'obtenir des images en mouvement avec l'utilisation de la fluoroscopie, mais également des images en trois dimensions et des radiographies à haute vitesse. Ce type technologie possède un avenir à double enjeux : améliorer le diagnostic et donc la prise en charge de maladies connues pour passer inaperçues avec les techniques d'imagerie dites « classiques » à l'image des fractures de stress chez les chevaux de course.

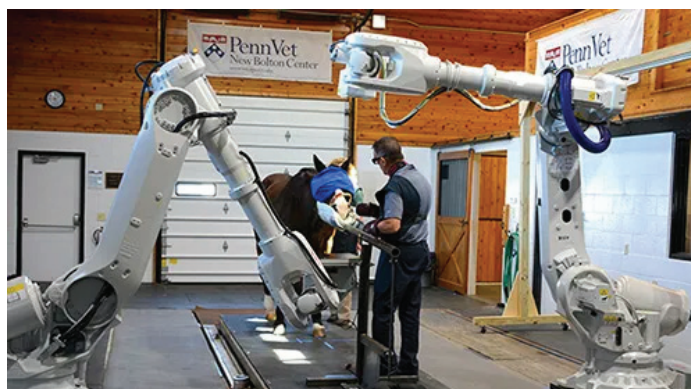


Figure 3 : Robot scanner, Equimaginaire system
(crédit : Université de Pennsylvanie)

Selon le dictionnaire de Cambridge, un chatbot est un programme informatique conçu pour avoir une conversation avec un être humain (« to chat » signifie discuter et « bot » provient du mot robot). Ce type de technologie permet ainsi d'améliorer l'expérience de l'utilisateur en répondant rapidement à sa demande sans passer par un allocuteur réel. Le premier chatbot, Eliza, fut créée par un professeur de l'Institut des Technologies du Massachusetts (MIT) en 1996. Au début de son développement, cet outil utilisait une base de données de questions-réponses avec la recherche de mots-clés énoncés par l'utilisateur. Ultérieurement, le développement de l'apprentissage automatique avec l'IA a permis de créer des chatbots dotés d'un logiciel d'analyse du langage naturel pouvant s'améliorer utilisation après utilisation. En médecine vétérinaire, son usage est peu répandu et s'appuie sur deux constats : 56 % des clients préfèrent dialoguer par messages avec une entreprise au lieu de les appeler et 80 % des propriétaires d'animaux effectuent des recherches sur internet pour leur compagnon (8). Ainsi, ces chatbots ont pour objectif premier d'améliorer la relation propriétaire-vétérinaire en s'adaptant aux nouvelles attentes de ce premier. Ils permettent à la fois un gain de temps, procurent un service accessible en permanence et apportent un facteur de différenciation à la clinique vétérinaire qui en fait usage.

Le premier ChatBot destiné à la clientèle vétérinaire fut commercialisé en 2019 par une entreprise nommée Askovet (Paris, France). Leur chatbot, Bolt, communique des informations pratiques (horaires, adresses, tarifs, personnel) ainsi que des conseils et des recommandations en relation avec les interrogations formulées par les propriétaires. Bolt s'insère sur le site web ou bien sur la page Facebook de la clinique vétérinaire et permet de réduire en moyenne de 3h par mois le temps d'appel. L'année de son lancement, plus de 10 cliniques utilisaient déjà ce chatbot.

iv. *L'intelligence artificielle*

Il n'existe pas de définition univoque de l'IA. Pour l'INSERM, l'Institut National de la Santé de la Recherche Médicale, l'IA « est fondée sur l'idée que le processus de la pensée humaine peut être mécanisé ». De notion commune, l'IA peut être définie comme la faculté à s'adapter à l'environnement. Cela sous-entend déjà que pour ce concept la notion d'apprentissage est essentielle. L'IA est la capacité à résoudre des problématiques simples ou

complexes à l'aide de modèles simples et de réseaux de neurones. Pour nourrir cette intelligence, il faut des données en grande quantité.

Dès 1913, Bertrand Russell et Alfred Whitehead, dans *Principia Mathematica*, présentent le traitement formel des fondements des mathématiques. En 1951, un programme de jeu d'échecs reposant sur ce concept est mis au point par Dietrich Prinz puis est développé sur le premier ordinateur électronique. Les recherches effectuées par Marvin Minsky vont lui permettre d'être l'un des principaux leaders de l'IA. En 1956, il organise à Dartmouth avec deux chercheurs d'IBM, une conférence sur l'IA avec comme assertion : « chaque aspect de l'apprentissage ou toute autre caractéristique de l'intelligence peut être si précisément décrit qu'une machine peut être conçue pour le simuler ». La représentation des neurones qu'ils font à l'aide de circuits électriques lors de cette conférence sera la base de la théorie des réseaux neuronaux.

En effet, les premières intelligences sont des systèmes dont le comportement est codé et qui s'appuient sur une grande variété de scripts. Il en découle alors un certain degré de prévisibilité.

Puis le Machine Learning (ML) s'est développé dans les années 1980. Il requiert un retour de la part du ou des utilisateurs. Le comportement n'est alors plus inscrit dans sa totalité, mais repose sur un apprentissage de la part de la machine. Un exemple réside dans la mise en place des filtres indésirables pour les courriels : les utilisateurs signalent ces mails comme indésirables et la machine tente d'en trouver les points communs afin de pouvoir réaliser des prédictions pour les nouveaux courriels. Dans ce cas, il est possible pour l'intelligence humaine d'en comprendre le fonctionnement. L'apprentissage du ML peut être soit supervisé : un programmeur guide l'algorithme sur la voie de l'apprentissage en lui fournissant des exemples qu'il estime probants. Les données sont préalablement étiquetées et cela permettra la création d'un modèle. Soit cet apprentissage est non supervisé : les données sont fournies à la machine sans être associées aux résultats attendus. Il est ici question d'entraîner la machine à accomplir des tâches de façon autonome.

Le Deep Learning (DL) est mis au point à partir des années 2010. Il révolutionne le monde de l'IA de telle sorte que ses applications se sont décuplées. Il consiste à utiliser des réseaux de neurones pour représenter la fonction que l'on souhaite trouver dans l'apprentissage. Son comportement est similaire à celui simplifié d'un neurone : les dendrites reçoivent les données, le corps cellulaire en fait l'intégration puis l'axone transmet le résultat. Cependant, et contrairement aux technologies abordées précédemment, un phénomène de « boîte noire » risque d'apparaître.

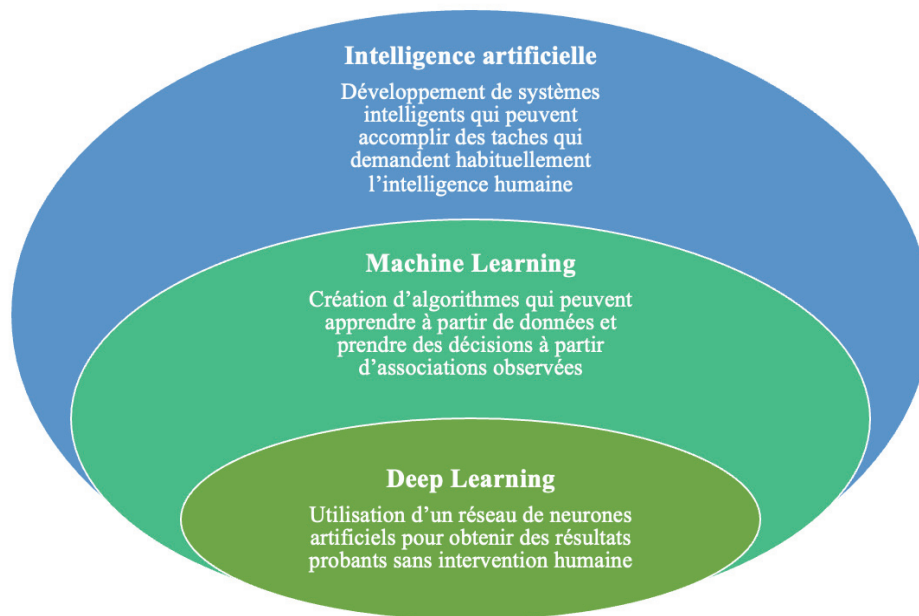


Figure 4 : Imbrication schématique des domaines de l'IA
(crédit : L. Cordebar)

En médecine humaine, nous pouvons reprendre l'exemple évoqué plus haut, Diabeloop (Grenoble, France), qui grâce à l'intervention de l'IA personnalise et automatise le traitement du diabète de type 1. L'algorithme DBLG1 qui utilise le ML analyse le taux de glycémie relevé toutes les cinq minutes et calcule la dose d'insuline que la pompe doit délivrer tout en tenant compte de paramètres propres à l'individu et des informations rentrées par ce dernier. Cela n'est qu'un exemple parmi les millions d'utilisations possibles de l'IA et il est difficile de se rendre compte de l'impact que cette technologie a sur notre santé. Lors du dernier rapport de l'OMS consacré à l'IA, l'accent a été mis sur l'IA en tant que « grand espoir pour l'amélioration des soins de santé et de la médecine ». Son directeur général, docteur Tedros Adhanom Ghebreyesus, a précisé l'intérêt de l'IA « Comme toute nouvelle technologie, l'IA présente un immense potentiel pour améliorer la santé de millions de personnes dans le monde, mais comme pour toute technologie, il peut aussi en être fait mauvais usage et elle peut entraîner des effets préjudiciables. Ce nouveau rapport, d'une importance capitale, constitue un guide précieux pour les pays qui souhaitent maximiser les avantages de l'IA, tout en en minimisant les risques et en évitant les pièges ».

En médecine vétérinaire, l'IA a de plus en plus d'importance notamment dans les nouvelles technologies elles-mêmes jusqu'à en devenir indispensable dans certaines interventions. L'IA intervient maintenant dans pratiquement tous les secteurs de la télésanté. En effet, l'utilisation de l'IA en médecine vétérinaire a débuté en médecine rurale avec l'animal connecté et touche peu à peu tous les domaines vétérinaires. En 2018, la start-up Pronozia (Pont-du-Château) constitue le premier vrai outil d'aide au diagnostic dont l'objectif est de contribuer à l'émergence du « vétérinaire augmenté ». Les outils d'aide au diagnostic utilisant l'IA généreraient 3.3 à 4.2 milliards d'euros annuels (4). Plus récemment, la Faculté de Médecine Vétérinaire de Montréal au Canada a fait un pas de plus vers la création d'une plateforme d'IA. De son côté, la médecine équine n'est pas en reste avec un nombre important

d'objets connectés actuellement proposés. Par exemple, l'entreprise Arioneo (Paris, France) met en vente des capteurs de suivi de l'entraînement regroupés dans l'outil EQUIMETRE. L'entreprise *Seaver* (Paris, France) propose elle aussi des capteurs connectés nommés CEEFIT pour le suivi de la santé et de l'entraînement du cheval. Dans un autre domaine, La Buvette (Tournes, France) propose des abreuvoirs connectés sous le nom de BlueIntelligence permettant de surveiller de manière automatisée et centralisée la consommation d'eau des chevaux tout en générant des alertes instantanées lorsqu'une prise de boisson non attendue est objectivée. Ces trois exemples ne constituent qu'un maigre échantillon, des innovations arrivent quotidiennement sur le marché et permettent de recueillir une quantité importante de données au service de l'IA. Toujours en équine, Fairway AI (Paris, France) fut la première société de « Data Science » spécialisée dans l'industrie équine à développer un modèle mondial de valorisation des chevaux de course Pur-Sang. Ou encore, Ekico (Caen, France) qui met en avant le suivi orthopédique et la locomotion du cheval avec des outils de mesure connectés.

v. *La télésanté animale : M-santé, télémédecine et objets connectés*

VetInTech définit dans son *Livre Blanc* la M-santé, ou santé mobile, comme des « pratiques médicales et de santé reposant sur des dispositifs mobiles tels que les téléphones portables, tablettes, systèmes de surveillance des patients, assistants numériques personnels et objets connectés ». Le terme M-santé est apparu en 2003 dans une publication du professeur Robert Istepanian (9). La M-santé peut être divisée en trois sous-catégories : l'interaction entre des personnes et des services de santé, l'accès à distance à de l'information et la surveillance. La M-Santé a une place très importante sur le marché de la santé : en 2021, près de 140 milliards de nouvelles applications santé ont été téléchargées. Le marché des applications mobiles pour la santé devrait passer de 3.744 milliards en 2019 à 20.556 milliards de dollars en 2026. En 2022 en France, c'est l'application *TousAntiCovid* qui a été la plus téléchargée, devant *Doctolib*. En médecine vétérinaire, les applications de la M-Santé sont nombreuses et, une nouvelle fois, en dresser une liste exhaustive n'aurait que peu d'intérêt tant les évolutions sont rapides et les nouveautés fréquentes.

Tout comme pour la M-santé, VetInTech définit la télémédecine comme « l'utilisation de technologies de télécommunication pour fournir une information ou un service médical ». Ainsi, l'évolution de la télémédecine s'est faite en parallèle de celle des télécommunications. Bien que la première consultation à distance ait eu lieu dans les années 50, le terme télémédecine est utilisé pour la première fois en 1977 puis il devient plus populaire avec le monitoring à distance des paramètres physiologique d'astronautes avant d'être enfin reconnu comme un domaine médical en 1993. Ce n'est qu'en 2009 que le terme télémédecine est défini dans la loi portant la réforme de l'hôpital et relative aux patients, à la santé et aux territoires. L'année suivante, un décret caractérisera les cinq domaines de la télémédecine : la téléconsultation, la télé-expertise, la télésurveillance, la téléassistance ainsi que la télérégulation. L'histoire et l'évolution de la télémédecine sont complexes et impliquent de nombreuses autres disciplines, nous y reviendrons ultérieurement.

En médecine humaine, la télémédecine possède quatre objectifs principaux : l'amélioration de la santé des populations, l'amélioration de l'expérience patient, l'amélioration de l'expérience des professionnels de la santé et la réduction des coûts afin de rendre la santé plus accessible avec un financement pérenne (13). Les exemples sont nombreux, en voici quelques-uns classés dans les domaines de la télésanté concernés en médecine vétérinaire équine : plusieurs cliniques vétérinaires équines (clinique vétérinaire de Grosbois, clinique vétérinaire de Conques) proposent un service téléconsultation lorsque le déplacement en clinique est impossible, par exemple le docteur Thomas Brément propose depuis mars 2022 un service de télé-expertise en dermatologie des équidés sous le nom de *Vet'Derm@home* (Challans, France). De plus, la téléconsultation fait également référence à un vétérinaire qui utilise des outils de télésanté pour communiquer avec un spécialiste vétérinaire ou un autre expert qualifié afin d'obtenir des informations et des conseils sur les soins à prodiguer au patient. Par exemple, nombreux sont les centres hospitaliers vétérinaires à posséder des contrats avec des spécialistes en radiologie qui analysent à distance tous les examens d'imagerie réalisés au sein de la structure vétérinaire via des outils numériques. En 2023, docteur Julien Olive spécialiste en radiologie vétérinaire, était le consultant du centre hospitalier vétérinaire équin de l'Université de Montréal au Québec mais également celui de la clinique vétérinaire Desbrosse localisée à Saint-Lambert en France. Cette décentralisation des compétences avec une assistance à distance permet un accès plus facile à des spécialistes en augmentant leur capacité de travail et en s'affranchissant des contraintes géographiques et temporelles. De plus, cela permet à des pays ne possédant pas de spécialistes de tout de même pouvoir obtenir une expertise à moindre coût. En matière de télésurveillance les propositions sont nombreuses, par exemple Coho[®] d'Animalinks (Montbonnot Saint-Martin, France) qui est une entreprise française qui propose une caméra connectée intelligente dotée d'IA. En médecine équine la téléassistance est principalement visible lorsqu'un vétérinaire assiste à distance un confrère lors de la réalisation d'un acte médical (10), la régularisation correspond au triage réalisé entre plusieurs animaux dans une situation d'urgence, Alvetis (Montrouge, France) propose par exemple un service de régulation vétérinaire et de tenue d'agenda.

D'un point de vue financier, en 2021, la télémédecine possédait un potentiel de création compris entre 3,7 et 5,4 milliards d'euros annuels (4).

IoA est un acronyme correspondant à « Internet of Animals » qui est utilisé par VetInTech pour définir les « les objets connectés qui proposent des solutions pour la santé, le bien-être, les performances et la surveillance des animaux » (11). Cet acronyme fait écho à l'IoT qui correspond à « l'Internet of Things ou IdO en français pour « l'Internet des objets ». Ces objets connectés sont pour certains compris dans la télémédecine et la M-Santé. Cette terminologie a été inventée afin de mettre en avant les objets connectés en santé animale puisqu'ils constituent la partie de la e-santé animale la plus connue du grand public. En effet, lorsque nous évoquons la e-santé animale à des propriétaires d'animaux, ils évoquent souvent la santé connectée avec notamment tous les objets permettant de suivre des paramètres physiologiques ou comportementaux. Les objets connectés sont des objets intelligents qui communiquent et émettent des données. Ils sont déjà largement utilisés en médecine humaine aussi bien en paramédical avec les montres connectées que dans le domaine médical avec la

gestion d'affections chroniques comme le diabète. Un bel exemple à citer pourrait être *Diabeloop* (Grenoble, France) qui est un dispositif médical mis sur le marché en 2018 qui automatise et personnalise le traitement du diabète de type 1 en associant un capteur de glucose en continu (donnant la glycémie) à une pompe à insuline via un logiciel faisant appel à l'IA. Cette dernière permet alors la prise en compte de paramètres individuels et d'informations renseignées par l'utilisateur de type repas et activité physique. Ainsi, ce dispositif remplace le pancréas dans sa fonction endocrine tout en allégeant la charge mentale associée au traitement du diabète de type 1.

La médecine vétérinaire, et notamment la médecine vétérinaire équine commencent à prendre le même chemin que la médecine humaine en matière d'IoA. De manière non exhaustive, nous pouvons citer avec un exemple à chaque fois : les aides au diagnostic de boiterie (Lameness Locator[®]), les caméras connectées (Coho[®]), les sangles connectées (Arineo[®]), les abreuvoirs connectés (BlueIntelligence[®]), et bien d'autres. Il existe également de nombreux autres objets connectés à destination de la filière équine dans le domaine paramédical. Nous reviendrons sur l'utilisation des capteurs et de la télésurveillance dans la suite de cette thèse.

Il est à noter que le marché des objets connectés est en plein essor, selon une étude de marché réalisée pour le cabinet IoT Analytics (Hamburg, Allemagne), plus de 12.3 milliards d'objets connectés ont été générés à la fin de l'année 2021. Cela représentait un marché de plus de 7 000 milliards de dollars en 2020.

3. Impact de la e-santé sur la profession vétérinaire

i. Exemple de la perception de l'IA par les professionnels de la médecine vétérinaire

Afin de quantifier la sensibilisation et la perception de l'IA par les acteurs de la médecine vétérinaire un sondage a été réalisé auprès d'un panel très large, incluant les étudiants des écoles vétérinaires françaises ainsi que des vétérinaires de pratiques privées et publiques. Ce sondage a été réalisé par des étudiants vétérinaires français scolarisés à VetAgro Sup dans le cadre d'un projet de groupe sur la question de l'IA en médecine vétérinaire.

Ce sondage de 9 questions a été transmis par mail et via les réseaux sociaux le 12 mars 2021. 362 réponses ont été reçues et 80% des répondants étaient des étudiants scolarisés dans une école vétérinaire française. Les résultats de ce questionnaire sont disponibles en annexe 1. Il en ressort, parmi les questions d'intérêt, que la majorité des répondants estiment que l'IA au sein de la médecine vétérinaire est inexistante (57.2 %) à peu présente (20.2 %). Il en est de même pour le retard de l'utilisation de l'IA en médecine vétérinaire par rapport à la médecine humaine qui est, pour la majorité des répondants, importante. Cela est également visible dans le nombre de publications annuelles sur l'IA en médecine vétérinaire par rapport à la médecine humaine. En 2022, il y a eu respectivement 10 publications scientifiques internationales pour la médecine vétérinaire et 235 pour la médecine humaine, soit un rapport

de 4,3%. Au cours des 10 dernières années ce rapport est de 9.7% avec 102 publications vétérinaires internationales contre 1055 en médecine humaine.

En termes d'apports de l'IA à la médecine vétérinaire, la majorité des répondants y voit un outil pour conforter leurs décisions (76%), pour augmenter la vitesse de lecture des analyses biologiques (56%) et un gain de temps (54%). Environ un tiers des répondants seulement (35%) se projettent avec une IA qui leur proposerait des diagnostics. À noter que 4% des répondants ne voient aucun apport possible de l'IA à leur activité professionnelle. Les répondants du questionnaire auraient souhaité à 64.1% avoir un enseignement sur l'IA en école vétérinaire et une fois en exercice seulement 27.3% souhaitent y être sensibilisés et formés. Ainsi, sensibiliser la profession vétérinaire à l'utilisation de l'IA par l'intermédiaire de cours en école ou bien par des formations à posteriori pourrait être un premier pas pour garantir à toute la profession vétérinaire un contrôle de cette technologie.

Une approche pourrait être l'appropriation du logiciel TeachableMachine[®] qui est un outil à destination du grand public qui propose la création de modèles de ML rapidement et facilement. Il est par exemple possible de lui apprendre à reconnaître des lésions circulaires glabres pouvant être liées à présence de teigne. À destination des étudiants et des vétérinaires il existe également le logiciel Sofie[®], qui utilise la technologie IBM Watson, qui est l'outil de recherche médicale vétérinaire le plus avancé du marché actuellement. Il permet d'effectuer des recherches dans une base de données de plus de 40 000 articles, manuels, conférence et revues. A noter que ce logiciel est conçu pour répondre aux questions en langage naturel et qu'il renvoie un résultat basé sur un contexte précis. Cela rentre dans la partie Personnalisée de la médecine des 4P qui sera évoquée dans la partie suivante.

ii. Médecine des 4P vigilance

Avec le développement de toutes les avancées incluses dans la e-santé animale, mais également le développement et la démocratisation de la génétique, ainsi que par les nombreuses avancées médicales, la médecine humaine et la médecine vétérinaire sont maintenant dites « des 4P » pour Prédictive, Préventive, Participative et Personnalisée (théorisée par professeur Leroy Hood en 2013). Certains vont jusqu'à parler d'une médecine des « 6P » avec l'ajout de Prouvée et Précise.

En effet, comme évoqué précédemment, l'OMS ne définit pas la santé par la non-présence de maladie, mais par l'action de prévention sur cette dernière. Chez les animaux domestiques, la prévalence des maladies chroniques a augmenté de manière très importante au cours des dernières années. L'exemple du diabète sucré en lien avec l'augmentation de la prévalence de l'obésité est probant. Or, plusieurs de ces maladies chroniques peuvent être évitées en donnant à ces animaux une hygiène de vie en adéquation avec leurs besoins. Il en est de même chez les humains, avec par exemple le dépistage de la rétinopathie diabétique pour lequel l'Agence Américaine du Médicament (FDA) a donné une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) en 2018 à un logiciel permettant le diagnostic de cette atteinte avec une simple photo du fond d'œil d'un patient. Le taux de diagnostics correctement effectués par ce logiciel est supérieur à celui du médecin et il permet de prévenir des complications graves en proposant un

dépistage rapide, fiable et fréquent. Ce type de technologie pourrait tout à fait être utilisé en milieu vétérinaire.

Cette nouvelle santé est également participative. Les propriétaires d'animaux souhaitent de plus en plus être inclus dans le protocole de soins de leur animal. Ils se renseignent fréquemment en amont via des plateformes d'informations en ligne ce qui indique une réelle volonté de participation active. Cela s'oppose aux croyances anciennes où le médecin était considéré comme le « savant » et le propriétaire ou le patient en médecine humaine comme « l'ignorant ».

Tableau I : Les différents types de patients (crédit : V. Chassaing)

Types de patients	1980	2015
« Informés » : patients au courant des pathologies et traitements avant la consultation.	2%	93%
« Exigeants » : patients souhaitant être orientés vers le traitement de leur choix.	8.8%	80.3%

À l'heure actuelle, énormément de ressources sont à disposition des propriétaires pour s'informer, le tout est de les orienter sur celles qui sont fiables et pertinentes. De plus, grâce à tous les nouveaux outils de la e-santé comme la surveillance à distance chez les équidés avec des caméras connectées, le suivi et l'enregistrement de paramètres biologiques chez les chiens, chats, équidés et même bovins, les propriétaires se sentent d'autant plus concernés par la santé de leur animal. Et inversement de nombreux outils permettent de répondre à la demande d'implication de ces propriétaires. La notion d'empowerment ou autonomisation est ici justifiée.

De son côté, la médecine prédictive s'attache, d'après le Larousse, « à rechercher les risques génétiques que présente un individu ». Cela est en grande partie permis par le séquençage de l'ADN à haut débit du génome qui est maintenant accessible au grand public dans des délais très courts.

Enfin, et ce que recherche principalement les propriétaires et entraîneurs, la médecine se veut de plus en plus personnalisée. En effet, avec le recueil de données permis par l'avènement de la e-santé en parallèle de l'avancement de la recherche médicale et informatique, il est de plus en plus aisé pour le praticien d'adapter au mieux un traitement à un animal et de s'éloigner du classique « symptôme-maladie-traitement ». Des logiciels permettent de prendre en compte toutes les données du patient sous forme de corps numérique et de générer une interprétation statistique permettant au soignant d'adapter son traitement à l'individu présenté et non uniquement à sa maladie. Des études font état de 400 mesures pour le corps numérique humain, il en serait de même pour un animal.

Cependant, chaque nouveauté vient avec son lot de dangers. Selon le médecin neurologue Hervé Chneiweiss, il est important de comprendre que certes la médecine des 4P permet de

« nouveaux pouvoirs de l'individu » mais qu'elle implique également de « nouveaux pouvoirs sur l'individu ».

4. Collecte des données et responsabilité

Tout au long de l'évolution de la médecine vétérinaire, les vétérinaires ont collecté des données sur leurs patients et propriétaires. À l'époque du docteur Claude Bourgelat en 1750 ces données étaient uniquement récoltées par le vétérinaire et consignées à l'écrit dans des registres. Elles sont maintenant principalement dans des serveurs reliés à des logiciels vétérinaires.

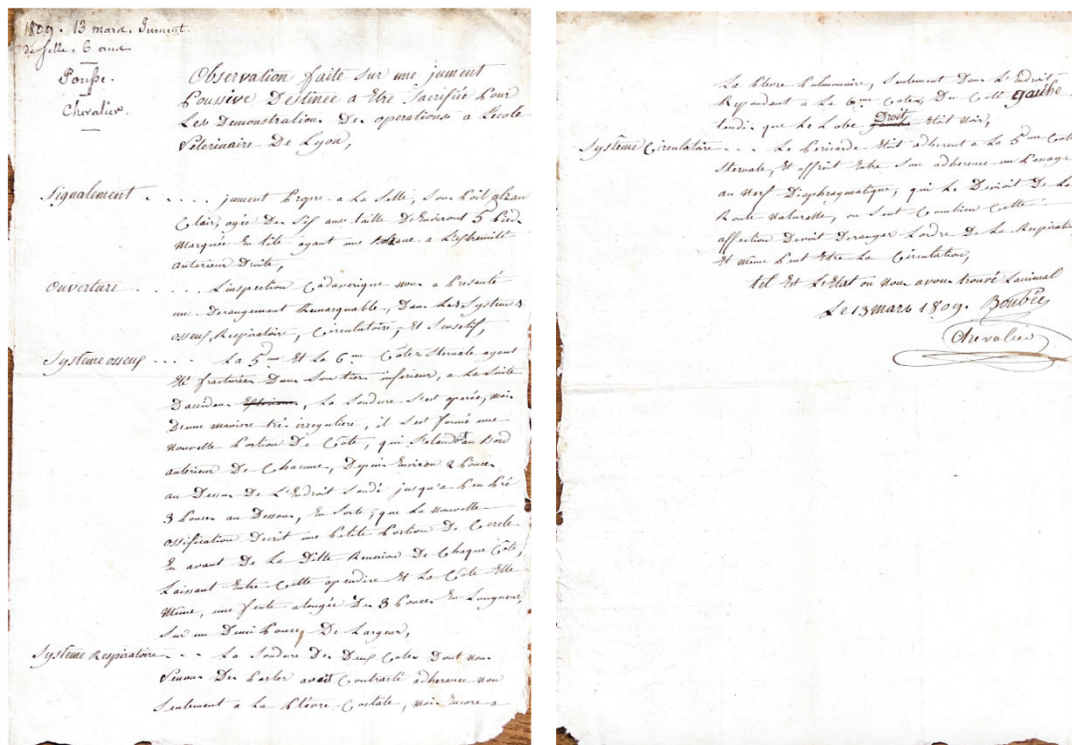


Figure 5 : Extrait d'un registre des consultations vétérinaires de médecine équine en date du 13 mars 1809 à l'école vétérinaire de Lyon (crédit : archives de VetAgro Sup)

La gestion de ces données est déjà bien établie pour la médecine des animaux de production avec une optimisation de ces dernières afin d'en tirer des valeurs économiques pour l'éleveur, le fabricant du matériel connecté et le gestionnaire des données. D'un autre côté, la gestion et l'exploitation des données en médecine des animaux de compagnie n'en est qu'à ses débuts et les vétérinaires actuels et futurs méritent probablement d'être davantage sensibilisés à l'importance que ces données ont.

L'IA, est une fois de plus, nécessaire à l'utilisation de ces données. En effet, une fois les données collectées de manière pertinente et stockées grâce à des data hubs, c'est l'IA qui les analyse afin d'en obtenir des informations utiles. Les data hubs, sont des systèmes de

stockage de données provenant de sources variées qui permettent un stockage, une coordination et une indexation des données ce qui en simplifie leur utilisation et leur fiabilité. Le premier hub mondial en médecine vétérinaire a été lancé à Lyon le 14 janvier 2022 en collaboration avec de nombreux acteurs publics et privés de la santé vétérinaire. Ce HUB VPH (*Lyon Veterinary Public Health initiative*) ne permet pas uniquement un recueil et un stockage intelligent des données, il a pour but de « constituer un réseau public-privé de réflexions et d'actions afin de catalyser les forces vives de la recherche, de l'innovation, de l'éducation et de l'industrie de la région Auvergne-Rhône-Alpes autour de la santé publique vétérinaire » (docteur Emmanuelle Soubeyran, ancienne directrice générale de VetAgro Sup) (12).

Les solutions d'IA ne sont pas nouvelles, pour autant elles ont connu un essor particulier ces dernières années pour plusieurs raisons : le volume des données (« massification des données ») ce qui permet de développer de nouveaux instruments et applications, les algorithmes sont de plus en plus sophistiqués grâce aux progrès des mathématiques et de l'informatique ainsi que l'explosion des data hubs évoqués précédemment. Selon l'INSERM, la médecine du futur ne s'envisage pas sans l'IA. En effet, le potentiel de l'IA en santé est multidimensionnel : opérations assistées par des robots, évolutions de la télémédecine, les prothèses dites intelligentes, les traitements prédictifs et personnalisés. Tout cela implique également le développement d'approches techniques multiples et soulève donc de nombreuses problématiques juridiques dont les plus importantes sont la responsabilité et la sécurisation des données.

En termes de sécurité des données, pour la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL), une donnée personne est « toute information se rapportant à une personne physique identifiée ou identifiable ». L'identification d'une personne ne se fait pas uniquement par une donnée menant directement à elle mais également par un faisceau d'informations. Afin d'encadrer le traitement des données des utilisateurs, le Règlement de la Protection des Données (RGPD) s'ajoute à la loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés afin d'homogénéiser la réglementation en Europe et de définir un cadre juridique équitable.

A l'international, il n'y a pas de réglementation au sens strict en matière d'IA, chaque État garde donc sa souveraineté. A l'échelle européenne, l'objectif est de mettre en place un « marché unique numérique » qui soit un modèle éthique. Pour Cédric Villani, une réflexion sur l'IA doit être une réflexion autour de cette technologie pour les individus et non l'inverse. Au niveau national, il y a une obligation pour le professionnel d'informer le patient sur « l'utilisation du traitement algorithmique » qui s'inscrit dans la loi Démocratie Sanitaire du 4 mars 2002.

En termes des responsabilités engagées, elles sont civiles et pénales pour un vétérinaire. La responsabilité civile s'intéresse à un acte qui conduit à des dommages. Dans le cadre de l'IA, si un vétérinaire informe un propriétaire qu'il a utilisé un système d'aide à la décision, c'est la décision finale du vétérinaire qui conduit à un dommage. Néanmoins, la chaîne de responsabilité n'est pas si claire. En effet, dans les dispositifs médicaux n'utilisant pas l'IA les possibles responsables sont : le fabricant, la personne certifiant le dispositif, l'agence qui a

délivré l'AMM et le médecin. Dans les dispositifs médicaux faisant usage de l'IA il convient d'intégrer le programmeur, l'exploitant et le propriétaire. Quid de la responsabilité du médecin qui donnerait une directive ou bien un diagnostic différent de celui indiqué par le logiciel ? Bien qu'il n'y ait pas de réglementation propre à l'utilisation de l'IA en médecine, une loi européenne de 1988 traite de la responsabilité du fabricant pour les produits défectueux. Néanmoins, afin de prouver un dommage, il faut prouver le caractère défectueux. Il faut donc montrer que l'IA qui a soutenu le diagnostic était défectueuse à l'instant décrit. Cela impliquerait que retrouver la chaîne de décision générée par l'IA. Or, un des problèmes majeurs de l'IA utilisant le DL c'est qu'il est impossible de remonter cette chaîne, cet effet « boîte noire » empêche le lien de causalité entre le défaut de conception et le dommage.

Il est urgent d'assurer un cadre juridique à l'utilisation de l'IA et plus largement des nouvelles technologies afin de sécuriser l'exercice de la profession vétérinaire.

C. État des lieux sur la télésanté et de l'intelligence artificielle en médecine équine

1. Les générations Y et Z, nos clients d'aujourd'hui et de demain

Les générations sont des groupes d'individus nés durant la même période et qui ont fait l'expérience d'un contexte culturel similaire (11). Depuis plus d'un siècle, six générations se sont succédées avec des caractéristiques qui leurs sont propres et en accord avec les sociétés dans lesquelles elles ont évolué.

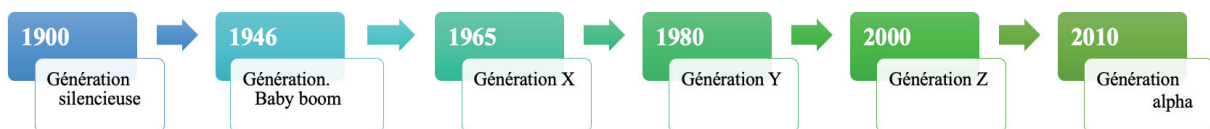


Figure 6 : Les générations à partir de l'année 1900, d'après (13)

Ce sont les générations Y et Z qui forment clientèle récente et future en médecine équine. Il est alors important de prendre en compte les différences générationnelles qu'elles présentent pour faire des propositions cohérentes dans le parcours de soin de leurs équidés. La principale différence entre ces deux générations réside dans le numérique. En effet, la génération Z est née avec la technologie numérique déjà bien établie contrairement à la génération Y qui en a eu possession lors de son passage à l'âge adulte.

La génération Y, ou les « millennials », est la première à avoir évolué dans une société numérique. Elle se veut moins matérialiste et plus à la recherche d'expériences. Quant à la génération Z, ou les « centennials » elle est technophile et habituée à un accès illimité et immédiat aux informations. Cette génération se veut également plus pragmatique, matérialiste, ambitieuse et confiante avec un sentiment de méritocratie plus faible. Pour elle avoir accès à la e-santé en médecine vétérinaire est normal, elle a grandi avec les objets

connectés et l'IA. Ainsi, un client dit Z s'attendra à ce que le vétérinaire équin utilise les nouvelles technologies, il s'attendra également à ce que son équidé ait une vidéosurveillance. Alors que le client Y appréciera et valorisera la présence de ces nouvelles technologies sans pour autant les considérer comme attendues à l'heure actuelle. En somme, ces deux générations sont tournées vers les nouvelles technologies et connaissent bien leur fonctionnement.

De plus, ces deux générations présentent souvent leurs équidés après avoir effectué des recherches sur la clinique équine en lisant les commentaires laissés par des précédents clients sur internet. Ces clients feront de même avec les symptômes observés sur leur équidé afin d'obtenir un diagnostic par eux-mêmes orienté par leurs recherches sur internet. Ainsi, pouvoir leur proposer une prise en charge connectée de leurs équidés ne pourra qu'accroître leur sentiment de confiance envers le vétérinaire tant celui-ci aura fait l'effort d'être connecté à leurs attentes et besoins.

D'un autre côté il ne faut pas délaissier les générations précédentes qui font toujours partie de la clientèle actuelle des praticiens équins et qui vivent de plus en plus longtemps (14).

2. Les propositions actuelles en médecine vétérinaire équine

i. La télésanté, un outil maintenant nécessaire

L'AVMA (American Veterinary Medical Association) définit la télésanté comme toutes les utilisations de la technologie pour fournir des informations, une sensibilisation et des services de santé à distance (15). Nombreuses sont les applications de la télésanté en médecine vétérinaire équine cependant beaucoup de professionnels n'ont pas conscience d'utiliser la télésanté. Or, analyser un bilan radiographique pour une vente à distance rentre dans le cadre de la télé-expertise. Il en est de même avec les nombreuses propositions de télé-surveillance au sein des hôpitaux équins ou bien même dans le box de l'équidé chez son propriétaire. Tout comme les téléconsultations proposées dans des cliniques vétérinaires équines par l'intermédiaire de plateformes nouvelles sur le marché à l'image de *SeemyVet* et *Liv'vet* pour des consultations urgentes et non urgentes. Les consultations comportementales sont les plus réalisées à distance. De même il n'est pas rare qu'un vétérinaire équin aide l'un de ses confrères dans la réalisation d'un acte technique via un appel vidéo ce qui rentre dans le cadre de la téléassistance. Dans une étude utilisant l'échographie en temps réel, des vétérinaires spécialistes en radiologie ont aidé à distance des vétérinaires de terrain pour obtenir et lire des échographies d'équidé, ce qui a permis aux vétérinaires de terrain d'avoir rapidement les bonnes images échographiques afin d'en tirer les conclusions les plus justes possible (16). Il est vrai que la télérégulation semble être la moins utilisée à l'heure actuelle par les praticiens équins puisqu'encore très largement réalisée par l'assistant ou le vétérinaire lui-même. Dans une dimension plus internationale, la télésanté permettrait également d'apporter des expertises et conseils à des zones géographiques dépourvues ou peu couvertes par les vétérinaires. Il est possible d'évoquer la collaboration entre la clinique équine de l'école Inter-États des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar au Sénégal et Clinéquine®. La Clinéquine® est la clinique équine de l'École Vétérinaire de Lyon, l'une des trois écoles de VetAgro Sup.

La télésanté permettrait également aux professionnels un gain de temps et de revenus une fois les investissements nécessaires amortis sans oublier une fidélisation de la clientèle. Elle permet également d'approfondir la relation avec le client (17). En effet, il a été démontré que la télésanté augmente l'engagement des clients en leur permettant d'adhérer plus facilement aux instructions de soins médicaux et ainsi d'améliorer la prise en charge de leur équidé (18). A cela s'ajoute l'éloignement géographique de l'équidé par rapport à son propriétaire qui est pourtant le premier maillon de la télé médecine (19). Il leur serait par exemple possible d'évaluer des patients à distance en utilisant ces télécommunications : cela permettrait un gain de temps en raison de l'absence de déplacement systématique du vétérinaire, de prendre en charge des équidés dans des zones éloignées, un emploi du temps plus flexible et au propriétaire de se défaire des frais de déplacement (16).

L'Ordre national des vétérinaires est bien conscient de l'arrivée inévitable et nécessaire de la télésanté. Il souhaite la promouvoir et l'encadrer. Il a d'ailleurs autorisé la télésanté à titre expérimental pendant 18 mois prolongés de 6 mois en mai 2020 via le Décret n°2020-526 concernant l'expérimentation de la télé médecine par les vétérinaires. Le rapport est toujours en attente (20). Il faudra veiller rigoureusement à ce que la mise en œuvre de la technologie de télésanté donne la priorité à la santé équine et à la profession vétérinaire.

Comme évoqué précédemment, l'utilisation nouvelle de la télésanté est alimentée à la fois par les percées technologiques et les demandes de la société. Cependant, les vétérinaires n'ont pas encore pleinement adopté la télé médecine, ce qui limite son utilisation et ses avantages potentiels dont plusieurs ont déjà été énumérés. Une étude américaine de 2022 a évalué dans quelle mesure le modèle multi théorique de changement de comportement en matière de santé explique l'initiation et le maintien de l'utilisation de la télésanté chez les vétérinaires. Au cours de cette étude il a été observé que les utilisateurs actuels de la télésanté perçoivent les avantages comme étant légèrement supérieurs aux inconvénients du changement de comportement pour utiliser la télésanté, tandis que les non-utilisateurs de la télésanté perçoivent les inconvénients comme étant légèrement supérieurs aux avantages. Il en ressort que le dialogue participatif serait la solution la plus efficace pour initier cette transition vers l'utilisation de la télésanté. Le fait de convaincre les vétérinaires des avantages de l'utilisation de la télésanté constituera une grande motivation pour en accroître l'utilisation (21).

D'un point de vue économique et pratique, il revient au vétérinaire de s'impliquer sinon d'autres partis le feront. Or, si les vétérinaires ont un droit de regard sur la conception de ces nouveaux outils, ils pourront les façonner au plus près de ce dont leur pratique a besoin et non se contenter de ce qui est proposé sur le marché.

ii. L'ajout inévitable de l'intelligence artificielle

Précédemment, il a été abordé plusieurs considérations et défis auxquels la communauté vétérinaire est confrontée lorsqu'elle adopte les nouvelles technologies. Ici, il sera question de mettre l'accent sur les possibilités et le potentiel de l'IA en médecine vétérinaire équine, en mettant l'accent sur la prédiction des maladies cliniques et la médecine équine de précision.

Il est impossible d'évoquer l'importance grandissante de l'IA en 2023 sans évoquer ChatGPT. Cet outil conversationnel développé par OpenAI utilisant l'IA permettant de fournir des réponses dans un « langage humanisé ». Son modèle de langage est basé sur l'architecture GPT-3.5. Il a été entraîné sur de vastes quantités de données textuelles et est en effet capable de générer du texte cohérent et pertinent en réponse à des requêtes en langage naturel. Il peut être exploité pour diverses tâches, à l'image de la genèse de texte, de traduction, de réponse aux questions et de prédiction de texte. Voici un exemple d'utilisation de cet outil : à la demande « signes de coliques chez un cheval », il est renvoyé une liste de 6 signes cliniques effectivement fréquemment observés lorsqu'un cheval souffre de colique.

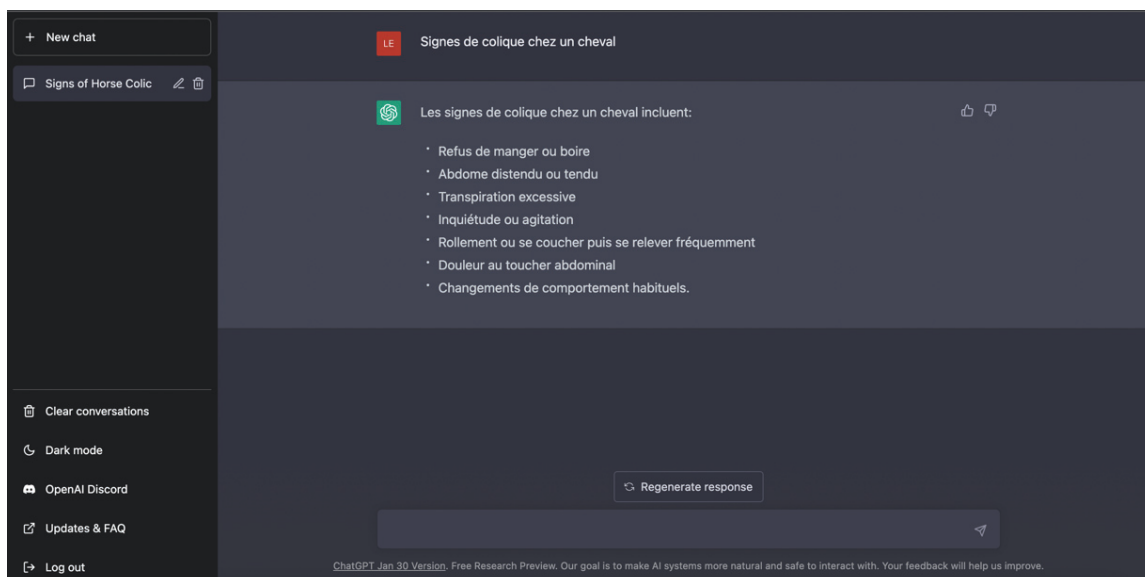


Figure 7 : Capture d'écran lors du fonctionnement du logiciel ChatGPT (crédit : L. Cordebar)

Lexique anglais/français en annexe 3

Ainsi, l'utilisation de l'IA dans différents domaines de la médecine vétérinaire équine commence déjà à faire ses preuves mais son utilisation reste hésitante. L'outil le plus fréquemment évoqué lorsque l'IA est associée à la médecine équine vétérinaire est le Lameness locator®, il est utilisé depuis plus de 10 ans à la Clinéquine®. C'est un système d'analyse des mouvements sans fil qui utilise des capteurs électroniques pour détecter les asymétries de la démarche de l'équidé qui peuvent ne pas être visibles à l'œil nu. Trois capteurs de mouvements pesant moins de 30 grammes chacun sont nécessaires et placés

comme ci-après : au niveau de la nuque, du paturon et du bassin de l'équidé. Les données brutes et quantifiables sont transmises instantanément à l'ordinateur. L'analyse des données peut indiquer l'emplacement de l'asymétrie, la gravité de la boiterie et à quel moment de la démarche la boiterie apparaît, par exemple « boiterie d'appui faible du membre thoracique droit ». Cet outil diagnostique utilisant l'IA peut ainsi être utilisé tout au long de l'examen de la boiterie comme un outil pour le vétérinaire.

L'IA offre d'importantes capacités dans le traitement de grands ensembles de données, dans l'analyse d'images avec l'identification de caractéristiques que l'intelligence humaine n'avait pas mises en avant, dans l'aide à la prise de décisions, dans la réalisation d'études comportementales, dans l'établissement de relations cachées peu claires ou insondables pour les humains et dans l'automatisation de tâches fastidieuses et sujettes aux erreurs (22). L'hypothèse est que les machines sont capables d'apprendre à partir d'exemples existants et d'utiliser ces connaissances accumulées pour accomplir des tâches difficiles telles que l'analyse de régression, la classification de modèles et la prédiction. Par exemple, les modèles biomécaniques de chevaux ont été identifiés comme un outil alternatif pour étudier les effets de la charge mécanique et des déformations induites sur les tissus et les structures chez l'homme. Cette observation s'ajoute au côté très lucratif de l'industrie des chevaux de course où l'un des objectifs majeurs est prévention des blessures. Cette combinaison a encouragé la mise en œuvre de diverses techniques de mesure et ainsi entraîné une production massive de données. Or l'IA accélère considérablement l'analyse et l'interprétation des données et offre des avantages considérables par rapport aux outils statistiques traditionnels (23). Il en est de même dans une étude allemande de 2021 pourtant sur l'utilisation de l'IA comme outil d'aide à la différenciation des maladies ophtalmiques équine. Un logiciel a été développé pour aider au diagnostic des maladies ophtalmiques équine et l'étude a été menée en comparant les recommandations du logiciel au diagnostic clinique. Le logiciel analyse des photographies d'yeux afin de déterminer si l'équidé présente des signes d'uvéite ou d'autres maladies ophtalmiques. Quatre réseaux neuronaux convolutifs ont été entraînés sur 9384 images puis 261 images distinctes non modifiées ont été utilisées pour évaluer la performance du réseau entraîné. Il en ressort une précision de 96.66% sur les données de validation lors de la distinction entre trois catégories qui sont l'œil sain, l'uvéite et les autres maladies ophtalmiques. Cet exemple, en plus de son utilité clinique immédiate, sert de preuve encourageante pour la création et l'utilisation de logiciel de dépistage à grande échelle en médecine équine, à l'image de la rétinopathie diabétique évoquée précédemment chez les humains (24). L'utilisation de l'IA est ainsi préconisée pour fournir une expertise vétérinaire rapide aux clients.

La recherche sur l'utilisation de l'IA avec des images médicales pour détecter, prédire et classer les maladies continuera à se développer parallèlement aux améliorations des méthodes de ML et de DL. L'analyse des données nécessitera des techniques sophistiquées de réduction des données et de sélection des caractéristiques, mais elle a le potentiel d'offrir de meilleurs diagnostics et des stratégies de traitement spécifiques aux patients plus efficaces (25). En 2022, de l'Université de Hong Kong en partenariat avec le Jockey Club de Hong Kong a mené une étude sur l'évaluation la capacité du DL pour classifier l'emplacement anatomique

et la projection à partir d'une série de 48 vues standard de membres de chevaux de course. 6 architectures de DL ont été testées après un entraînement réalisé sur 9604 bilans radiographiques. Il en ressort, que le DL est capable de classer les radiographies équinées pré-importation dans les 48 vues standard (26). L'orthopédie est ainsi le domaine à l'heure actuelle le plus équipé d'outils utilisant l'IA à destination des vétérinaires, propriétaires et entraîneurs. Cependant, la médecine des tissus mous commence à s'y intéresser. En 2020, des vétérinaires et ingénieurs de Jordanie ont travaillé sur l'utilisation de l'IA pour prédire la probabilité de survie et la nécessité d'une intervention chirurgicale chez les chevaux présentant des coliques. Dans cette étude, deux prédictions critiques ont été explorées chez les chevaux présentés pour colique : la nécessité d'une intervention chirurgicale et la probabilité de survie des chevaux affectés, en fonction des données cliniques de types antécédents, résultats de l'examen clinique et procédures de diagnostic. Il en ressort que les algorithmes ont permis de prédire la nécessité d'une intervention chirurgicale et la probabilité de survie des chevaux une colique avec une précision respective de 76 % et 85 % (22).

Ainsi, l'IA s'impose comme nécessaire à la pratique vétérinaire équine. Dans les activités de soins elle permet de redonner du temps humain dans la relation avec le propriétaire ou avec l'entraîneur, elle améliore le suivi des prises, elle aide à l'élaboration d'un diagnostic, à la pertinence et à l'optimisation des tâches. Dans les activités médico-techniques, l'IA permet de valoriser les données et savoirs, de contribuer à l'efficacité et à la performance, d'accélérer et de sécuriser le diagnostic. Dans les activités des systèmes d'informations et de supports, elle permet d'assurer le leadership technologique et de garantir la qualité des données. Enfin, il est primordial d'appréhender l'IA dans un modèle économique viable, d'obtenir une souveraineté numérique tout en conservant une propriété intellectuelle, d'utiliser cette technologie pour valoriser les démarches pluridisciplinaires et enfin de profiter des ressources des partenaires de notre écosystème.

3. Exemples dans différentes structures disposant de soins intensifs équins

Au cours des dernières années le nombre d'unités de soins intensifs équins dans le monde a augmenté de manière importante, signe à la fois d'un besoin et d'une demande de soins d'urgence de qualité. La prévalence plus importante de chevaux assurés permet également un accès à ces soins plus systématiques et notamment à la prise en charge médicale et chirurgicale de coliques.

i. CUSI de la Clinéquine® de Lyon – France

Le Centre d'Urgence et de Soins Intensifs (CUSI) de la Clinéquine® a été inauguré le 5 octobre 2016. Le CUSI comprend 8 boxes, dont 2 mère-poulain, tous équipés d'une caméra diffusant en direct sur des écrans mosaïques de vidéosurveillance dans la clinique équine. Les boxes poulain peuvent être utilisés pour chevaux miniatures, ânes et poneys. Tous les boxes d'isolement sont également équipés de caméras tout comme un des boxes d'hospitalisation classique. Depuis 2022, les 17 boxes du centre du Centre de Recherche Équin de Lyon (LERC) utilisés en saison par le service de reproduction sont également équipés de caméras

permettant chacune la surveillance simultanée de 4 boxes. Il est possible d'accéder à la diffusion de ces images en direct à l'extérieur de la Clinéquine® via une application avec une connexion internet. Il n'y a, pour le moment, pas d'IA intégrée à leur fonctionnement.

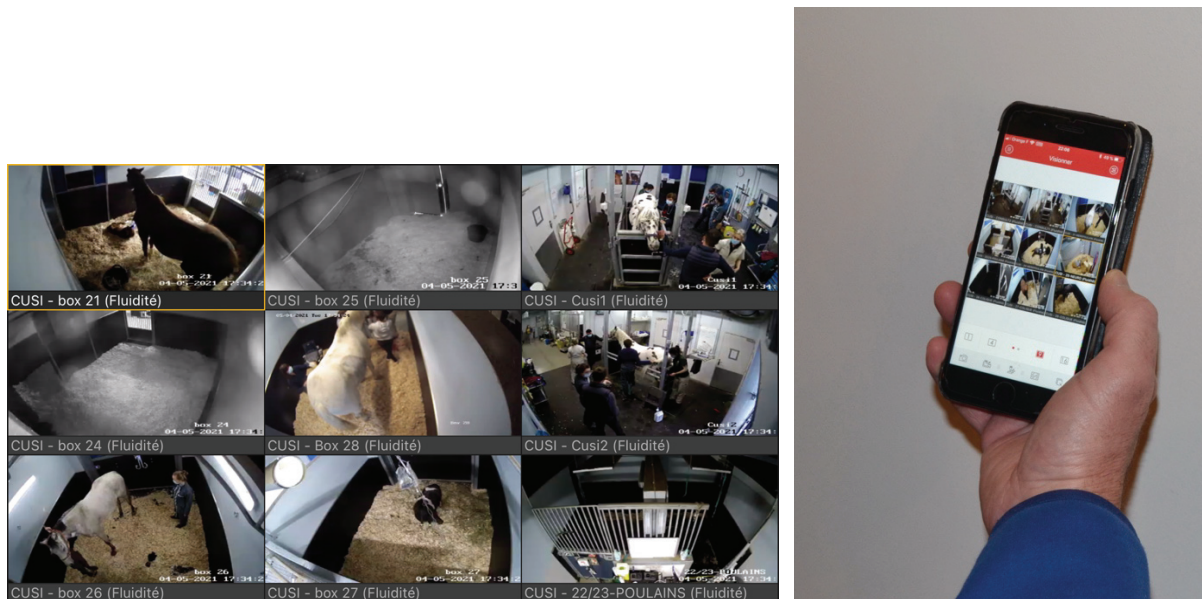


Figure 8 : La télésurveillance de la Clinéquine® avec l'écran mosaïque (à gauche) et accessible sur ordinateur, tablette et smartphone (à droite) (crédit : O. Lepage)

La Clinéquine® de Lyon est tournée vers l'utilisation des nouvelles technologies. En 2016, lors de l'inauguration du CUSI, le Professeur Olivier Lepage a énoncé : « La mise à niveau technologique est de plus en plus rapide et importante dans le monde de la santé, une technologie réclamée par tous, mais dont le coût ne peut être supporté uniquement par l'équipe du Pôle de santé équine de Lyon. Or, l'industrie qui gravite autour de la filière équine et celle de la santé en général ne fera appel à nous que si nous gardons le personnel qualifié et si nous développons et gardons à niveau les outils nécessaires pour répondre à leurs questions ». L'utilisation de ces nouvelles technologies, et de la télésanté en particulier, possède de nombreux avantages. En effet, son utilisation dans un cadre universitaire a tout d'abord un intérêt pédagogique. Par exemple, il est possible pour le personnel soignant d'extraire les images d'un équidé qui a présenté, lors de sa prise en charge ou de son suivi, des manifestations cliniques importantes à comprendre et à connaître pour les étudiants. Lors des rondes pédagogiques à Clinéquine®, les enregistrements sont utilisés pour expliciter des comportements et des situations considérés douteux voire à risque ou bien normaux. Il a été démontré à plusieurs reprises qu'un apprentissage via des supports audiovisuels est plus efficace qu'un apprentissage via des supports dits « classiques » de type papier (27). Les étudiants ont également accès à une surveillance des équidés à distance, ce qui leur permet de réaliser d'autres actes en parallèle tout en pouvant surveiller plusieurs équidés simultanément grâce aux écrans de diffusion en mosaïque. Les professeurs peuvent également alerter les étudiants à distance en cas de situation anormale. De même, un vétérinaire spécialiste peut aider un autre vétérinaire à réaliser un acte en urgence telle qu'une ligature de carotide

commune sur un équidé présentant une épistaxis active. Avoir accès à des enregistrements vidéo permet également de pouvoir revenir sur des situations qui nécessitent des éclaircissements, à l'image d'une mort subite ou d'un litige juridique. Ces derniers sont en effet de plus en plus fréquents, et les preuves d'autant plus faciles à apporter lorsque la télésurveillance est utilisée. Les exemples sont nombreux et ne manquent pas. Il revient au personnel soignant d'utiliser au mieux tout le potentiel des outils technologiques mis à leur disposition et aux entreprises de proposer des outils cohérents, accessibles et performants.



Figure 9 : Photo prise lors de la réalisation d'une ronde pédagogique à la Clinéquine® (crédit : O. Lepage)

ii. Hôpital équin de Kagoshima – Japon

Le centre médical équin de l'université de Kagoshima dans la région de Kyūshū au sud du Japon a été entièrement rénové au cours des dernières années avec le soutien de l'association japonaise des courses de chevaux (JRA). Il comporte 3 boxes de soins intensifs tous équipés d'une caméra depuis 2008. Ces caméras diffusent en direct sur des écrans mosaïques de vidéosurveillance et à distance via l'application et une connexion internet. Il n'y a pas d'IA intégrée.

iii. Hôpital équin du CHUV de Saint-Hyacinthe – Canada

L'hôpital équin du Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire (CHUV) de Saint-Hyacinthe comporte 8 boxes de soins intensifs équins intérieurs équipés d'une caméra par box diffusant l'image en direct sur des écrans d'ordinateurs présents au sein de l'hôpital équin. 3 boxes d'isolement également équipés d'une caméra par box. Tout comme pour les 2 autres

unités de soins intensifs vues précédemment, il n'y a pas d'IA intégrée au fonctionnement de ces caméras.

En conclusion à cette première partie, les domaines d'application de la e-santé en médecine humaine et vétérinaire sont nombreux et leurs impacts conséquents pour les praticiens, les patients et les clients. L'IA et la télésanté s'associent de plus en plus fréquemment au sein d'outils technologiques récents pour répondre à une demande réelle faisant suite à une évolution certaine. Leur utilisation nécessite des données massives mais également une réglementation adaptée ainsi qu'une compréhension conséquente de la part des praticiens vétérinaires. Nombreuses sont les structures vétérinaires utilisant actuellement la télésanté. Cependant comment l'IA peut-elle être mise à profit dans la pratique des vétérinaires équin ? Dans la prochaine partie, la prise en charge et le suivi des équidés adultes atteints de coliques seront étudiés pour mettre en évidence les possibilités que pourraient offrir la télésanté et l'IA en médecine vétérinaire équine.

PARTIE II : PRISE EN CHARGE ET SUIVI DES COLIQUES CHEZ L'ÉQUIDÉ ADULTE

A. Le syndrome colique

1. Définition

L'appellation colique est un terme non spécifique qui fait référence à une douleur abdominale d'origine gastro-intestinale ou non gastro-intestinale. Dans cette thèse, il sera uniquement question de colique chez l'équidé adulte.

Les coliques ont depuis toujours été source d'insatisfaction pour les propriétaires d'équidés et les vétérinaires. En effet, elles représentent 50% des cas de décès chez les équidés liés à des problèmes médicaux (28). L'incidence des coliques varie de manière significative en fonction des pratiques d'élevage et des régions. De nombreuses avancées ont été faites au cours des dernières décennies pour le diagnostic et la gestion des coliques aussi bien médicalement que chirurgicalement. Actuellement, même un équidé présentant une colique dite grave tel qu'un volvulus du côlon peut avoir un pronostic favorable si la prise en charge intervient rapidement. La gestion de la douleur et de l'anesthésie s'est également beaucoup améliorée.

La douleur exprimée prend différentes formes en fonction de l'intensité de cette dernière et de la sensibilité propre de l'équidé (29). Il est important de bien comprendre que les premiers signes de coliques chez les équidés sont liés à la manifestation de la douleur dont ils font l'expérience. Ainsi savoir reconnaître ces signes est primordial pour la détection rapide et l'amélioration du pronostic.

Les trois grandes distinctions quant à l'emplacement anatomique des coliques d'origine digestive sont : l'estomac, le petit intestin et le gros intestin.

Dans cette thèse, il ne s'agira pas de traiter toutes les formes de coliques possibles et de leurs traitements, mais uniquement de comprendre dans quelle mesure l'IA et la télésanté peuvent être pertinentes pour la prise en charge et le suivi des équidés adultes atteints de coliques. Ainsi, pour cela, nous verrons uniquement les principaux types de coliques digestives ainsi que leurs signes cliniques associés. Il s'agira de mettre en évidence les paramètres sur lesquels les nouvelles technologies peuvent avoir un impact positif.

2. Facteurs de risques

Les coliques, comme de nombreuses affections, sont sujettes à des facteurs de risques. L'étude de ces derniers permet une meilleure compréhension des causes à leur(s) origine(s) et aide à limiter leur prévalence. Ces facteurs de risques sont au centre des questions du vétérinaire lors de la prise des commémoratifs et de l'anamnèse auprès du propriétaire lors d'épisodes de coliques. Ils doivent également être abordés de manière préventive avec le propriétaire. Par exemple, la consommation de foin de luzerne qui est corrélée à la prévalence des entérolithiases chez les équidés (30). La mise en évidence de cette association a permis

une prévention efficace en matière de régie de l'équidé, mais également un diagnostic précis et rapide entraînant ainsi une prise en charge plus efficace de l'équidé.

Un tableau récapitulatif des principaux facteurs de risques prédisposants aux coliques est disponible ci-après. Plusieurs de ces facteurs seront explicités et reliés à un type de colique précis lors de l'abord de l'importance de ces facteurs dans les commémoratifs et l'anamnèse.

Tableau II : Facteurs de risques prédisposant aux coliques chez les équidés, d'après (31)

Race	Accès réduit à une source d'eau
Age avancé	Changement d'activité ou de logement
Antécédents de coliques	Niveau d'activité
Stéréotypies	Augmentation du temps en box
Changement de météo	Diminution du temps à l'extérieur
Changement d'alimentation	Transport récent
Alimentation à base de concentrée	Parasitisme
Foin en balle	Absence ou mauvais traitement dentaire

À noter que l'hospitalisation et l'anesthésie générale constituent des facteurs de risques importants. 82 % des coliques à la suite d'une anesthésie générale surviennent dans les 72h. La prévalence des coliques trois jours post anesthésie générale est d'environ 5,2 % dans une étude de 2006 ce qui est nettement plus important que la prévalence estimée pour les équidés dits « chez eux » (32).

Il convient d'apporter une nuance quant à l'utilisation des études de facteurs de risques. La plupart des études facteurs de risque évaluent l'association des coliques avec différents facteurs de risque individuels dans un modèle unique. De plus, il est important de bien différencier les facteurs de risques des outils de classification. La plupart des classifications peuvent être considérées comme des facteurs de risques cependant l'inverse n'est pas vérifié (33).

3. Les coliques fréquemment rencontrées chez l'équidé adulte

i. Les coliques dues à une affection l'estomac

L'estomac du cheval adulte est situé à la suite de l'œsophage avec à son entrée le cardia et à sa sortie le pylore qui est lui-même continué par l'intestin grêle. L'estomac est caudal au foie, au centre de la coupole diaphragmatique et a une capacité comprise entre 10 et 15 litres.

Le fundus correspond au corps de l'estomac, c'est un cul-de-sac arrondi dont le développement si important est propre aux équidés et correspond au développement du

proventricule. La petite courbure concave débute au cardia et se termine au pylore, la grande courbure est quant à elle plus extensible et début au sommet du fundus pour se terminer au pylore.

La paroi de l'estomac est constituée de quatre couches : la séreuse la plus à l'extérieur, la musculuse, la sous-muqueuse et la muqueuse. La muqueuse gastrique est hétérogène et composée de plis gastriques effaçables lors de distension. Crânialement la muqueuse est non glandulaire ou squameuse avec un épithélium épais stratifié pavimenteux de couleur blanchâtre. Elle n'a pas de fonction d'absorption ou de sécrétion, elle sert de réservoir à l'ingesta. Ventralement, la muqueuse est glandulaire de couleur rosée. Elle sécrète de l'acide hypochlorique, des pepsines, de l'eau avec des électrolytes et de nombreux médiateurs endocriniens. De l'acide est sécrété en permanence, même lorsque l'estomac est vide. Contrairement à la muqueuse non glandulaire, la muqueuse glandulaire possède des mécanismes de protection dont la présence de mucus, d'un flux sanguin qui fournit à la muqueuse de l'oxygène et des bicarbonates et qui élimine le H⁺ ainsi que les agents toxiques. La muqueuse glandulaire possède également une capacité de restitution de la muqueuse et un afflux important de facteurs de croissance qui permet une cicatrisation rapide. La jonction entre de ces deux types de muqueuse est appelée margo plicatus. L'orifice du cardia est étroit, difficilement extensible et presque obstrué par les plis de la muqueuse œsophagienne ce qui rend impossible le vomissement chez les équidés. L'orifice du pylore est facilement extensible malgré la présence du sphincter et possède une paroi épaissie.

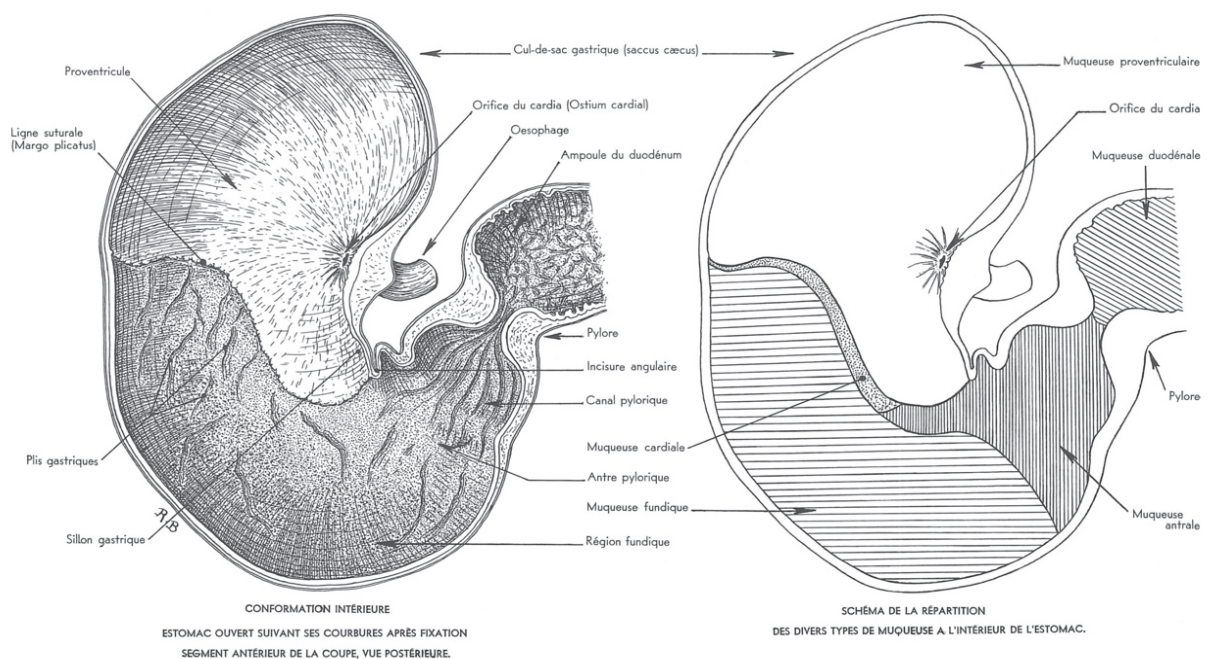


Figure 10 : Schéma de l'estomac d'un cheval adulte,
(crédit : R. Barone)

Ses moyens de fixité sont le petit omentum, le ligament gastro-phrénique et le grand omentum. À noter que le grand omentum délimite la bourse omentale qui communique avec la cavité du péritoine par le foramen épiploïque. Ce dernier est délimité par la veine cave

caudale dorsalement, par la veine porte ventralement, crânialement par la base du lobe caudé et enfin par le pancréas caudal. Nous verrons par la suite que ce foramen est impliqué dans des incarcerations de l'intestin grêle (34).

Le pH de l'estomac d'un équidé adulte varie en fonction de l'activité gastrique et la localisation dans l'estomac lui-même. Il est en moyenne de 5.46 pour la partie non glandulaire, de 4.12 pour la margo plicatus et de 3.09 pour la partie glandulaire. Cependant, cette dernière valeur peut atteindre 2.72 et moins dans le contenu gastrique liquide (35). Il y a donc un gradient du haut (proximal) vers le bas (distal).

Les affections gastriques chez les équidés adultes, incluent principalement les ulcères gastriques, la dilatation gastrique, les néoplasies, les stases avec ou sans rupture ainsi que les obstructions.

Les ulcères gastriques touchent les chevaux de toutes races et sont principalement liés à la régie de l'équidé et à son utilisation. Cette entité regroupe la maladie gastrique squameuse équine qui est causée par l'exposition de la muqueuse à l'acide, et la maladie gastrique glandulaire équine qui a lieu lorsque les mécanismes de défense de la muqueuse sont compromis. Ce type de colique non obstructive très fréquent, jusqu'à 90% des chevaux de courses et 60% des chevaux de concours sont touchés. La douleur est souvent modérée, l'équidé présente souvent une baisse d'appétit, un comportement capricieux, un poil terne et une baisse des performances. Seuls les cas les graves présentent des signes de coliques. La douleur répond aux analgésiques, mais une utilisation répétée de ces derniers ne fera qu'accroître les lésions (36). Le diagnostic se fait par endoscopie. Le traitement de base consiste à bloquer la production d'acide à l'aide d'oméprazole, un inhibiteur de la pompe à protons. Le traitement est généralement plus efficace dans les cas de maladie gastrique squameuse équine que pour la maladie gastrique glandulaire équine où la durée du traitement est plus longue et pour lesquels le sucralfate peut être ajouté, voire d'autres alternatives si cela est nécessaire (un analogue de la prostaglandine comme le misoprostol par exemple). Afin de prévenir la récurrence des ulcères gastriques, il convient d'éviter ou de réduire au minimum les facteurs de risque connus, tels que les régimes alimentaires riches en concentrés, l'exercice physique intense et surtout le stress (37).

La stase gastrique peut être d'origine primaire ou secondaire à la suite d'une obstruction du tractus intestinal. Des facteurs de prédispositions ont été mis en évidence comme l'ingestion d'aliments qui vont s'assécher dans l'estomac et ne pas être réhydratés par l'eau ou les sécrétions gastriques (pulpe de betterave et de son notamment). La stase gastrique est également favorisée par la déshydratation et les atteintes dentaires qui ne permettent pas une mastication adéquate des aliments ou bien la présence d'ulcères et/ou de fibrine au pylore. Il semble évident que nourrir un cheval présentant des signes de coliques et qui pourrait alors être sujet à une diminution de la motilité gastrointestinale fait partie de ces facteurs prédisposants. Les signes cliniques sont principalement un inconfort abdominal. Le diagnostic peut se faire en chirurgie et par échographie transcutanée. Le sondage nasogastrique peut être compliqué en raison de la déformation de la jonction gastro- œsophagienne. À la palpation transrectale, la rate peut être déplacée caudalement et médialement, mais cela ne permet pas de différencier une stase d'une dilatation. Une radiographie peut également être réalisée, le

diaphragme y apparaîtra déplacé crânialement. La prise en charge est chirurgicale ou médicale avec des lavages gastriques répétés. Une fois la stase résolue, une endoscopie de contrôle est recommandée pour déterminer la cause sous-jacente (38).

La dilatation gastrique avec du liquide ou du gaz est principalement secondaire à une perturbation intestinale. Les dilatations primaires sont liées à une alimentation contenant des aliments qui fermentent et qui vont produire un grand volume de gaz. Dans une présentation saine, le gaz est expulsé via le tractus intestinal ou bien éructé. Cependant, plus la dilatation deviendra importante, moins ces mécanismes seront fonctionnels. Les signes cliniques associés à cette affection sont similaires à ceux de la stase gastrique, bien qu'ils puissent être plus aigus et sévères. En raison de la pression exercée sur le thorax, de la tachypnée est souvent présente. Le diagnostic est principalement l'association de la clinique avec le passage d'une sonde nasogastrique qui permet la fuite de gaz et donc un soulagement de l'équidé. Une fois le sondage réalisé, la cause sous-jacente doit être trouvée. A noter qu'une dilatation gastrique liquidienne ou gazeuse ou bien une distension avec de l'ingesta, peut mener à une rupture gastrique. La distension maximum de l'estomac de l'équidé est 20-25 litres. L'euthanasie est la seule issue possible lors de ruptures gastriques (38).

Enfin, **le néoplasme gastrique** le plus fréquent chez les équidés est le carcinome épidermoïde. Les cellules néoplasiques proviennent de l'épithélium squameux de la muqueuse gastrique ou œsophagienne. La tumeur peut être locale ou bien s'étendre aux viscères adjacents voire métastaser, la rate étant le site principal pour les métastases. Les signes cliniques comprennent une perte de poids chronique, un appétit diminué, un inconfort abdominal et de la léthargie. De l'œdème et de l'ascite peuvent être présents, tout comme de la dysphagie et du ptyalisme. Le diagnostic de certitude se fait par biopsie sous endoscopie, le liquide péritonéal pourrait également corroborer le diagnostic avec la présence de grandes cellules épithéliales peu différenciées. Ces équidés présenteront une anémie, de l'hypoprotéinémie et de l'hyperfibrinémie. Le traitement curatif est souvent impossible en raison du diagnostic tardif de cette atteinte (38), il sera donc principalement palliatif avec une euthanasie humanitaire comme seule issue.

ii. Les coliques dues à une affection de l'intestin grêle

L'intestin grêle commence au pylore et se termine à l'ostium iléal. Il est composé successivement du duodénum d'un mètre de longueur, du jéjunum de 18 à 25 mètres et de l'iléon long d'un à deux mètres. L'intestin grêle possède les quatre mêmes tuniques que l'estomac en notant que la séreuse correspond au feuillet viscéral du péritoine.

Il permet les principales étapes de la digestion, le duodénum reçoit les sécrétions exocrines du foie et du pancréas, l'ensemble jéjuno-iléal reçoit uniquement les sécrétions de sa propre muqueuse. Cette dernière, très vascularisée, permet une absorption conséquente, en particulier dans le jéjuno-iléon. Mis à part la partie proximale du duodénum, l'apport sanguin de l'intestin grêle se fait par l'artère mésentérique crâniale. L'innervation est à la fois parasympathique avec le nerf vague qui permet, entre autres, une augmentation de la motricité et de la sécrétion est inhibée par le système sympathique également présent. À noter, le jéjunum localisé au niveau du flanc gauche, est la plus mobile des viscères du fait de

l'amplitude son mésentère dont les circonvolutions enchevêtrées à celles du petit côlon se logent dans l'hypochondre et le flanc gauche. Cette anatomie prédispose les équidés aux volvulus et aux hernies.

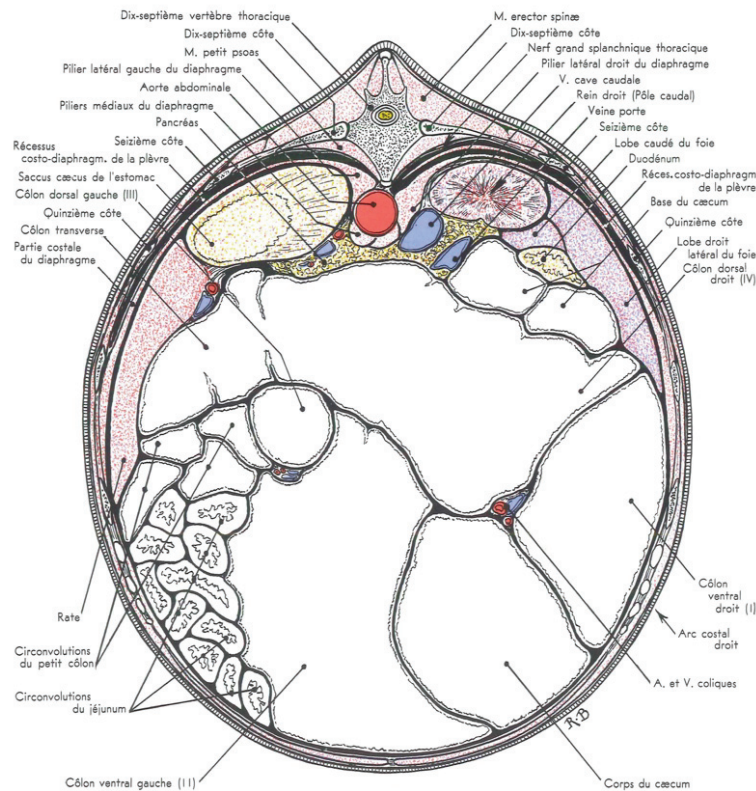


Figure 11 : Schéma en coupe transversale d'un équidé à la vertèbre T17 (crédit : R. Barone)

Les coliques de l'intestin grêle les plus fréquentes chez l'équidé adulte sont les coliques d'étranglement (lipome mésentérique, invagination, foramen épiploïque, hernie inguinale), le volvulus, ainsi que l'entérite proximale.

Le volvulus de l'intestin grêle se définit comme une rotation supérieure à 180° d'une portion de jéjunum ou d'iléon autour de son mésentère. La pathogénie primaire est liée à un péristaltisme hyperactif adjacent à un segment intestinal présentant un arrêt temporaire ou permanent du péristaltisme. Il peut ainsi être primaire ou secondaire à des lésions préexistantes (lipome, hernie, adhérences). Le diagnostic est clinique et échographique. La prise en charge est chirurgicale, l'issue et le pronostic de ce type de colique sont variables (39).

L'obstruction étranglée de l'intestin grêle par un lipome pédonculé est principalement retrouvée chez les chevaux âgés. Ces tumeurs graisseuses bénignes se développent le long du mésentère et peuvent être à l'origine d'un enroulement entravant l'apport sanguin aux viscères. La prise en charge est chirurgicale. Le taux de survie est supérieur dans le cas d'une anastomose jéjuno-jéjunale par rapport à une anastomose jéjuno-caecale.

L'incarcération de l'intestin grêle dans le foramen épiploïque représente 5 % des prises en charge chirurgicale de colique chez les équidés. Son diagnostic est le plus spécifique des coliques de l'intestin grêle et se fait par échographie avec la présence pathognomonique de boucles intestinales distendues à paroi épaisse dans la région de l'abdomen crânien droit dans la zone d'imagerie du duodénum et du foie. L'iléon est le segment le plus fréquemment en cause. Le principal facteur de risque est comportemental, avec le tic à l'air, ou « windsucking » et le tic à l'appui ou « crib-biting » (40). Le temps d'intervention étant le facteur pronostic prépondérant, les résultats sont souvent décevants avec un nombre conséquent d'euthanasies peropératoires en raison d'un pronostic défavorable ou d'une hémorragie importante. La prise en charge est donc chirurgicale avec une fermeture spontanée consécutive du foramen épiploïque spontanée dans 40 % des cas. Il est également possible d'occlure ce foramen de manière préventive (41).

L'invagination est associée à une mobilité anormale du tractus intestinal. Les plus fréquentes sont les invaginations iléo-caecales et iléo-coliques qui concernent le gros intestin. Les signes cliniques dépendent des dommages intestinaux associés, la présentation peut être aiguë ou chronique. Le diagnostic est échographique avec la visualisation d'une image dite « en cible », cependant le diagnostic de certitude est la laparotomie exploratrice. Le traitement est chirurgical, cependant, la décision d'opérer peut-être difficile à prendre car le degré de douleur peut être léger et de courte durée. Le pronostic est bon si le diagnostic et le traitement sont rapides (42).

La hernie inguinale peut être directe ou indirecte. Dans le cas d'une hernie inguinale indirecte, l'intestin passe avec le cordon testiculaire dans la vaginale et est étranglé par l'anneau inguinal interne. Les Standardbred et les Tennessee Walking sont génétiquement prédisposés aux hernies inguinales indirectes en raison de leurs anneaux inguinaux larges. La compromission de la vascularisation entraîne une douleur intense. Dans le cas d'une hernie inguinale directe, l'intestin passe par une brèche du péritoine et n'est pas étranglé. Une déformation scrotale est alors visible avec peu ou pas de douleur associée, l'évolution peut être insidieuse. Ces hernies sont souvent en lien avec un exercice important comme le saut d'obstacles, un traumatisme ou bien une saillie pour un étalon reproducteur. Le traitement est chirurgical.

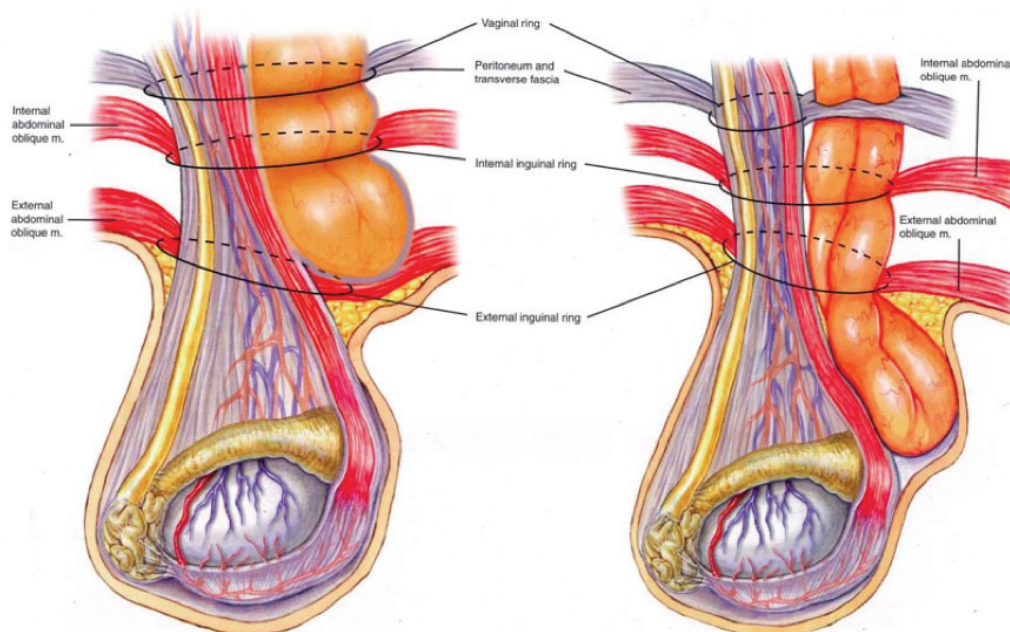


Figure 12 : Schémas d'une hernie inguinale indirecte (à gauche) et d'une hernie inguinale directe (à droite) chez un équidé (crédit : Clinique équine de Grosbois)

Lexique anglais/français en annexe 4

L'entérite proximale. Il n'y a pas de consensus quant à l'étiologie exacte de cette affection, cependant la présence d'une réponse inflammatoire aiguë avec d'importantes sécrétions qui concordent avec une cause infectieuse. Les agents fréquemment évoqués sont *Salmonella spp*, *Clostridium spp* et *Fusarium moniliforme*. Ces entérites proximales de l'intestin grêle impliquent fréquemment une atteinte hépatique avec une augmentation des enzymes hépatiques. Les chevaux atteints présentent un historique de colique modérée avec une dépression et un reflux gastrique important (15 à 20 litres de reflux gastrique toutes les deux heures), une distension modérée à l'échographie, une hyperthermie, une diminution des borborygmes ainsi que des muqueuses congestionnées. L'inflammation systémique entraîne des complications secondaires comme la fourbure et mes troubles du rythme cardiaque. Le traitement est médical avec des soins de support (38).

Le risque d'apparition d'un iléus post-opératoire est significativement plus élevé chez les chevaux présentant des lésions de l'intestin grêle que chez ceux présentant des lésions du gros intestin. L'iléus postopératoire est déclaré chez un cheval qui présente un reflux obtenu par sondage naso-gastrique supérieur à deux litres sans qu'il n'y ait obstruction mécanique. Il n'y a cependant pas de différence significative dans l'apparition d'un iléus postopératoire entre les affections étranglées ou non. Cependant, il a été rapporté que les chevaux présentant une obstruction par un lipome pédonculé ont trois fois plus de risques de développer un iléus postopératoire que ceux souffrant d'une autre lésion.

iii. Les coliques dues à une affection du gros intestin

Le gros intestin se divise en quatre parties : le caecum, le côlon, le rectum ainsi que le canal anal. Long de huit mètres en moyenne, il occupe près de 75 % de la cavité abdominale pour une capacité d'environ 140 litres. En raison des nombreuses haustrations, sa surface atteint sept mètres carrés. Le gros intestin achève la digestion avec, entre autres, la dégradation de la cellulose combinée à une absorption importante. L'apport sanguin se fait via les artères iléo-colique et colique moyenne issues de l'artère mésentérique crâniale pour le caecum, le côlon ascendant et la partie adjacente du côlon transverse. Ce sont les branches de l'artère caudale qui assurent l'irrigation du reste du gros intestin. L'innervation est, comme pour le petit intestin, sympathique et parasympathique.

Le caecum, est un cul-de-sac ample pourvu de bosselures et bandes charnues. Il est long d'un mètre en moyenne avec une capacité de 35 litres et prend la forme d'un sac allongé avec un corps cylindrique pourvu de quatre bandes charnues longitudinales. L'iléon s'y insère par l'ostium iléal comportant la papille iléale. Cette dernière a un fonctionnement passif et actif avec la formation d'un sphincter iléal de deux centimètres de diamètre au repos et qui peut être occlus physiologiquement. Le côlon, quant à lui, est relié au caecum via l'ostium caeco-colique d'environ cinq à six centimètres de diamètre qui, en raison de son rétrécissement annulaire, forme aussi un sphincter caecal. L'apex est libre en forme de pointe en direction de la région xiphoïdienne et généralement placé dans la courbure sternale du côlon ventral.

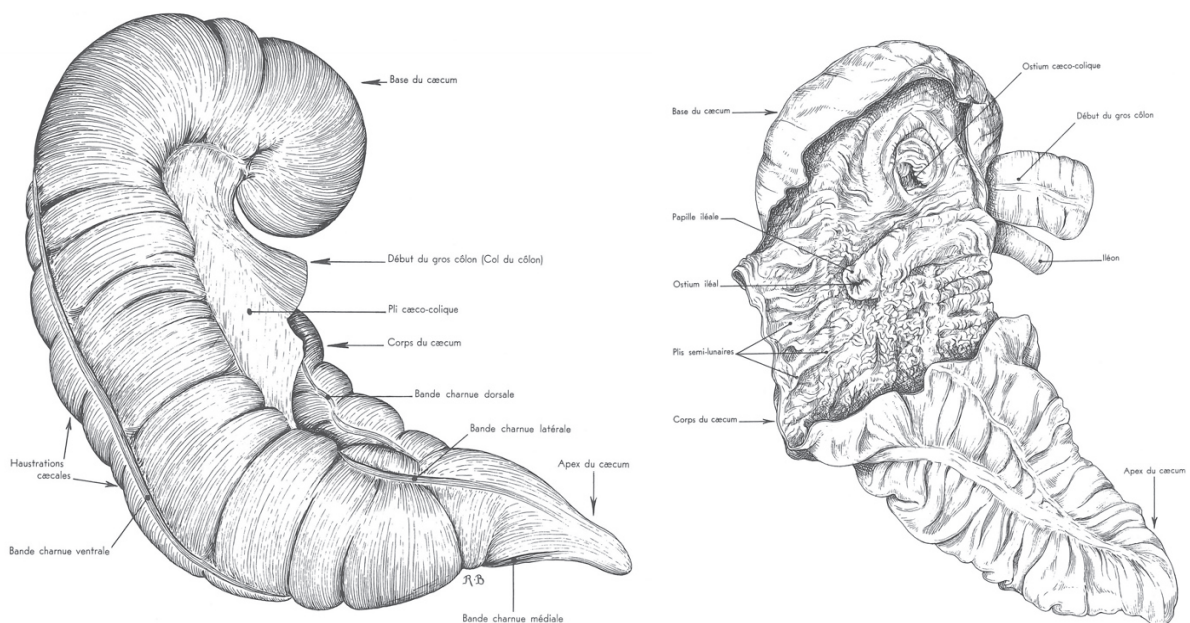


Figure 13 : Schéma du caecum d'un équidé en vues latérales de l'extérieur et de l'intérieur (crédit : R. Barone)

Le côlon, principal viscère du gros intestin, situé à la suite du caecum et terminé au rectum, est constitué du côlon ascendant, du côlon transverse et côlon descendant.

Le côlon ascendant est très long et de gros calibre, quatre mètres environ pour huit à dix centimètres de diamètre. Il prend la forme d'une épingle à cheveux à deux étages en s'articulant avec des courbures dans cet ordre du caecum au rectum : côlon ventral droit, courbure sternale, côlon ventral gauche, courbure pelvienne, côlon dorsal gauche, courbure diaphragmatique, côlon dorsal droit. Les parties ventrales et dorsales sont unies par le péritoine tout en restant libres et mobiles dans la cavité abdominale. Sa capacité est d'environ 85 litres. Les côlons ventraux possèdent tous les deux 4 bandes charnues longitudinales. La courbure pelvienne est caractérisée par un rétrécissement graduel important, un effacement des bosselures et la persistance d'une unique bande charnue dorso-médiale. Elle est le siège de l'attache du mésocôlon ascendant. Cette courbure pelvienne présente un intérêt clinique important : son anatomie la prédispose aux stases et torsions, de plus elle est palpable par voie transrectale. Le côlon dorsal gauche possède donc une unique bande charnue en son début puis deux autres bandes sont présentes à partir de son milieu. Le côlon dorsal droit est la plus petite, mais la plus volumineuse des segmentations du côlon ascendant avec 60 centimètres de long pour un diamètre de 50 centimètres à sa terminaison. Il possède 3 bandes charnues et ses haustrations sont moins profondes. En termes de moyen de fixité du côlon ascendant, il est important de noter que seuls le côlon ventral droit et dorsal droit sont réellement fixés, les autres segments sont relativement libres et sujets à des déplacements importants.

Ensuite, le côlon transverse, mal délimité, a une longueur de 15 à 20 centimètres avec un calibre qui décroît de manière importante. Cette zone de fort rétrécissement en fait un lieu de prédilection pour les obstructions. Il va de droite à gauche et est uni au duodénum par le pli duodéno-colique. Il est fixé à la paroi lombaire par une zone d'adhérence.

Le côlon descendant est de calibre diminué, long et flottant d'où son nom de côlon flottant. Il mesure trois mètres de long en moyenne et six à dix centimètres de diamètre pour un volume de 10 litres. Il est principalement maintenu en place grâce à ces deux extrémités : le côlon transverse et le rectum.

Enfin, le rectum, situé dans la moitié dorsale du bassin, est l'extrémité du gros intestin. Il a une longueur de 20 à 30 centimètres pour une largeur de huit à 12 centimètres. Il se termine par le canal anal en communication avec l'extérieur et est principalement constitué d'une ampoule rectale qui représente 80 % de son volume total.

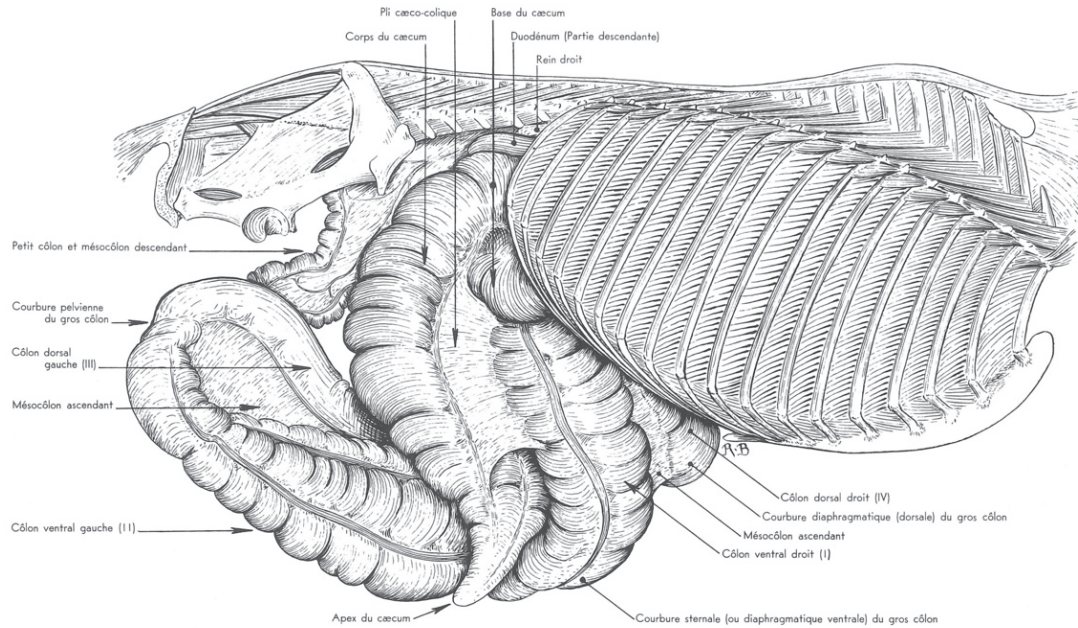


Figure 14 : Schéma du gros intestin d'un équidé en vue latérale droite (crédit : R. Barone)

Les principales affections du gros côlon donnant lieu à des coliques digestives sont les stases, les déplacements, le tympanisme, les volvulus, les coliques de sable ainsi que les entérolithiases.

La stase du côlon implique presque toujours la courbure pelvienne. Elle est favorisée par une anomalie du rythme de contraction du côlon et résulte en une obstruction partielle ou complète du tractus digestif. Les facteurs pouvant promouvoir cette affection sont une diminution de la prise d'eau, une nourriture de mauvaise qualité, un manque d'exercice physique, un stress important, des corps étrangers dans l'alimentation, un défaut de suivi dentaire et la parturition. Les signes de coliques sont souvent intermittents avec de l'anorexie marquée et une absence de production de fèces. L'intensité des signes cliniques est graduelle et ces derniers peuvent régresser avec l'utilisation d'analgésiques en début d'évolution. À la palpation transrectale la stase est facilement identifiable. Le traitement est médical avec une mise à jeun, l'utilisation d'analgésiques pour contrôler la douleur, une fluidothérapie intraveineuse agressive (60 à 90 ml/kg pendant la première heure) et/ou une fluidothérapie entérale (débit recommandé de 5L toutes les deux heures) associée à des laxatifs physiques ou chimiques. En l'absence d'amélioration avec le traitement médical, de douleur trop importante, de choc endotoxique ou de péritonite le traitement devient chirurgical (43). Le pronostic est bon avec une prise en charge adéquate.

Le déplacement de côlon est un type de colique en lien avec l'anatomie du tractus digestif du cheval. Comme évoqué précédemment, le côlon possède peu d'attaches mésentériques ce qui lui confère une grande mobilité. En plus des particularités anatomiques prédisposantes, des facteurs de risques existent et sont notamment l'âge (>7ans), les chevaux de taille importante, les juments gestantes et en lactation, les changements brusques d'alimentation et les antécédents de déplacements. Le déplacement de côlon peut être non strangulé ou

strangulé, ce dernier cas est généralement dû à un volvulus sévère avec une atteinte importante de la vascularisation. Dans un premier temps le côlon se déplace de sa position physiologique puis une distension gazeuse empêche son retour à cette position physiologique. Les déplacements les plus fréquents sont le déplacement dorsal gauche et le déplacement dorsal droit ou accrochement néphrosplénique. La douleur et donc les signes cliniques sont variables et dépendent de la longueur de côlon impliquée, du degré de tympanisme et de la tension associés. Des bandes de tension sont palpables à l'examen transrectal et dans le cas particulier du déplacement dorsal gauche le ligament néphrosplénique n'est plus palpable puisqu'il est recouvert par le côlon ascendant. Pour cette dernière, le rein gauche est rarement visible à l'examen échographique. Le traitement est médical ou chirurgical, le pronostic est bon avec une prise en charge adéquate.

Le tympanisme est en lien avec l'alimentation (changement d'alimentation ou indiscretion alimentaire). Une douleur modérée à sévère et intermittente est généralement observée. Le traitement est là aussi médical sauf en cas de distension sévère engendrant des atteintes vasculaires. En cas de tympanisme marqué du caecum un ou plusieurs trocardages peuvent être réalisés. Le pronostic est bon, ces coliques peuvent parfois se résoudre spontanément.

Le volvulus est un type de colique sévère qui peut atteindre n'importe quel segment du côlon. La partie du côlon concernée se tord, majoritairement dans le sens horaire, ce qui peut entraîner une nécrose hémorragique ou même ischémique suivie d'une nécrose rapide. Les atteintes cliniques dépendent du degré de rotation du côlon : en dessous de 90° il n'y a pas d'effet, entre 90° et 270° il y a une obstruction partielle et une absence de passage d'ingesta, entre 270° et 360° il y a une obstruction complète sans passage de gaz avec un système veineux compromis et de l'œdème, enfin en cas de torsion supérieure à 360° il y a une obstruction veineuse et artérielle au niveau du côlon. Les signes cliniques sont en lien avec l'intensité de la douleur et ne répondent pas ou peu aux analgésiques, la fréquence cardiaque est élevée et un choc systémique est possible. Il n'y a cependant pas de reflux gastrique en raison de la localisation distale de la lésion. Une distension gazeuse est présente à la palpation transrectale. Le traitement est chirurgical, le pronostic est bon uniquement si cette correction a lieu rapidement. Il conviendra de prévenir le risque de choc endotoxique après correction du volvulus.

Les coliques de sable sont fréquentes chez les équidés vivants sur sols sablonneux et se caractérisent par une ingestion chronique de sable. La courbure pelvienne et le côlon dorsal droit sont les sites fréquemment en cause. La douleur est variable et intermittente. À l'auscultation, un bruit de vague est audible et le test de sédimentation fécale sera positif. Le diagnostic peut également se faire par radiographie et échographie. Le traitement est médical dans un premier temps avec notamment l'administration de psyllium, puis chirurgical avec une entérotomie si la colique ne se résout pas. Le taux de survie à la sortie de l'hôpital est de 95 % lors de prise en charge chirurgicale et de 90 % lors de prise en charge médicale. Il est possible d'administrer en prévention aux chevaux exposés au sable 450 grammes de psyllium mucoïde une fois par semaine.

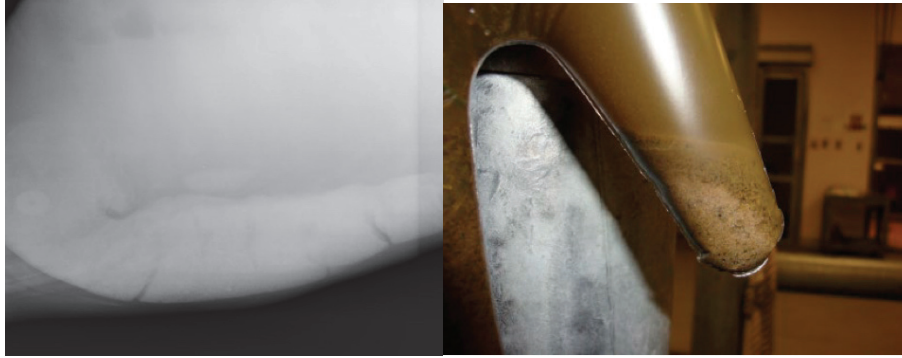


Figure 15 : Radiographie (à gauche) et test de sédimentation fécal (à droite) chez un équidé présentant une colique de sable , d'après (31)

Les entérolithiases représentent 15 % des équidés présentés pour coliques. Les entérolithes sont composés de phosphates d'ammonium de magnésium et résultent du processus digestif de la flore bactérienne intestinale et de l'apport alimentaire. Les pur-sang arabes et les Quarter Horse sont prédisposés et représentent à eux deux 63 % des cas d'entérolithiases. Les signes cliniques présentés sont des coliques récurrentes, des changements d'attitude, des fèces peu abondants recouverts de mucus et de consistance diminuée. L'inconfort abdominal est variable, de l'anorexie peut être observée. Le diagnostic de choix est la radiographie. Le traitement est chirurgical, le pronostic alors est bon. Des récurrences ont été rapportées dans 7.7 % des cas. Afin de prévenir la formation de ces entérolithes, il convient notamment de limiter l'apport en luzerne.

iv. Les coliques en lien avec le parasitisme

Les coliques ayant pour étiologie le parasitisme sont majoritairement causées par les nématodes *Parascaris equorum* et *Strongylus vulgaris*. Le premier, *Parascaris equorum*, peut entraîner une stase par formation d'un bouchon dans l'intestin grêle de manière spontanée ou lors de la vermifugation d'un individu très parasité. Cependant, l'âge moyen des équidés présentant des coliques en lien avec ce parasite est de cinq mois, ainsi cela ne concerne que rarement les équidés adultes. Il est possible de visualiser des ascaris dans le reflux gastrique. La chirurgie est souvent nécessaire pour supprimer la stase, cependant le pronostic est réservé avec une survie au long terme de 45%. Il est recommandé d'utiliser les benzimidazoles, le pyrantel ou l'ivermectine pour éviter la libération d'antigènes somatiques. Le second, *Strongylus vulgaris*, est à l'origine de l'artérite vermineuse équine pouvant entraîner des coliques. Le parasite dans son troisième stade larvaire migre dans l'artère mésentérique crâniale en endommageant l'intima et en générant un thrombus suivi d'une ischémie nécrosante. Le caecum est le plus fréquemment touché. *Strongylus vulgaris* est sensible aux principaux antihelminthiques récents disponibles (44).

4. Utilisation des manifestations de la douleur chez l'équidé en colique

i. Pathogenèse de la douleur chez l'équidé adulte en colique

Tous les types de coliques présentent une manifestation clinique qui correspond à l'expression d'une douleur. La douleur a été redéfinie en 2020 par l'Association Internationale pour l'Étude de la Douleur (ISAP) comme : « Une expérience sensorielle et émotionnelle désagréable, associée ou ressemblant à celle associée à une lésion tissulaire réelle ou potentielle ». L'ISAP a complété cette définition avec six précisions dont le fait que « la description verbale n'est qu'un des nombreux comportements permettant d'exprimer la douleur » et donc que « l'incapacité à communiquer n'exclut pas la possibilité qu'un être humain ou un animal non humain éprouve de la douleur ». La douleur manifestée par les équidés en colique est liée à un stimulus nocif qui lorsqu'appliqué aux tissus périphériques engendre des processus de nociception. Puis le signal est intégré dans le thalamus et le cortex cérébral où il est perçu consciemment comme une douleur.

Le système nociceptif est composé de terminaisons nerveuses libres, de nerfs afférents, de la moelle épinière et des centres cérébraux de la douleur. Les nocicepteurs sont responsables de la réception des stimuli nocifs, présents dans divers tissus tels que la peau, les muscles, les viscères, etc. Ils peuvent être activés par des stimuli nocifs thermiques, mécaniques, chimiques ou électriques. La première étape de la nociception est la transduction, qui convertit le stimulus en signal électrique et entraîne la génération d'un potentiel d'action transmis le long du nerf afférent primaire vers le système nerveux central.

La douleur peut être classée de nombreuses façons, mais une terminologie plus pertinente physiologiquement et cliniquement est de la catégoriser en deux types : adaptative et inadaptée. La douleur adaptative comprend toutes les réponses normales à une lésion tissulaire qui assurent le retrait, l'évitement futur et la guérison. En revanche, la douleur inadaptée ou chronique persiste au-delà de la guérison et n'a pas de fonction physiologique.

Les chevaux souffrant de coliques éprouvent souvent de la douleur au niveau de leurs intestins, bien que le péritoine, la plèvre, l'estomac, le bassin rénal, l'uretère et la vessie puissent également générer de la douleur abdominale chez ces animaux. Les viscères ont une double innervation, composée de fibres entériques et de fibres vagues/pelviennes, qui travaillent en tandem pour signaler les informations intestinales. Le réseau entérique, constitué de 108 neurones, est situé dans la paroi de l'œsophage, de l'estomac, de l'intestin grêle et de la partie proximale du côlon. Ce réseau est la plus grande collection de neurones en dehors du cerveau et régule en permanence la motilité, le flux sanguin local, la croissance, l'absorption et la fonction immunitaire de l'intestin. Les fibres afférentes vagues innervent le tube digestif de l'œsophage aux parties proximales du côlon, tandis que les parties distales du côlon et du rectum sont innervées par des fibres afférentes du nerf pelvien. Le tractus gastro-intestinal est également innervé par des fibres afférentes des nerfs splanchniques qui se projettent des segments T5 à L2 de la moelle épinière, appelées afférences sympathiques en raison de leur association anatomique avec les nerfs sympathiques. Il est à noter que le nerf vagal permet une communication bidirectionnelle directe entre le cerveau et les viscères,

créant ainsi l'axe cerveau-intestin. Par exemple, si le cerveau subit un stress, cela peut entraîner une surstimulation de l'intestin, provoquant une diarrhée. Si l'intestin est exposé à des aliments toxiques ou à un excès de gaz, les crampes intestinales douloureuses peuvent induire une aversion future chez le cheval.

Le système afférent viscéral est capable de transmettre des signaux à la fois douloureux et non douloureux, comme la sensation de satiété ou la libération de gaz. Différents types de stimuli, comme l'ischémie, la distension des organes creux ou des capsules d'organes, la traction du mésentère et les produits chimiques, peuvent déclencher une douleur viscérale. La douleur viscérale possède cinq caractéristiques distinctives qui la différencient de la douleur somatique. Bien que certains organes comme le poumon, le foie ou le parenchyme rénal ne contiennent pas de nocicepteurs, leurs capsules en possèdent qui sont sensibles à la distension et à l'inflammation. La douleur viscérale peut également être ressentie à des endroits éloignés de l'organe endommagé et peut exister même en l'absence de lésions visibles (douleur fonctionnelle). La corrélation entre l'intensité de la douleur et la gravité des dommages tissulaires peut être faible, en particulier chez les chevaux souffrant d'ulcérations colitiques ou gastriques. Enfin, la douleur viscérale est fortement associée à des réponses autonomes et émotionnelles, ce qui peut se manifester chez les chevaux en coliques et peut ressembler à des signes cliniques de choc.

En raison de la nature complexe du système nerveux et de la nature subtile de certains signes de douleur, les vétérinaires peuvent parfois interpréter à tort divers types de douleur abdominale comme provenant d'une structure somatique et inversement. Par exemple, certains chevaux atteints de rhabdomyolyse peuvent être diagnostiqués comme souffrant de fourbure ou de douleur abdominale. Cet exemple illustre les difficultés potentielles associées au diagnostic clinique et à la prise de décision dans le cas des coliques. La rhabdomyolyse est probablement la situation la mieux connue dans laquelle une douleur somatique sévère peut être interprétée comme une colique. Les chevaux atteints de rhabdomyolyse transpirent souvent à transpirer abondamment, leur rythme cardiaque et respiratoire augmentent, ils peuvent donner des coups de patte au sol et tentent de se coucher. D'autres exemples de douleurs somatiques qui peuvent être interprétées à tort comme des douleurs abdominales sont les douleurs thoraciques associées à des côtes fracturées ou à une perforation de la plèvre, ainsi que les douleurs lombo-sacrées et pelviennes dues à des fractures ou à des subluxations. En l'absence d'une anamnèse et d'un examen clinique plus approfondis, il est possible d'interpréter les signes associés comme indicateurs d'une colique. Il est donc important de toujours faire une prise de commémoratifs et d'anamnèse complète en l'associant aux signes cliniques ainsi qu'à un examen approfondi.

Les lésions tissulaires activent l'orchestration de processus nerveux, endocriniens et immunitaires interdépendants. Connues sous le nom de réponse au stress endocrinien-métabolique (RSME), la douleur, le stress et l'inflammation en sont les principales réponses biologiques. Le stress est une réponse biologique adaptative aux menaces homéostatiques, la réponse au stress résulte de l'activation de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien. Cela entraîne une modification des réponses hémodynamiques, notamment une augmentation du

débit cardiaque et de la fréquence cardiaque, ainsi qu'une augmentation de la fréquence respiratoire. Le flux sanguin est redirigé pour assurer la meilleure perfusion possible aux organes vitaux, la coagulation est augmentée, le métabolisme et les besoins caloriques sont accrus, et le catabolisme est institué pour alimenter le cerveau, le cœur et les muscles stimulés. Les facteurs de stress couramment rencontrés par le cheval colique sont la douleur, la peur et les maladies graves. Les réponses au stress sont décrites chez les chevaux souffrant de coliques, pendant et après une chirurgie, après le transport et après la séparation sociale. Bien que l'apport soit évident pour le bien-être animal, peu d'études ont documenté les avantages de la réduction du stress par une meilleure analgésie ainsi que pour une réduction de la mortalité et de la morbidité chez les équidés atteints de colique.

Chez l'humaine, la douleur viscérale est caractérisée par son association avec d'autres émotions comme la peur et la nausée. Ces émotions sont inconnues chez les chevaux, il est suggéré qu'elles sont liées à la composante autonome de la douleur viscérale, qui se traduit par une pâleur, une transpiration, des nausées et des modifications du rythme cardiaque et de la pression artérielle. Ces réponses autonomes sont des facteurs de stress puissants et sont fréquemment observées chez les chevaux souffrant de coliques. Selon la durée et l'intensité du RSME, la fonction immunitaire peut être déprimée ce qui entraîne un retard dans la cicatrisation des plaies et une convalescence prolongée.

Le stress contribue au développement de la sensibilisation centrale et des états douloureux chroniques. Des facteurs de stress tels que le renforcement négatif et la contrainte chronique induisent des comportements aversifs et une hyperalgésie. La présence de stress peut donc modifier l'expérience de la douleur et amplifier la douleur chez les équidés (45).

Lorsqu'un équidé souffre de coliques, son corps subit une réaction inflammatoire qui se manifeste cliniquement par cinq signes : douleur, rougeur, chaleur, gonflement et altération de la fonction tissulaire. Bien que la douleur soit traitée par les systèmes nerveux périphérique et central, les autres signes sont déclenchés par l'activation du système immunitaire inné. La réponse en phase aiguë qui s'ensuit implique de nombreux types de cellules et d'organes qui produisent des cytokines et d'autres médiateurs, ce qui permet de contenir les agents pathogènes, d'éliminer les cellules endommagées et de favoriser la réparation. Chez le cheval, des protéines de phase aiguë bien connues telles que le sérum amyloïde A et le fibrinogène sont associées à la colique. Cette réponse en phase aiguë a une incidence sur la durée et la gravité de la maladie. L'importance de ces protéines sera discutée dans une autre partie de ce travail.

Du point de vue du bien-être animal, lorsqu'il s'agit de traiter la douleur chez le cheval souffrant de coliques, l'objectif principal est de soulager la douleur et d'assurer la sécurité du personnel soignant. La stratégie et l'objectif du traitement de la douleur peuvent varier en fonction de différents facteurs, tels que le diagnostic, l'état général et circulatoire et la situation financière du propriétaire. Les protocoles de traitement doivent également tenir compte des mécanismes inflammatoires impliqués dans le processus pathologique et associés à la douleur. Les combinaisons de spasmolytiques, d'anti-inflammatoires non stéroïdiens, d'analgésiques locaux et d'opioïdes peuvent être utilisées pour atteindre les objectifs fixés. Après une chirurgie, les chevaux peuvent sembler calmes et ne pas montrer de comportement

de colique, mais ils peuvent néanmoins souffrir de douleur due à une inflammation et une sensibilisation périphérique de l'incision abdominale. Il est important de noter que les chevaux doivent retrouver un comportement normal relativement rapidement après l'opération.

De nombreux cliniciens n'utilisent pas de traitement postopératoire contenant des opioïdes en raison de leur potentiel de diminution de la motilité du tractus digestif. Cependant, les nombreuses études traitant de l'effet des opioïdes sur la motilité gastro-intestinale des chevaux ont été menées chez des individus en bonne santé, sans douleur, inflammation ou stress. Or, s'ajoute à l'effet analgésique et/ou anti-inflammatoire des opioïdes une réduction du stress. Les opioïdes permettent une diminution de la composante émotionnelle de la douleur et, par conséquent, une réduction du tonus sympathique. Cela augmente en conséquence l'appétit, de sorte que le cheval n'entre pas dans un état catabolique (31).

Ainsi, la physiologie de la douleur est complexe, et les connaissances spécifiques concernant tous les aspects ne sont pas nécessairement pertinentes pour la détection, l'évaluation, la compréhension et le traitement de la douleur abdominale chez les chevaux. Cependant, le traitement des coliques peut parfois bénéficier d'une attention accrue sur les aspects physiopathologiques de la nociception, de la douleur, de la sensibilisation, de l'inflammation et du stress.



Figure 16 : Relations entre le suivi de la douleur et les résultats escomptés (crédit : Université de l'Agriculture de Suède)

ii. Les signes cliniques et les échelles de douleur

Ainsi, la manifestation de la douleur engendre aussi bien des modifications comportementales que des modifications sur les paramètres physiologiques. Toutes ces modifications sont par définition des signes cliniques, c'est-à-dire, une constatation clinique, par opposition à un symptôme, qui correspond à ce qui est rapporté le propriétaire. Or certains signes sont transitoires et ne sont pas saisis lors de l'examen clinique de l'équidé par le vétérinaire (46).

Les changements de comportements sont les paramètres les plus faciles à apprécier et sont directement en lien avec l'expression de la douleur chez un individu en colique. Un exemple simple est l'agressivité d'un cheval anticipant la distribution de sa ration alimentaire qui peut être indicative d'ulcères gastriques et accentuée par le changement de pH de la salive associé. L'automutilation est également un comportement fortement exprimé en réponse à une douleur aiguë ou chronique des membres, du tractus digestif ou urogénital (47). La dépression, la diminution de l'activité physique ou au contraire une agitation constante, la diminution des interactions sociales et de l'appétit ont aussi été démontrées comme signe de douleur chez un équidé. Des comportements plus caractéristiques d'une douleur orthopédique ou d'une douleur abdominale ont été différenciés.

Les changements comportementaux indicatifs d'une douleur lors de coliques ont été étudiés dans plusieurs études et prennent en compte, de manière non exhaustive les signes suivants :

Tableau III : Signes comportementaux d'importance observés chez un équidés en colique, d'après (31)

La diminution de l'appétit	Se rouler
La diminution de l'activité	La sudation
L'agitation	Décubitus sternal et/ou latéral
La modification de l'expression faciale	Les mouvements de la tête incohérents
Le port de tête bas	Les étirements
La palpation douloureuse	Le signe du flehmen
Les tentatives de passage en position couchée	Le grincement des dents
L'inspection des flancs par l'équidé	Le bâillement
Gratter au sol avec ses antérieurs	Les gémissements
L'agitation de queue	Les jeux avec la bouche
Les étirements et posture anormale	Les tremblements
Frapper son abdomen avec les postérieurs	La dépression

Ces changements de comportement ont été étudiés à plusieurs reprises. Des échelles et scores de douleur ont été mis au point. Certains prennent en compte les paramètres physiologiques et les changements de comportement, d'autres uniquement l'un ou l'autre. Les changements de comportement peuvent être évalués sur toutes les parties du corps ou uniquement avec les expressions faciales. Ces dernières, les plus récemment étudiées, disposent également de grilles d'évaluation précises afin de qualifier et de quantifier l'expression d'une douleur somatique. Par exemple, celle mise au point par l'équipe de Gleerup en 2015 prend en considération la distance entre les oreilles et les changements de mouvements impromptus, la tension des muscles de la sphère oculaire ainsi que des muscles latéraux de la tête, le changement dans le regard de l'équidé et dans le mouvement de ses naseaux, et enfin la tension des lèvres et du menton. Dans d'autres études, la visibilité de la sclérotique est également prise en compte. De manière inconsciente, ces signes sont remarqués et pris en compte par le vétérinaire. Cependant, établir des grilles permet d'avoir une approche standardisée et plus reproductible, ce qui permet ainsi de juger de manière plus objective l'évolution d'une douleur qui est, quant à elle, subjective.

Lors du choix d'une grille d'évaluation de la douleur pour une pratique vétérinaire, il est important de prendre une grille la plus détaillée possible sans être pour autant trop chronophage afin qu'elle soit correctement utilisée par l'ensemble du personnel soignant. Par exemple, lors de prise en charge de colique, la douleur peut être fluctuante et des décisions doivent être prises rapidement, il serait ainsi pertinent de réaliser dans ces situations un score de douleur à chaque prise de fréquence cardiaque. Lorsqu'un cheval est en soin intensif dans un état instable, la fréquence d'évaluation de la douleur est plus importante que la précision pour calculer ces scores. Au contraire, d'autres maladies dites moins critiques ne nécessiteraient que des scores de douleur quotidiens (douleur orthopédique par exemple).

Compte tenu de ces éléments comportementaux, des échelles de score de douleur concernant les coliques ont été publiées. Elles se veulent utiles pour une évaluation précise de la douleur, pour aider le vétérinaire dans son diagnostic et dans sa prise de décision entre une prise en charge médicale ou chirurgicale mais également pour dans le cadre du suivi de la douleur à la suite d'une chirurgie ou d'un traitement médical. Ces échelles de douleur sont en libre accès et peuvent ainsi être utilisées par les propriétaires des équidés afin de reconnaître les premiers signes de douleur associés à une colique. Présenter dans cette thèse toutes les grilles n'aurait que peu d'intérêt, au même titre que d'énumérer toutes les nouvelles technologies disponibles en médecine équine. Le plus important est que la grille utilisée ait fait l'objet d'une validation rigoureuse et que son utilisation soit intégrée dans le protocole de soins de l'équidé.

Cependant la plus étudiée et validée qui la « Equine Acute Abdominal Pain Scale » (EAAPS) mise au point en 2013 par des chercheurs de l'Université de Jérusalem et déclinée en deux versions. Ces échelles descriptives simples utilisent les comportements typiques de la colique et renvoient un chiffre qui évalue la gravité de la douleur. Les EAAPS ont une fiabilité inter-observateur et intra-observateur significativement plus élevées que les autres échelles disponibles. Ce sont donc des échelles fiables en raison de leur reproductibilité (48). Ces deux échelles incluent toutes les deux 12 comportements identiques associés à un score allant de 1

à 5. Pour l'EAAPS-1 un seul score est attribué à chaque comportement, ainsi pour évaluer la gravité de la douleur que le cheval exprime, il faut choisir le comportement le plus sévèrement manifesté et le score associé à ce comportement sera le score de douleur. Alors qu'avec l'EAAPS-2 le score pour un même comportement est modulé en fonction de la fréquence à laquelle ce comportement est observé (49).

Mild	Behaviours	Score	Mild	Behaviours	Mild	→	→	→	Severe
↓	Depression	1		Depression	1				
↓	Flank watching	2	↓	Flank watching ^a	1	2			
	Weight shifting				Weight shifting ^a	1	2		
↓	Restlessness	3	↓	Pawing ^a		2	3		
	Kicking abdomen				Stretching ^a		2	3	
	Pawing			↓	Kicking abdomen ^a		2	3	
	Stretching				Restlessness ^b		2	3	
	Sternal recumbency				Sternal recumbency ^c			3	4
↓	Attempting to lie down		↓	Attempting to lie down				4	
	Lateral recumbency	4		Lateral recumbency				4	
Severe	Rolling		↓	Rolling					5
	Collapse	5	Severe	Collapse					5

Figure 17 : EAAPS-1 et EAAPS-2 (49)

Lexique anglais/français en annexe 5

En 2020, ces grilles ont été réévaluées positivement en termes de faisabilité et de validation dans le cadre de la prise en charge de cas cliniques de coliques chez le cheval.

De plus, comme indiqué dans la partie concernant l'étude de la douleur, cette dernière s'exprime également par des modifications au niveau de la tête de l'équidé. Ainsi, plus récemment, des échelles de score de douleur équine prenant en compte le faciès de l'équidé ont été mises au point. La plus citée étant celle de 2014 prénommée la « Horse Grimace Scale » (HGS) ou échelle de douleur de la grimace du cheval pour sa traduction littérale. Cette HGS mis au moins par une équipe de chercheurs italiens permet de suivre l'évolution de la douleur d'un équidé pris en charge pour une castration. Elle comprend 6 catégories de comportement à observer avec 3 images dans chacune ces catégories et des explications associées. Chacune de ces images correspond à une « unité d'action facile » qui est notée selon qu'elle est absente (score de 0), modérément présente (score de 1) et inconsciemment présente (score de 2). Une version de cette échelle sans image est également disponible (50).



Figure 18 : Horse Grimace Pain Scale (50)

Lexique anglais/français en annexe 6

Les signes cliniques de l'équidé en colique comprennent également des modifications physiologiques avec des paramètres d'importance qu'il est possible d'évaluer et de suivre l'évolution au cours de la prise en charge de l'équidé.

Au niveau de ces paramètres d'importance, nous retrouvons par systèmes :

- Système cardio-vasculaire : fréquence cardiaque (FC), rythme des mouvements cardiaques, état des muqueuses (couleurs, humidité et temps de recoloration capillaire), l'évaluation du pouls digité et de la température des pieds, pression artérielle.
- Système respiratoire : fréquence respiratoire (FR), bruits respiratoires.
- Système digestif : bruits digestifs, dans les 4 cadrans, appétit, émission de crottins, consistance des crottins.

- Généraux : température (T).

À ces derniers, s'ajoutent les paramètres de laboratoire mesurés dans le sang (numération formule sanguine, biochimie, gaz sanguin) ou bien dans des liquides récoltés (parenthèse abdominale). Parmi ces paramètres, ceux fréquemment rencontrés lors de prise en charge de colique sont : l'hématocrite, l'hémoglobine (rare), les protéines totales, les globulines (α , β et γ), l'albumine, le fibrinogène, les lactates, les électrolytes (l'anion gap, le sodium, le potassium, le chlore, le calcium total, le magnésium, les bicarbonates), la concentration en oxygène et en dioxyde de carbone, l'excédent de base standard, le pH (51). Il est également possible de prendre les résultats des examens complémentaires (échographie, radiographie), la présence de reflux et l'évaluation des matières fécales. Cependant, ces éléments ne sont pas des signes cliniques mais des résultats d'examens complémentaires permettant d'évaluer l'équidé et d'établir une prise en charge adaptée (52).

Ainsi, des grilles de douleur prenant en compte à la fois des changements de comportements et des changements physiologiques ont été mises au point. En 2010, une équipe suisse a cherché à évaluer l'application clinique et la fiabilité d'une grille basée sur des critères physiologiques et comportementaux dans le cadre de l'évaluation de la douleur post-chirurgie abdominale chez les équidés (53). La voici ci-après :

Category	Sub-category	Manifestation	Assigned value/further description		
Physiological	Heart rate (beats/min)	<40	0		
		40–49	1		
		50–59	2		
		>60	3		
	Respiratory rate (breaths/min)	<20	0		
		20–30	2		
		>30	4		
Behavioural	General subjective assessment	No signs of pain	0 1 2 3		
		Signs of severe pain	4		
		Behavioural	Postural behaviour	Ears held back and/or head below height of the withers	1 Ears not alert on vocal stimuli, horse holds his head level to or below the withers Makes a depressed impression, no reaction to stimuli from environment, appears withdrawn
				Restless	1 Moving not interested in feed
No movements	1 Standing still				
Arched back, tucked-up belly	1 Groove between abdominal muscles is visible, back is arched				
	Interactive behaviour	Interested	0 = Attentive		
		Looks at observer	1 = Slight interest in environment		
		Moves away	2 = Avoiding contact		
	Response to food	Does not move	3 = Not reacting, appears to be introverted		
		Strong appetite	0 = Searches for feed, reacts immediately, when offered feed		
		Appetite but wearing a muzzle	0 = Tries to get hold of straw through the muzzle		
	Colic behaviour	Little appetite	2 = Accepts offered feed, is not excited about it and does not try to get more		
		No appetite at all	4 = Refuses to eat anything		
		No colic signs shown	0 = Behaves normally		
		Paws intermittently	1 = Pawing is interrupted by short intervals		
		Paws and lies down	2 = Repeated attempts to lie down, stall is messy		
		Looks at the flank, paws frequently	3 = Indicates the location of pain, increasingly getting nervous		
		Rolls, wags the tail, kicks against the abdomen	5 = Gets restless and uncontrolled		
		Keeps throwing himself down, rolling on the ground	6 = Out of control		
			Stimulation of muscles Th17-L1	No reaction	0 = Does not react at all
Hardened muscles, Reaction shown	1 = Palpable area or a strand of hardened muscles and/or lowers its back, tries to avoid palpation				
	Reaction to palpation of the incisional area	No reaction	0 = Does not react at all		
		Tenses abdomen/arches back/tries to evade to the side	1 = Groove between the abdominal muscles and/or arch of the back is clearly visible, shows flight reaction, ears are drawn back, might attempt to bite or kick		
	Total pain index	1–7 low pain 8–14 moderate pain >14 severe pain	Summation of scores		

Figure 19 : Échelle multidimensionnelle d'évaluation de la douleur (53)

Lexique anglais/français en annexe 7

Enfin, plus récemment en 2021, une équipe américaine a développé une échelle permettant d'obtenir un score prédictif de la survie d'un équidé atteint de coliques. Ce travail s'inscrit dans un constat évoqué précédemment : les coliques représentent l'urgence la plus fréquente dans les pratiques vétérinaires et la grande variété des types de coliques rend compliqué d'y attribuer un pronostic fiable. Six paramètres ont montré une forte association avec le pronostic de l'équidé dans cette étude : la fréquence cardiaque, la fréquence respiratoire, la concentration sanguine en lactate, la présence d'anomalies à l'examen échographie et transrectal ainsi que la concentration sanguine en calcium ionisé. La capacité de ce score à déterminer la survie ou non d'un équidé présenté pour colique a été évaluée à 82 %, avec une sensibilité de 84 % et une spécificité de 62 % (52). Par comparaison, les EAAPS ont une sensibilité et spécificité évaluées respectivement à 70 % et 71 % pour la mortalité, les faux

positifs sont moins donc moins fréquents (49). À noter que les lactates du fluide péritonéal prélevé n'ont pas été étudiés ici bien qu'il soit un facteur pronostic important (54), de même que les scores de douleurs évoqués précédemment bien qu'ils aient été démontrés comme d'importants facteurs pronostiques pour les coliques chirurgicales (55). Ce score doit toujours être interprété en relation avec la clinique de l'équidé et des autres paramètres relevés. Il pourrait être intégré dans le protocole de prise en charge initiale du cheval et pourrait aider et conforter les praticiens dans les prises de décisions importantes. Le pronostic de l'équidé atteint de colique sera évoqué plus en détail dans ce travail.

L'avènement des nouvelles technologies pourrait faciliter la détection et l'analyse des signes cliniques avec, entre autres, la télémédecine associée ou non à l'IA.

B. La réaction des propriétaires face aux coliques

1. Détecter les premiers signes

Comme nous l'avons vu précédemment, les coliques représentent l'urgence équine la plus fréquente. Plus l'équidé atteint de colique sera présenté rapidement à un vétérinaire meilleur en sera son pronostic. Il est donc important que la personne s'occupant d'un équidé soit sensibilisée aux signes cliniques perceptibles et ainsi en mesure de contacter un vétérinaire rapidement. C'est la première étape pour une prise en charge réussie. Cependant, la raison la plus courante des appels trop tardifs aux professionnels de santé est le manque de connaissances des propriétaires (56).

Plusieurs canaux de communication sont disponibles pour que le propriétaire acquière des notions de médecine équine. Parmi eux, le plus complet est le vétérinaire traitant par le biais d'une consultation de médecine préventive ou lors de la visite d'achat. Les conseils donnés doivent être le plus concis et précis possible tout en étant expliqués avec des mots simples, des exemples. Le vétérinaire doit avoir un retour positif du propriétaire quant à leur bonne compréhension. De même, il convient d'encourager le propriétaire à prendre des notes et à ne pas oublier de lui fournir les numéros à contacter en cas de suspicion ou d'urgence. Cependant, qu'en est-il des connaissances réelles actuelles des propriétaires sur la reconnaissance des coliques ? La sensibilisation est-elle suffisamment conséquente et efficace ?

Une équipe anglaise s'est intéressée à la question en 2019. Elle a publié en ligne un questionnaire à destination des propriétaires d'équidés présents en Angleterre comportant des questions dites ouvertes et fermées permettant d'évaluer : leurs connaissances sur les paramètres cliniques normaux d'un équidé, leur réaction face à un changement de ces paramètres, leurs connaissances concernant les coliques et les signes cliniques associés et enfin les différentes voies d'accès aux informations utilisées et connues par ces propriétaires sur les coliques. Des mises en situation ont également été utilisées pour évaluer les réactions des propriétaires en fonction des signes observés. Il en ressort que moins de 50 % des

répondants ont su donner des valeurs de fréquence cardiaque et respiratoire dans les intervalles de référence, avec 45 % de bonnes réponses dans les deux cas.

Pour les changements de comportement, la majorité des participants appelleraient un vétérinaire en présence d'un équidé qui se roule à plusieurs reprises ou pour une durée anormalement longue (90 %), pour un équidé qui passe de la position debout à la position couchée sans discontinuer (88 %) et pour un équidé qui frappe son propre abdomen (64 %). Les réponses étaient moins tranchées pour un équidé qui regarde ses flancs (50 %). Enfin, la majorité n'appellerait pas un vétérinaire en présence d'un équidé qui se couche calmement ou qui se roule moins de cinq minutes. Seulement 20% des participants ont su donner une définition appropriée au terme colique. Les premiers changements que les répondants objectiveraient dans une suspicion de colique seraient : l'émission de fèces (76 %), les borborygmes (75 %), la fréquence respiratoire (65 %) et la fréquence cardiaque (54 %). À noter que ces valeurs sont certainement surestimées puisque que les répondants ont pu chercher la réponse avant d'y répondre, bien qu'il leur eût été précisé de ne pas le faire. Pour obtenir des informations sur les coliques les participants se tourneraient principalement vers les vétérinaires (85 %) et sur internet (73 %). Les deux principales sources d'informations ayant contribué à leurs connaissances actuelles sont les expériences de coliques précédentes qu'ils ont eues (86 %) ainsi que des discussions avec des vétérinaires (73 %). Les répondants ont identifié la présentation et la reconnaissance des coliques comme étant concernées par le plus grand manque de connaissances. Et parmi les 45 différentes méthodes de diffusion pour ces dernières, les plus fréquemment citées sont internet, les brochures et les fiches d'informations. Enfin, la majorité des participants (61 %) ont déclaré avoir les capacités pour reconnaître différents cas de coliques à l'exception des présentations peu communes ou bien d'un équidé peu familier (57). Ces réponses ont été mises à l'épreuve avec trois scénarios de coliques donc les résultats sont ci-dessous :

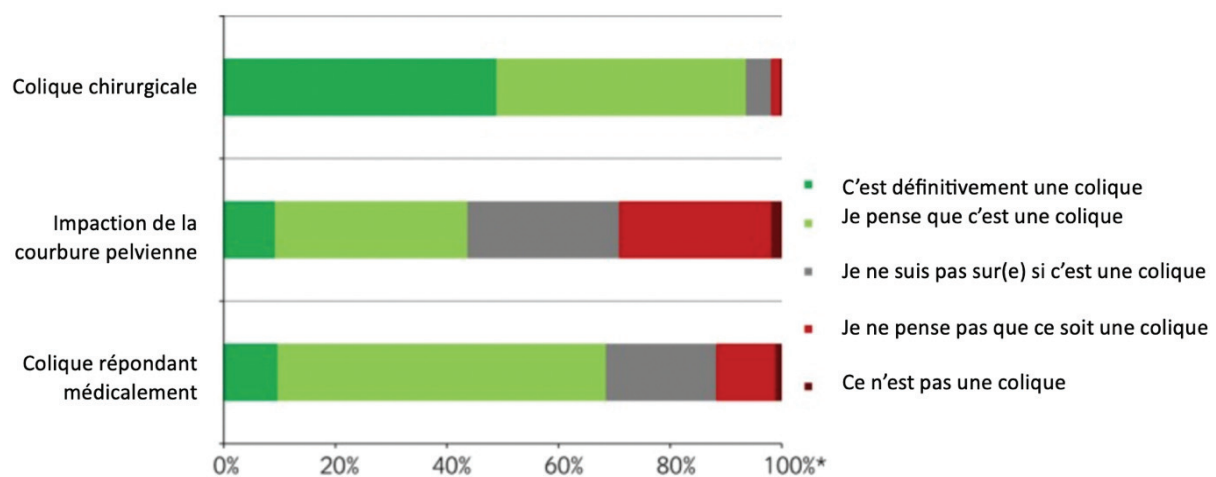


Figure 20 : Réponses des participants aux scénarios présentés dans l'étude, d'après (57)

Les participants étaient très confiants dans leur capacité à reconnaître les différents types de coliques, ce qui ne s'est pas reflété dans les réponses aux scénarios où ils ont su reconnaître

un cas de colique sévère mais très peu étaient certains dans les deux cas présentant des signes plus légers (stase de la courbure pelvienne et colique répondant à une prise en charge médicale). Cela suggère que les participants sont peut-être moins précis qu'ils ne le croient pour reconnaître un cheval atteint de colique. Relever les signes cliniques peut être un défi tant pour les vétérinaires que pour les propriétaires (57).

Ces observations sont en accord avec celles faites quelques années auparavant par le docteur Claire E. Scantlebury et son équipe irlandaise. Dans leur étude, un modèle théorique et conceptuel a été développé et décrit la façon dont les propriétaires de chevaux reconnaissent, évaluent et répondent aux coliques. Trois stratégies de gestion principales ont été utilisées, notamment "attendre et voir", "appliquer des traitements" et "demander l'aide d'un vétérinaire". Les actions en réponse aux coliques ont été modérées par l'expérience des propriétaires en matière de coliques et par l'interprétation de la variété des signes de coliques. Un diagramme théorique qui illustre la complexité de la prise de décision des propriétaires de chevaux en réponse à un épisode de colique avec les éléments-clés impliqués et la relation entre ces facteurs a ainsi été mis au point et présent ci-après (58). À noter que le coût de l'intervention du vétérinaire a parfois un impact sur le moment où les propriétaires décident d'appeler le vétérinaire. De plus, le fait d'avoir un épisode de colique dans leur dossier excluait toute demande d'assurance future pour cette affection.

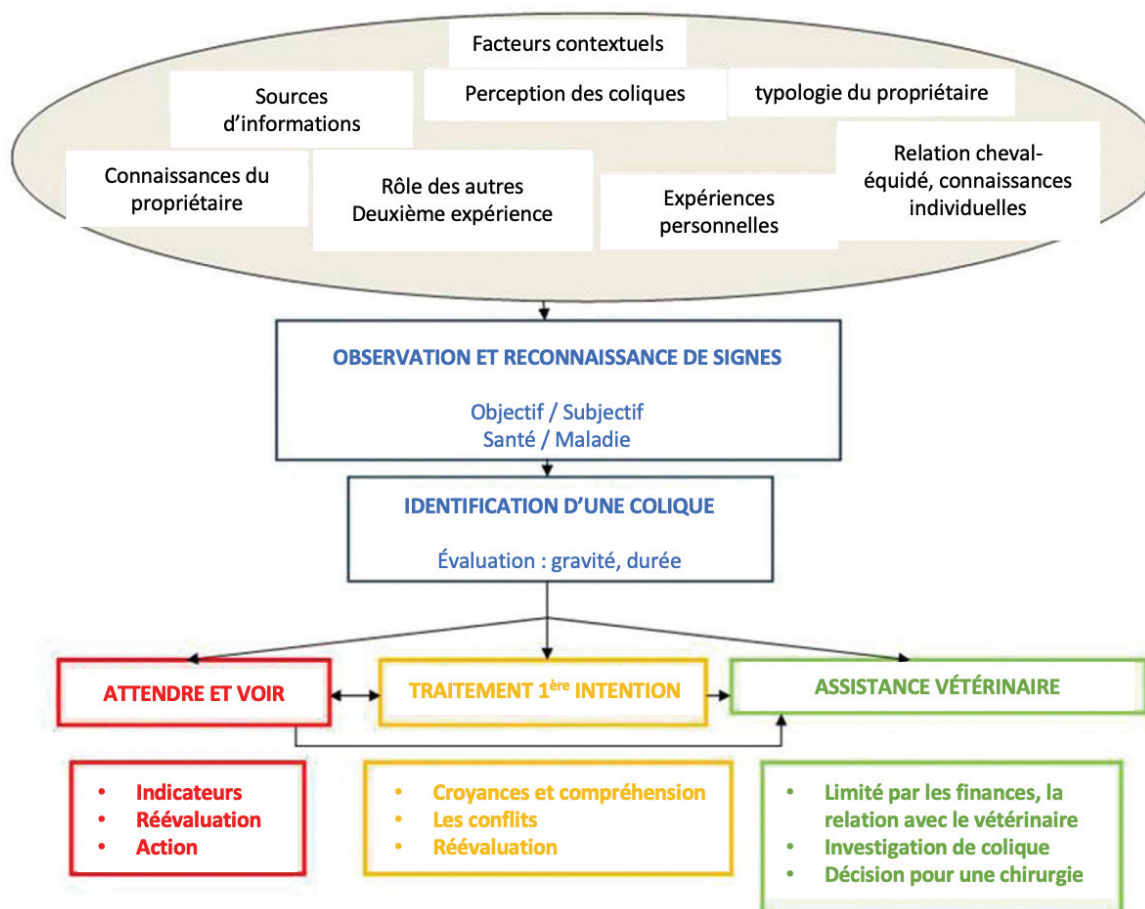


Figure 21 : Diagramme théorique sur la prise de décision des propriétaires de chevaux en réponse à un épisode de colique, d'après (58)

Ces deux dernières études ont été réalisées sur des populations provenant de pays avec un PIB considéré comme élevé. Le constat est encore plus alarmant au sein des populations de pays avec un PIB considéré comme faible. Une étude de 2021 similaire aux précédentes a été menée en Honduras et visait à évaluer les connaissances des propriétaires d'équidés sur les coliques et leurs approches. Il en ressort que 73 % des propriétaires d'équidés ont su nommer au moins un signe clinique de colique, mais 46 % n'ont pas su nommer au moins une cause de colique (59).

Tableau IV : Signes cliniques listés par 65 propriétaires d'équidés de Choloteca en Honduras, d'après (59)

SIGNES	SIGNES	NOMBRE	POURCENTAGE (%)
Agitation	Se roule	58	32
	Se couche et se relève	17	9
	Court	16	9
	Tombe sur le sol	11	6
	Sudation inattendue	1	<1
Diminution de l'alimentation / des fèces	Alimentation et hydratation faibles ou absente	10	6
	Diminution ou absence de fumier	4	2
Douleur abdominale	Se regarde les flancs	11	6
	Se tape l'abdomen	7	4
	S'étire	4	2
	Se mord l'abdomen	1	<1
Changement clinique	Plaies d'abrasion	2	1
Fatigue / léthargie	Incapacité à rester debout	19	4
	Inhibé	4	2
	Augmentation du temps couché	1	1
Autres	Douleur	7	4
	Tympanisme	3	2
	Perte de vision	2	1
	Heurter son environnement	1	<1
	S'énerve	1	<1
	Mord du bois	1	<1
TOTAL		181	100

Les vétérinaires et assistants vétérinaires au Honduras ont identifié les coliques comme une préoccupation importante pour le bien-être animal qui est impactée, entre autres, par un manque d'apprentissage des vétérinaires équin, par les prises de décision des propriétaires de se tourner d'abord vers un assistant vétérinaire ou d'administrer eux-mêmes des traitements, les connaissances de ces derniers sur les coliques en général et l'accès compliqué à certains médicaments de choix (59).

Ainsi, ces réponses indiquent que les propriétaires sont prêts à s'impliquer dans l'évaluation de la santé de leur cheval, mais que l'interprétation de leurs observations leur fait défaut. L'amélioration des connaissances des propriétaires de chevaux sur les paramètres normaux

dans un premier temps par exemple serait bénéfique pour un large éventail de maladies et non pas seulement pour les coliques. Il est nécessaire de clarifier les informations sur les coliques pour les propriétaires, en incluant ce qu'est la colique, les différents signes cliniques qui peuvent être observés, et comment répondre à ces signes. Ces informations peuvent servir de base pour adapter les programmes existants conçus pour éduquer les propriétaires sur les stratégies de gestion des coliques, et pour informer les vétérinaires lors de leurs interactions avec les propriétaires de chevaux de la nécessité d'aborder ce sujet.

Pour répondre à ce besoin, de nouvelles sources d'informations se sont développées au cours des dernières années. En Angleterre, une campagne éducative gratuite sur les coliques à destination des propriétaires d'équidés a été développée et intitulée « *React now to beat colic* » (soit « réagissez maintenant pour battre les coliques » en français). Cette campagne définit le terme colique, indique et décrit les différents signes cliniques pouvant être observés et fournit des vidéos explicatives (3). De nombreuses cliniques vétérinaires mettent à disposition en version papier ou numérique des fiches récapitulatives, de même pour les associations en lien avec les équidés comme l'AVEF, l'IFCE ou l'AAEP. Il existe également des formations payantes, à l'image du Réseau PEGAS qui propose une formation « soins d'urgence » ouverte à tous (propriétaires, cavaliers professionnels, éleveurs, gérants de structures équestres) avec pour objectif de donner les clefs pour reconnaître les urgences et leur gravité, pour avoir les bons réflexes et ainsi informer au mieux le vétérinaire. Cette formation d'une durée de 7h dans une clinique vétérinaire était proposée à 245€ hors taxe en février 2023.

2. Délais d'appel au vétérinaire

Le pronostic de survie des chevaux souffrant de coliques est difficile à établir en raison de la variété de présentations et de processus physiopathologiques qui peuvent être à l'origine de cette affection. Bien que considérablement amélioré au cours des dernières années, le taux de mortalité peut encore être élevé en raison du délai de reconnaissance du problème et du délai inhérent à l'obtention de soins vétérinaires.

Or comme vu précédemment, le délai d'appel du propriétaire au vétérinaire pour une suspicion de colique dépend de nombreux facteurs. Cependant, il est certain que plus ce délai est réduit meilleur sera le pronostic de l'équidé. Un exemple classique est une colique liée à une surcharge gastrique : plus le délai d'intervention sera élevé plus les chances de rupture gastrique le seront également et donc plus les chances de survie de l'équidé atteint diminueront. Un autre exemple n'impliquant pas forcément la dichotomie survie/mortalité est une stase. La viabilité de l'intestin grêle en cause décroît avec le temps et il pourrait être nécessaire de réaliser une entérectomie alors qu'une entérotomie aurait pu être suffisante dans le cas d'une prise en charge plus rapide. En effet, dans ce cas, l'extension et la compression exercées sur la paroi de l'intestin grêle vont compromettre sa vascularisation et entraîner sa nécrose à terme. Ce facteur temps est considéré d'importance très supérieure dans le cas de coliques nécessitant une prise en charge médicale par opposition aux coliques nécessitant une prise en charge médicale (60). Une identification rapide permet une prise en charge chirurgicale rapide et une morbidité et mortalité post-opératoire plus faibles dont une

diminution des maladies systémiques associées, ainsi qu'un coût moindre pour le propriétaire (61).

Il convient d'ajouter que l'appel et le délai d'appel dépend également de la zone géographique étudiée, du coût financier associé et la disponibilité des vétérinaires. Dans des pays au PIB les plus faibles comme le Honduras, seulement 17% des propriétaires appelleraient un vétérinaire qualifié. L'ordre de grandeur est similaire pour l'Égypte et l'Inde (59).

C. La prise de décision du vétérinaire

1. Importance des commémoratifs et de l'anamnèse

Un examen méthodique et précis de l'équidé atteint de colique doit être réalisé par le vétérinaire de terrain pour identifier le plus tôt possible le besoin de référer dans un centre hospitalier pour une prise en charge médicale plus agressive. Il en sera de même lorsqu'un équidé est présenté à une structure de référé. La prise en charge sera alors soit médicale soit chirurgicale (7 % à 10 % des équidés présentés). La décision du vétérinaire sera motivée par son expérience, les résultats de l'examen clinique et des examens complémentaires ainsi que par les commémoratifs et l'anamnèse recueillis. Ces derniers donneront des éléments-clefs au vétérinaire sur la cause de la colique et permettront une prise en charge efficace et la plus adaptée possible (61).

Les commémoratifs correspondent aux renseignements d'ordre général concernant le patient. Les informations nécessaires à recueillir dans les commémoratifs pour la prise en charge d'une colique sont :

- Le signalement (âge, race, sexe)
- Le statut de reproduction
- La note d'état corporelle
- Le statut vaccinal
- Le calendrier des traitements antiparasitaires
- Le calendrier des soins dentaires
- La régie alimentaire (nourriture distribuée, accès à l'eau)
- La régie environnementale (lieu de vie, exposition au sable, déplacements récents)
- Les antécédents médicaux (colique, chirurgie, diarrhée, fourbure, ...)
- L'utilisation du cheval

L'anamnèse correspond à l'ensemble des éléments recueillis sur les antécédents et les détails d'une maladie. Les informations nécessaires à recueillir dans l'anamnèse pour la prise en charge d'une colique sont :

- La durée, la nature et la sévérité des signes de coliques observés
- L'appétit et la prise de boisson
- L'émission de fèces et d'urine
- Les prises en charge déjà réalisées et les médications données
- L'état de santé des autres congénères du lieu de vie
- Présence de tic à l'appui ou à l'air

Certains éléments des commémoratifs et de l'anamnèse peuvent mener à des diagnostics précis et ainsi accélérer la prise en charge et améliorer le pronostic de l'équidé. Lorsque l'équidé est référé à une structure vétérinaire, il est très important de communiquer les anomalies relevées à l'examen clinique, mais également l'historique de l'équidé. Des signes de douleur sévère ont pu être objectivés par le propriétaire et non exprimés par l'équidé lors de l'examen par la vétérinaire. Ces signes de douleur sévère sont par exemple fréquemment associés à une strangulation obstructive. L'équidé peut en effet être stoïque en raison de la douleur ou bien précédemment médicalisé avec des analgésiques qui diminuent parfois les signes cliniques, dépendamment de l'affection présentée. Ci-après deux tableaux mettant en lien une donnée ou plusieurs données des commémoratifs et/ou de l'anamnèse de l'équidé avec le diagnostic pouvant y être associé :

Tableau V : Données issues de l'historique de l'équidé pouvant être associées à un diagnostic et aider à une prise de décision médicale ou chirurgicale, d'après (61)

COMMÉMORATIFS / ANAMNÈSE	DIAGNOSTICS ASSOCIÉS POSSIBLES
Colique sévère et aigue , absence de réponse aux alpha-2 agonistes	Obstruction avec strangulation
Coliques récurrentes	Colique de sable, entérolithiases, ulcères gastriques, colique de gaz
Accès restreint à une source d'eau,	Impaction du colon
Signe de douleurs variables suivis par des signes de choc (sudation, fasciculations musculaires et réticence au mouvement	Rupture du tractus digestif
Augmentation de la quantité de concentrés dans l'alimentation	Entérite proximale, production de gaz avec déplacement de colon/volvulus
Consommation de concentrée ou de fourrage moisiss	Entérite proximale, gastrite, entérocolite
Foin de luzerne	Entérolithiases
Lieu de vie : Californie	Entérolithiases
Angleterre, Europe du Nord continentale, Amérique du Sud	Dysautonomie équine (maladie de l'herbe équine)
Perte de poids progressive et fèces de consistance diminuée intermittentes	Colique de sable
Précédente chirurgie de colique	Récurrence du problème initial, adhésions

Tableau VI : Données issues du signalement de l'équidé pouvant être associées à un diagnostic et aider à une prise de décision médicale ou chirurgicale, d'après (61)

SIGNALEMENT	DIAGNOSTICS ASSOCIÉS POSSIBLES
Age : < 2 jours	Impaction de méconium, uropéritoine
Age : < 30 jours	Entérite/entérocolite à clostridium, obstruction avec strangulation, atrésie rectale/anale
Age : < 2 ans	Obstruction par corps étranger, impaction parasitaire, intussusception
Age : > 12 ans	Strangulation de l'intestin en raison d'un lipome, impaction du colon, fécalome
Race : races américaines miniatures	Fécalome, colique de sable, entérolithiases
Race : pur-sang arabe	Entérolithiases
Sexe : étalon	Hernie inguinale
Sexe : jument gestante	Torsion utérine,
Sexe : jument post-partum	Volvulus du colon, rupture artère utérine, hématome du mésentère

Les commémoratifs et l'anamnèse sont utilisés par le vétérinaire pour classer les diagnostics possibles et identifier les facteurs de risque et les stratégies préventives. Ils peuvent être en partie ou entièrement recueillis en amont de la venue du vétérinaire par téléphone ou/et sur place. Il convient de citer également la saisonnalité qui peut suggérer un diagnostic plutôt d'un autre. Le tempérament de l'équidé, les locaux et les connaissances du propriétaire et les finances de ce dernier rentrent également en compte dans la gestion du cas et doivent être relevés lors de l'examen de l'équidé.

Malheureusement, il est rare que les équidés bénéficient d'une surveillance permanente de la part de leur propriétaire ou d'une tierce personne, en direct ou bien par l'intermédiaire de la télésurveillance. Cependant, cette dernière se développe de plus en plus auprès des particuliers et des professionnels. De plus, en relation avec la réaction des propriétaires face aux épisodes de coliques, ces derniers peuvent ne pas avoir les connaissances et les habitudes nécessaires pour reconnaître les signes de coliques, ce qui diminue la qualité de l'anamnèse recueillie. Cela peut également être accentué par l'anxiété ressentie par le propriétaire face à la situation, qui peut être difficile à comprendre et à gérer.

L'anamnèse et les commémoratifs feront partie de la prise de décision du vétérinaire quant à la prise en charge à effectuer sur l'équidé mais ils auront également une importance considérable dans le pronostic donné.

2. Les facteurs décisionnels et le pronostic

Le vétérinaire de terrain évaluant l'équidé et le vétérinaire référant doivent rapidement prendre des décisions quant à la prise en charge de l'équidé. Ces décisions sont parfois prises avant même la fin de l'examen complet de l'équidé en raison de l'urgence de l'affection présentée. D'autant plus que, plus l'équidé sera référé rapidement, moins les complications et les coûts financiers pour le propriétaire seront importants et meilleur sera le pronostic (62). Cependant une évaluation la plus approfondie possible est essentielle pour identifier les cas qui doivent être référés pour une prise en charge médicale intensive ou chirurgicale.

Un diagnostic de certitude apportera la meilleure décision, cependant il n'est pas toujours possible d'en établir un. Les signes cliniques du cheval seront donc prépondérants dans la prise de décision. Il a été établi que les signes cliniques les plus indicatifs pour une prise en charge chirurgicale sont une douleur sévère qui ne répond pas aux analgésiques de type flunixin méglumine et détomidine ou bien qui requiert plus d'une administration, un reflux gastrique alcalin jaune supérieur à quatre litres, une distension de l'intestin grêle ou un déplacement de côlon à la palpation rectale, un corps étranger ou une masse, une absence de borborygmes, une augmentation de la concentration en protéines dans le liquide péritonéal avec présence de globules rouges et de neutrophiles dégénérés. D'un autre côté, les signes cliniques non en faveur d'une prise en charge chirurgicale sont, entre autres, une absence ou une faible douleur, de l'hyperthermie ($>39.2^{\circ}\text{C}$), une neutrophilie ou neutropénie, des borborygmes. Les indicateurs d'hydratation et de perfusion (fréquence cardiaque, couleur des muqueuses, temps de recoloration capillaire, l'hématocrite, le taux de protéines sanguines) ne sont pas considérés comme des marqueurs décisifs pour une prise en charge chirurgicale (31). Chaque équidé pour un type de colique fera l'expérience une douleur différente et donc de signes cliniques associés différents. Ainsi, il n'y a pas de gold standard en termes de ligne de conduite pour la prise de décision mais la concordance entre l'anamnèse, les commémoratifs, les résultats de l'examen clinique et des examens complémentaires avec une affection donnée permettent une certaine assurance dans les choix qui seront effectués.

L'examen physique comprend au minimum un examen rectal et un sondage nasogastrique. Des tests diagnostiques plus avancés comme des analyses sanguines, une abdominocentèse, un test de sédimentation fécale, une échographie transabdominale sont fréquemment réalisés en structures hospitalières ou sur le terrain. L'échographie transabdominale permet la visualisation de segments spécifiques du tractus digestifs et une détection rapide de dommages intestinaux ou de déplacement, avec entre autres, un contrôle de la mobilité intestinale, de l'épaisseur des parois, de la vascularisation, d'invagination, de sable, d'hématome(s), d'adhérences, de hernie, de masses et corps étrangers, d'entérolithes, de volvulus qui requièrent généralement une prise en charge chirurgicale. Si un doute persiste, l'évolution permettra de réaliser d'autres diagnostics et d'assurer une surveillance permanente pour déterminer si une intervention médicale ou chirurgicale avancée est nécessaire. Les indicateurs considérés comme étant les plus précis pour différencier une colique médicale d'une colique chirurgicale sont la présence de signes de douleur abdominale modérés à

sévères, le maintien de cette douleur malgré l'utilisation d'antidouleurs adaptés et l'absence de borborygmes (63).

Plusieurs études ont cherché à mettre en évidence des biomarqueurs pour aider le vétérinaire dans sa prise de décision. Le lactate, issu du métabolisme anaérobie, est un biomarqueur très sensible pour indiquer une hypoxie tissulaire secondaire à une hypovolémie. Il est mesuré dans le sang et dans le liquide péritonéal. Plusieurs études ont montré une corrélation positive entre une élévation sanguine et/ou péritonéale avec la nécessité d'une intervention chirurgicale. La valeur 4 mmol/L suivie d'une augmentation graduelle a été la valeur retenue comme indicatrice d'une prise en charge chirurgicale (31). Une autre étude, de 2012 cette fois-ci, a démontré une corrélation entre des lactates péritonéaux élevés à l'admission et un ratio lactates péritonéaux sur lactates sanguins supérieurs à 1 comme un cas étant significativement plus susceptible d'avoir une lésion strangulatoire (64). Des variations entre les différentes races d'équidés peuvent avoir lieu, comme l'a démontré une étude de 2012, les poneys ont un taux de lactate sanguin à l'admission supérieur à celui des chevaux, et ce, peu importe la prise en charge qui a suivi (65). Cela est notamment à mettre en relation avec le caractère dit stoïque des poneys. Les protéines de l'inflammation aiguë peuvent également être utilisées pour aider le vétérinaire dans sa décision. Les protéines les plus fréquemment utilisées sont la Sérum Amyloïde A (SAA) et le fibrinogène, cette dernière a un temps de réponse plus long que la première et est donc moins idéale pour l'évaluation des équidés en colique aiguë (66). Un autre biomarqueur étudié est l'Alcool Déshydrogénase (ADH), une étude de 2005 a démontré que l'activité de l'ADH était significativement différente entre les équidés présentant une obstruction non strangulatoire et de ceux présentant une obstruction strangulatoire. La valeur utilisée pour séparer ces deux atteintes est une concentration d'ADH égale à 20 U/L et possède une sensibilité de 80.5 % pour une spécificité de 80.6 %. L'ADH peut également être utilisée pour estimer la survie de l'équidé : une valeur supérieure à 80U/L est en faveur d'une issue fatale (67).

Ainsi, le vétérinaire doit pouvoir relever et combiner une multitude d'informations pour apporter une prise en charge la plus adaptée possible pour l'équidé dans la limite de ses compétences et en accord avec les caractéristiques et attentes du propriétaire. Cette prise de décision a fréquemment lieu dans une situation d'urgence avec des moyens variés et une atmosphère parfois délétère. Ainsi, des diagrammes ou des arbres de décision ont été développés et pourraient être utilisés mais la pluralité des situations ne permet pas des diagrammes précis et personnalisés. De plus la sensibilité et la spécificité de ces outils sont décevantes (68, 69).

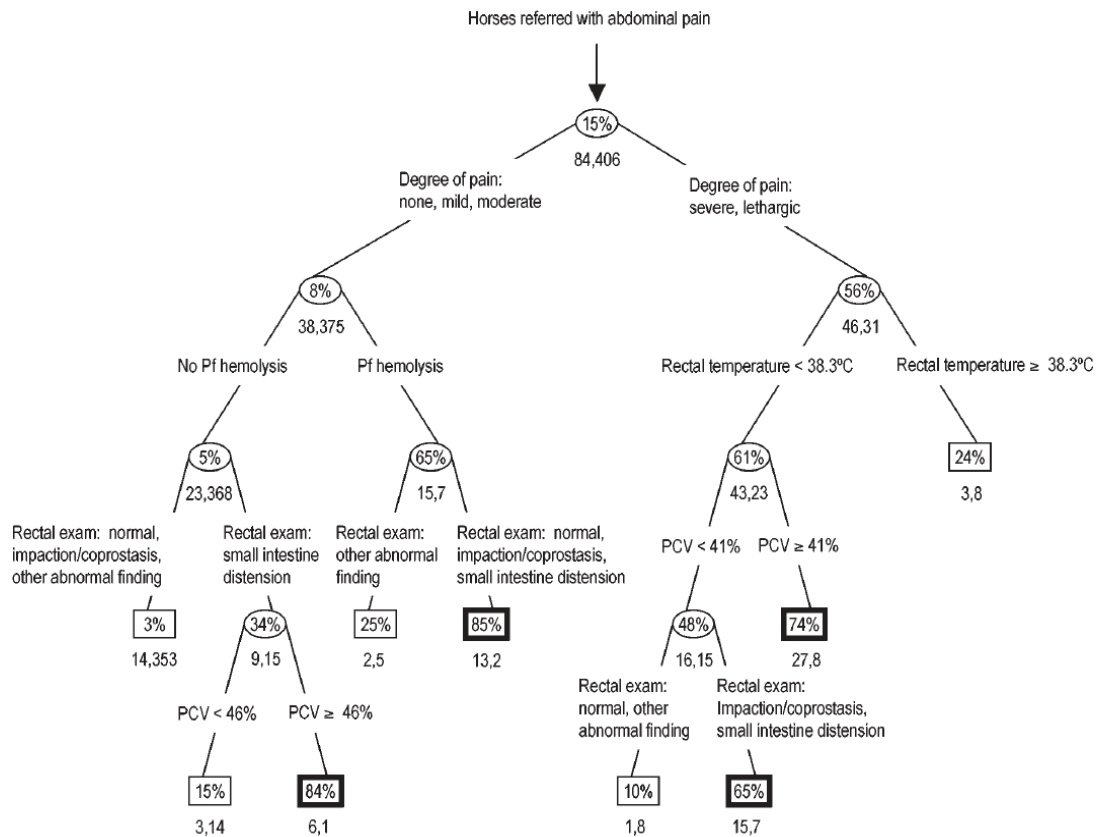


Figure 22 : Arbre de classification associant les résultats d'examens et la proportion de cas traités chirurgicalement (68)

Lexique anglais/français en annexe 8

Or la médecine vétérinaire actuelle qui étant maintenant dite « des 4P » avec Prédictive, Préventive, Participative et Personnalisée, il faut donc en adapter l'approche pour s'en rapprocher le plus possible. Les outils numériques pourraient être utilisés comme des programmes informatiques.

En 2005, une équipe américaine de Virginie a développé un système web permettant de collecter des données sur les coliques via différents vétérinaires et ainsi de constituer une base de données. Les objectifs de cette étude étaient de statuer sur l'utilité et l'efficacité d'une collecte de données en ligne concernant les chevaux atteints de colique et d'évaluer l'absence de réponse de la douleur présentée par l'équidé à la suite de l'administration d'un analgésique comme un marqueur en faveur d'une prise en charge chirurgicale. Afin de constituer cette première base de données, les vétérinaires ont rempli un questionnaire en ligne dont la praticité fut évaluée en amont par les répondants eux-mêmes. Le questionnaire comprenait 32 choix de réponses répartis dans 18 questions. Aucune information n'était donnée en plus du questionnaire. Cette étude constitue ainsi un premier pas dans ce qui correspond au Big Data pour la prise en charge des coliques chez les équidés. La configuration informatisée du questionnaire a permis un traitement statistique immédiat des données et sans erreur de translation, soit 119 cas renseignés dans le temps imparti par 30 vétérinaires. Les résultats furent ceux maintenant connus de tous, les équidés ayant eu un traitement chirurgical présentaient des signes de douleur constants avec la nécessité d'une nouvelle analgésie et une

diminution ou absence de borborygmes (50 % des chevaux présentant ce symptôme ont eu un traitement chirurgical). Cette démarche suggère qu'un système de collecte de données en ligne permettrait aux vétérinaires praticiens de participer à la recherche clinique en fournissant des données prospectives issues de leur pratique courante. Cette première étude met ainsi en avant l'intérêt de l'utilisation, ici d'Internet, et maintenant des nouvelles technologies en général dans la médecine vétérinaire (70).

Analgesic for colic: data collection form

-
1. Horse name: _____
 2. Horse age (years): []
 3. Horse sex:
 - Male []
 - Female []
 - Castrated male []
 4. Horse breed:
 - Thoroughbred []
 - Quarter Horse []
 - Warmblood []
 - Arabian []
 - Morgan []
 - Appaloosa []
 - Paint []
 - Other []
 5. Date of examination (mm/dd/yyyy): []/[]/[]
 6. Amount of colic:
 - None []
 - Mild []
 - Moderate []
 - Severe []
 7. Temperature (°F): []°
 8. Heart rate (beats/min) []
 9. Mucous membrane colour:
 - Pink []
 - Pale []
 - Red []
 - Cyanotic []
 10. Intestinal sounds:
 - Absent []
 - Normal []
 - Decreased []
 - Excessive []
 11. Rectal examination findings:
 - Normal []
 - Abnormal []
 - No rectal examination []
 12. Mucous membrane refill time(secs): []
 13. Analgesic administered first treatment (check all those administered):
 - Banamine [] Amount [cc]
 - Phenylbutazone [] Amount [cc]
 - Ketophen [] Amount [cc]
 - Butorphanol [] Amount [cc]
 - Detomidine [] Amount [cc]
 - Xylazine [] Amount [cc]
 - Acepromazine [] Amount [cc]
 - Other _____
 14. Time after analgesic administration that colic returned:
 - Colic was constant []
 - Colic returned (time in h) []
 - Colic did not return []
 15. Did the horse require a second treatment with an analgesic?
 - Yes [] No []
 16. Did the horse require surgery? Yes [] No []
 17. Final diagnosis (pick only one selection or enter diagnosis):
 - [] Colic (no definitive diagnosis or diagnosis unknown)
 - [] Spasmodic colic
 - [] Tympany
 - [] Large colon impaction
 - [] Small intestine obstruction
 - [] Large colon obstruction
 - [] Small colon obstruction
 - [] Small intestine strangulation
 - [] Large intestine strangulation
 - [] Peritonitis
 - [] Ulcers
 - [] Other diagnosis _____
 18. What was the final outcome? _____

Figure 23 : Questionnaire en ligne rempli par les vétérinaires répondant pour chaque cas de colique traité (70)

Lexique anglais/français en annexe 9

Malgré l'amélioration du taux de survie pour la majorité des coliques au cours des dernières années, fournir un pronostic au propriétaire est souvent compliqué en raison de la multitude de causes et d'évolutions. Ce pronostic, fortement influencé par les expériences antérieures du vétérinaire, est fréquemment assombri en raison du délai dans la reconnaissance de l'affection et l'intervention du vétérinaire (60). La fatigue du vétérinaire est souvent en lien avec l'heure à laquelle est présenté l'équidé en urgence joue également un rôle dans la complexité de la prise de décision la plus correcte possible. Ce pronostic est néanmoins important pour la prise de décision du propriétaire. Il prend principalement en compte les commémoratifs et l'anamnèse, les données cliniques relevées, l'analyse du liquide péritonéal, les résultats de l'examen sanguin, échographique et de la palpation transrectale, l'évolution clinique et enfin les modèles prédictifs disponibles. Le pronostic comprend le pronostic pour la survie de l'équidé mais également le pronostic en termes d'utilisation de l'équidé dans ses activités physiques (31). Le pronostic donné est également dépendant des expériences antérieures du vétérinaire.

Plusieurs algorithmes ont été développés pour évaluer le risque et donner une indication sur le pronostic. Ces modèles mathématiques combinent les données relevées et indiquées par le vétérinaire et donnent une prédiction de survie en retour. Ces outils nécessitent une base de données fournie pour être développés, entraînés et validés. Par exemple, un score de sévérité de colique a été développé en 1995 avec une sensibilité de 66.7 % et une spécificité de 100 %. Une note comprise entre 0 et 4 est donnée pour la valeur de la fréquence cardiaque, la concentration en protéines du liquide péritonéal, la concentration sanguine en lactate et l'aspect des muqueuses. Ces notes sont ensuite additionnées et le résultat obtenu correspond au score de sévérité de colique. La survie de l'équidé était prédite pour les scores inférieurs ou égaux à 7. Et inversement, la non-survie de l'équidé était prédite pour les scores supérieurs ou égaux à 7 (71). Cependant, ces valeurs sont des données statistiques qui prédisent un événement relevant du vivant et d'une prise en charge humaine donc variable. De plus, les modèles statistiques mis au point sont influencés par les populations d'équidés utilisées pour leur création. Ces estimations restent néanmoins un outil supplémentaire à disposition du vétérinaire qui peut aider ce dernier et le propriétaire dans leurs prises de décisions.

En conclusion de cette deuxième partie, malgré les avancées dans la reconnaissance des coliques, leur traitement médical et chirurgical et l'amélioration en conséquence du pronostic, cette affection demeure la première cause de mortalité chez les équidés et continue à être une source de frustration pour les propriétaires et les vétérinaires. Cependant, au cours de l'aperçu donné dans cette deuxième partie des facteurs d'importance dans la prise en charge de cette affection, plusieurs pistes d'améliorations en lien avec les nouvelles technologies ont été suggérées et mériteraient d'être investiguées. Pour le Dr Annick Valentin Smith, docteur vétérinaire et spécialiste de la e-santé animale, il est même urgent de participer « activement à révolution numérique en construisant les solutions de demain avec tous les acteurs de la e-santé animale » (72). Nous verrons dans une dernière partie dans quelle mesure il est possible de répondre à ces besoins avec les nouvelles technologies et tout particulièrement par l'utilisation de la télésanté et de l'IA.

PARTIE III : OPTIMISATION DE LA PRISE EN CHARGE ET DU SUIVI DES ÉQUIDÉS - ÉTAT DES LIEUX ET AMÉLIORATIONS POSSIBLES

L'utilisation des nouvelles technologies, et particulièrement de la télésanté, s'est accélérée lors de la pandémie de COVID-19 qui a conduit à l'interdiction des consultations vétérinaires physiques, à l'exception des urgences. Bien que les principaux rassemblements sportifs équestres aient été annulés pour des raisons sanitaires, les équidés pouvaient toujours être sujets à des affections graves et urgentes. Les vétérinaires et la clientèle ont ainsi dû s'adapter à ces nouvelles contraintes, et un essor considérable des moyens de communication et des outils technologiques a été observé. Cet essor a eu un effet boule de neige, et de nombreuses réflexions ont été menées autour de l'utilisation de la télésanté en médecine vétérinaire équine (73). Après avoir étudié la e-santé en médecine vétérinaire équine, ainsi que la prise en charge et le suivi des équidés atteints de coliques, dans quelle mesure ces deux entités peuvent-elles s'associer pour optimiser la prise en charge et le suivi des équidés atteints de coliques ? Dans cette dernière partie, il sera principalement question de l'utilisation de la télésanté, et plus particulièrement de la télésurveillance ainsi que de l'IA. Pour cela, trois entreprises proposant des solutions innovantes seront présentées, puis leurs outils utilisés comme exemple pour l'optimisation de la prise en charge et du suivi des équidés atteints de coliques. Enfin, les limites de ces outils associées à nos pratiques d'aujourd'hui mais aussi celles que l'on peut projeter pour demain seront mises en avant.

A. Développement d'outils utilisant la télésanté et l'intelligence artificielle en équine : exemple de trois entreprises européennes

1. La startup française, Animalinks avec Coho®

Animalinks est une startup française créée en 2018 par Sébastien Dubois, ingénieur grenoblois. Située à Montbonnot Saint Martin en Isère, elle propose des caméras connectées intelligentes sous le nom de Coho®. Ces dernières proposent un suivi de l'équidé à distance avec la génération d'alertes lors de changement de comportements susceptibles d'être liés à une affection sous-jacente. Ces caméras permettent un partage de données fiables et objectives avec un vétérinaire pour une prise en charge rapide et complète. Les images sont diffusées en direct sur l'application smartphone associée. Le prix d'appel pour la caméra est de 149.9€ avec l'ajout d'un abonnement mensuel débutant à 24.90€ pour la formule essentielle.

Les fonctionnalités proposées par la startup dans cette technologie début 2023 sont : mesure de la température du box, photos à la demande, vidéos à la demande, chronologie, direct, mode van, détection de la posture, statistiques sur le comportement, budget temps du cheval, alertes ouvertures/fermetures de la porte du box, alertes cheval couché trop longtemps, alerte alternance debout/couché, alerte fugue, alerte présence humaine. Toutes les alertes sont

entièrement paramétrables, ce qui permet aux utilisateurs de personnaliser les notifications en fonction des besoins spécifiques de leurs équidés (10).



Figure 24 : Caméra connectée intelligente Coho® (à gauche) et l'application mobile (au centre et à droite) de la société Animalinks (10)

Le fonctionnement de cette technologie repose sur l'analyse d'images de l'équidé prises par la caméra toutes les 30 secondes. Ces images sont traitées grâce à une base de données conséquente permettant de classifier les comportements. Il est alors possible de déterminer la présence de l'équidé dans son box ainsi que sa position (debout, en décubitus latéral droit ou gauche, en décubitus sternal) mais également la présence d'une couverture ou non. Ainsi, des périodes avec une position similaire sont déterminées et un budget temps de l'équidé sur une période de 24 heures est alors généré et transmis au propriétaire qui a également accès à l'historique complet. Des alertes sont émises lorsque l'équidé est en dehors de son box ou bien lorsqu'une présence humaine est détectée dans le box. Animalinks travaille actuellement sur une fonctionnalité permettant de mesurer une quantité de mouvements qu'il sera possible de coupler dans le futur à des alertes lorsqu'une évolution du budget temps est perçue, avec par exemple, une augmentation du temps couché d'un équidé sur une période donnée. La caméra intelligente peut également déclencher des actions telles que l'enregistrement d'une vidéo ou l'activation d'un dispositif de sécurité. Ce changement sera signalé, qu'il ait une signification positive ou négative sur la santé de l'équidé. Il revient au propriétaire et au vétérinaire de prendre les actions nécessaires. Cette technologie permet une utilisation instantanée de la caméra puisqu'elle s'affranchit d'une période d'apprentissage nécessaire (généralement d'environ 10 jours) présente dans d'autres technologies comme le DL. De plus, par opposition à cette dernière, la technologie Coho® justifie chacune des alertes émises et évite ainsi l'effet « boîte noire ». Il est donc également possible de transporter cette caméra dans différents lieux ou bien de modifier son emplacement dans le box de l'équidé tout en conservant une utilisation instantanée, c'est-à-dire sans nouvelle période d'apprentissage.

Il est également possible, grâce à une autre technologie, de travailler sur la trajectoire des mouvements. En effet, les patterns de mouvements utilisés pour entraîner les algorithmes de ML sont corrélés à des mouvements spécifiques des équidés. Les mouvements retenus sont principalement liés à l'expression de la douleur, dont les manifestations ont été vues dans la deuxième partie de cette thèse. Afin de former le logiciel qui analyse les images capturées par cette caméra, il est nécessaire de collecter des données d'entraînement représentatives des mouvements que l'on souhaite détecter. Les mouvements à différencier doivent être déterminés à l'avance et doivent être cohérents avec la précision de la caméra et du logiciel généré. Par exemple, en fonction du nombre d'images prises par minute, certains mouvements de l'équidé ne pourront pas être détectés. Les mouvements les plus pertinents pour le traitement des coliques chez l'équidé adulte seront abordés ultérieurement. Les données à collecter pour entraîner le logiciel sont nombreuses et doivent prendre en compte le plus de situations possible, y compris la conformation du lieu sous surveillance vidéo et la conformation de l'équidé. Plus les situations seront diverses et variées, meilleure sera la précision de l'analyse des mouvements. Une fois les données collectées, pour entraîner une caméra intelligente à reconnaître des mouvements spécifiques, il faut étiqueter les données en indiquant à l'algorithme les mouvements qu'il doit détecter. Cela implique de marquer chaque mouvement dans les données d'entraînement avec des étiquettes appropriées. Ensuite, intervient la phase d'entraînement de l'algorithme en lui fournissant les données d'entraînement et en ajustant ses paramètres progressivement pour améliorer ses performances. Une fois que la phase d'entraînement est considérée comme suffisante, intervient la phase de validation de l'algorithme en utilisant de nouvelles images appelées « données de test », pour s'assurer que l'algorithme peut généraliser et détecter de manière fiable les mouvements dans des situations différentes de celles qu'il a apprises lors de son entraînement. Enfin, la dernière étape dans la création de cet algorithme consiste à le déployer sur la caméra intelligente pour détecter les mouvements en temps réel.

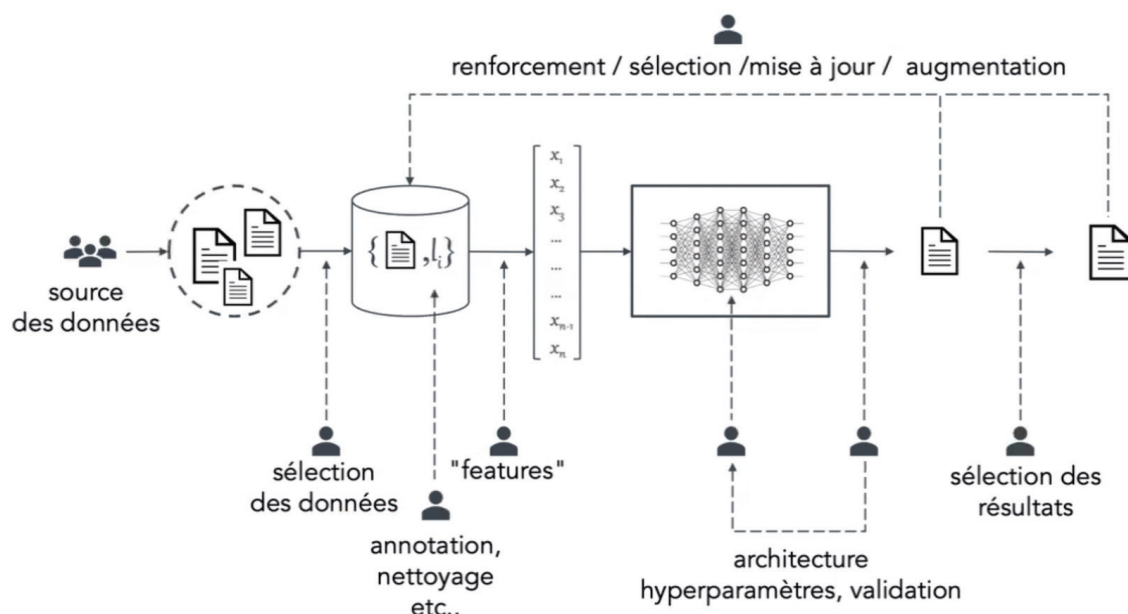


Figure 25 : Construction d'une IA avec le Machine Learning
(crédit : Jean-Marc Deltorn)

2. La startup allemande, ACARiS

La startup allemande ACARiS est située à Hambourg. Son domaine d'innovation concerne les nouvelles technologies avec le développement et la vente d'outils de télésurveillance utilisant de l'IA pour la santé et le bien-être des équidés. Leur premier produit lancé en 2019 sous le nom de Horse Protector[®] est une caméra dite intelligente qui est principalement commercialisée en Allemagne et en Autriche. Leur ambition est de commercialiser leurs produits à l'international tout en développant de nouvelles innovations et en améliorant celles existantes. Leur spécialité est l'IA et leur politique de développement principalement axée sur l'utilisation et l'amélioration de l'IA au service de la télésurveillance : « I want to use cutting edge artificial intelligence to improve horse life » (soit « je veux utiliser l'IA de pointe pour améliorer la vie des chevaux » en français) a énoncé son fondateur, docteur Arne-Rasmus Dräger.

Leur caméra connectée utilise l'IA afin de comprendre le comportement des chevaux. Cette caméra est dotée d'un système infrarouge pour obtenir un fonctionnement sans interruption. L'IA analyse le comportement des chevaux et alerte le propriétaire lorsque la santé ou la sécurité de l'équidé n'est plus certaine ou assurée. Toutes les fonctionnalités de cet outil sont disponibles sur une application compatible avec tous les smartphones, tablettes et ordinateurs. Ainsi, la startup se présente comme étant l'ange gardien des équidés en raison de l'absence de surveillance permanente de ces derniers, d'autant plus la nuit durant laquelle les équidés, chez les particuliers, sont fréquemment laissés plusieurs heures sans surveillance. Ainsi, leur technologie Horse Protector[®], est présentée comme étant capable de donner des alertes fiables aux propriétaires lors de coliques, naissances et tout autre comportement anormal. Et ce, tout comme la technologie Coho[®], sans aucun capteur présent sur l'équidé lui conférant une meilleure praticité. La conception de cette caméra est tournée vers une utilisation facile pour les petites comme pour les grandes écuries. En effet, il est possible d'avoir une vue d'ensemble de l'état de santé actuel et de l'activité de tous les équidés sur l'écran d'accueil du site ou de l'application. L'IA interprète le comportement de l'équidé en temps réel en surveillant en plus de son comportement, sa prise alimentaire et sa prise de boisson et une prise ou une perte de poids. Cette IA apprend les comportements typiques d'un équidé donné pour permettre la reconnaissance de comportements et de symptômes standardisés comme cela peut être le cas lors d'un syndrome de colique (74).



Figure 26 : Caméra connectée intelligente (à gauche) et l’application mobile (à droite) de la startup ACARiS (74)

De plus, Horse Protector[®], se veut particulièrement conçu pour les hôpitaux équins comme la Clinéquine[®] grâce à sa fonction de surveillance. En effet, la surveillance des chevaux ayant des problèmes de santé ainsi que l'analyse de leur comportement est indispensable lors de leur suivi médical. La fonction de surveillance de Horse Protector[®] a été spécialement développée pour les structures vétérinaires puisqu’elle permet de définir des alertes spécifiques afin d’être informées d’un changement de comportement. Par exemple, si le comportement alimentaire d’un équidé doit être surveillé attentivement, il est possible de définir la durée minimale durant laquelle le cheval est supposé s'alimenter. Si le temps de prise alimentaire de l’équidé est inférieur au seuil défini, une alerte sera déclenchée auprès du vétérinaire qui pourra alors intervenir en conséquence. Cette fonction surveillance est particulièrement utile lors de la période post-opératoire afin de détecter rapidement les récurrences ou complications. Cette technologie est déjà utilisée dans la clinique allemande de Nindorf pour les équidés présents en soins intensifs et les mises bas.

Le prix d’appel du Horse Protector[®] est de 1630€ pour la caméra avec la lumière infrarouge ainsi que la connexion wifi (74).

3. L’entreprise suisse, Piavita

Les deux dernières entreprises évoquées utilisent uniquement de la télésurveillance associée à de l’IA. Cela permet un affranchissement de tout matériel présent physiquement sur l’équidé à l’image de capteurs. Cependant, certains paramètres d’importance dans les syndromes de coliques ne peuvent être monitorés de manière précise, du moins à l’heure actuelle, à distance. Ainsi des entreprises proposent des capteurs avec, de manière générale, les mêmes objectifs que les caméras évoquées précédemment et sont également pourvus d’IA. Pour illustrer ce type de technologie, l’exemple de l’entreprise suisse Piavita est intéressant.

Piavita est une entreprise de technologie médicale basée à en Zürich fondée en 2016 par Sasha Buehrle et docteur Dorina Thiess. Cette entreprise s'est donnée pour mission de transformer les soins vétérinaires équinés en fournissant des solutions numériques innovantes pour aider le vétérinaire dans son travail quotidien. Ses fondateurs sont partis du constat du besoin de réduire les pertes de temps et de ressources consacrées à des tâches importantes mais répétitives. Il a alors été créé une solution pour surveiller les signes vitaux des équidés de manière autonome. La solution phare de l'entreprise est le système Piavet® qui est utilisé dans des cliniques privées et publiques en Europe et en Amérique du Nord (75).



Figure 27 : Représentation simplifiée du fonctionnement de l'outil Piavet® de l'entreprise Piavita (75)

En effet, malgré sa croissance constante et sa taille remarquable, l'industrie vétérinaire équine est encore relativement "classique", avec des contrôles de routine effectués manuellement plusieurs fois par jour et des contrôles nocturnes souvent effectués à plusieurs heures d'intervalle. Ainsi, Piavita avec son système Piavet® aide les vétérinaires et le personnel des cliniques à optimiser leur temps avec un contrôle précis à distance de jour comme de nuit. Le système est composé d'un appareil de mesure fixé sur une sangle et d'un logiciel utilisant l'IA. L'appareil de mesure truffé de capteurs de la taille d'une paume de main enregistre de manière non invasive les signes vitaux des équidés en temps réel. Il est résistant à l'eau et possède un système de rechargement sans fil. La station de base Piavet® permet la transmission sans fil de grands volumes de données médicales en collectant les enregistrements de l'appareil de mesure et en les transmettant à la plateforme. Ces données servent à la fois au vétérinaire en charge de l'équidé, mais, à plus grande échelle, pour améliorer le logiciel IA avec son système de ML. En mars 2022, le système avait permis de monitorer les signes vitaux de 1270 équidés, de collecter 26812 heures de données et de réaliser 4946 mesures. Les signes vitaux et les autres paramètres mesurés sont la fréquence cardiaque, l'activité électrique cardiaque (électrocardiogramme), la fréquence respiratoire, la température ainsi que l'activité de l'équidé comme pour les deux entreprises précédentes.

Ainsi, cet outil technologique permet une surveillance adaptée des unités de soins intensifs équines avec des alertes dès l'apparition de premiers signes considérés comme anormaux et principalement en lien avec les manifestations de la douleur. Cela est tout particulièrement adapté pour le monitoring d'équidés en post-opératoire de colique au cours de la nuit lorsque

le personnel soignant est moins nombreux. Les données obtenues sont objectives. Il permet également la visualisation d'un électrocardiogramme à distance en temps réel pour détecter et/ou confirmer des arythmies à l'image de la fibrillation atriale qui est l'arythmie limitant le plus souvent la performance chez l'équidé et qui a été documentée pour la première fois par électrocardiogramme en 1911 (76). De plus, ce suivi à distance sans personnel médical limite l'effet « blouse blanche » pouvant entraîner une augmentation de la tension artérielle. Un suivi de la sédation et de l'efficacité de l'administration de médicaments grâce au suivi de la fréquence cardiaque permet un dosage précis et une réduction des complications anesthésiques pendant la chirurgie, les interventions mineures et la convalescence post-chirurgicale. Enfin, ce monitoring joue un rôle dans la prévention avec une surveillance de cas à risque pour détecter les signes physiologiques de détresse.

B. La télésanté et l'intelligence artificielle : améliorer la détection en amont

1. Sensibilisation des propriétaires avec des supports numériques

Nous avons vu précédemment l'importance de la sensibilisation des propriétaires afin de diminuer la prévalence des coliques, d'améliorer leur détection et leur pronostic. Le défaut, parfois important, de connaissances des propriétaires d'équidés concernant les coliques a également été souligné. Comment est-il possible d'y pallier ?

Il est important de cibler les connaissances indispensables pour favoriser leur compréhension et mémorisation. De plus, nos clients actuels et de demain sont les générations Y et Z pour lesquelles la technologie fait déjà partie de leur quotidien. Il convient alors aux vétérinaires de leur proposer des méthodes de sensibilisation sur les coliques cohérentes. Les supports numériques pourraient en être la réponse. En effet, avec l'arrivée des nouvelles générations dans la clientèle des praticiens équins, il semble plus aisé de sensibiliser les propriétaires d'équidés par l'intermédiaire de supports numériques. Ces supports peuvent être consultés à tout moment et dans des lieux variés, les propriétaires d'équidés peuvent accéder à des informations à partir de leur ordinateur, de leur tablette ou de leur smartphone. Ces supports peuvent être interactifs, ce qui les rend plus attractifs. Les infographies, les vidéos et les jeux interactifs aident à capter l'attention des propriétaires d'équidés et à les engager dans le processus d'apprentissage puisque l'implication du propriétaire dans la santé de son équidé est un des facteurs déterminants dans la réussite de la prise en charge de l'équidé atteint de coliques. De plus, ces supports numériques permettent d'optimiser la mémorisation avec l'utilisation de graphiques et d'images pour illustrer les concepts plus complexes et peuvent être facilement partagés avec d'autres personnes, ce qui peut aider à diffuser les informations rapidement et à toucher un public plus large. Par exemple, le propriétaire d'une écurie pourra facilement diffuser les informations aux propriétaires d'équidés. Enfin, et non des moindres, les supports numériques peuvent être moins coûteux que d'autres méthodes de sensibilisation, comme les publicités imprimées ou les événements physiques.

Parmi les supports numériques disponibles afin de sensibiliser les propriétaires d'équidés à la santé de ces derniers il y a tout d'abord les réseaux sociaux comme Facebook, Instagram et Twitter qui sont des moyens efficaces pour atteindre un grand nombre de personnes en peu de temps. Facebook est le réseau social le plus utilisé dans le monde avec 2 958 milliards d'utilisateurs actifs au moins une fois par mois en 2023 selon un rapport de Meltwater.

Ainsi, les vétérinaires peuvent créer des pages et des groupes dédiés aux soins des équidés, partager des informations utiles et sensibiliser les propriétaires aux problèmes courants que peuvent rencontrer leurs équidés dont les coliques. Les vétérinaires peuvent créer des vidéos courtes et éducatives sur les signes précoces de colique et les partager sur les réseaux sociaux, sur leur site web ou leur chaîne YouTube. La grande majorité de ces supports ne font appel qu'à des compétences informatiques peu avancées. Cependant la télésanté et l'IA peuvent et pourraient également apporter encore plus de diffusion et d'adhésion de la part du propriétaire quant à sa sensibilisation sur les coliques. En effet, cela s'étend de l'algorithme des logiciels de recherche qui réalise de la publicité ciblée en lien avec les recherches internet des propriétaires à la formation interactive à distance par l'intermédiaire d'une visioconférence avec le vétérinaire. Cette diversité de propositions permet une approche plus personnalisée et donc plus efficace des connaissances à acquérir sur les coliques par les propriétaires. Récolter les données fournies par des propriétaires doit également être intégré dans le développement de ces outils afin de garantir une pluralité de l'apprentissage de l'IA face aux divers environnements possibles. Un box d'unité de soins intensif peut être très éloigné de la configuration d'un box et de l'environnement du box d'une écurie classique.

2. Développer la télésanté sur le lieu de vie de l'équidé

Un domaine prometteur évoqué précédemment pour améliorer la prise en charge et le suivi des équidés est la télésanté sur le lieu de vie de l'équidé. Cette approche consiste principalement en l'utilisation de caméras et de capteurs connectés, tels que ceux proposés par Animalinks, ACARiS et Piavita, pour effectuer des téléconsultations et surveiller en temps réel le comportement de l'animal. Cette technologie peut être particulièrement utile pour les propriétaires et les vétérinaires dans les zones géographiques où l'accès aux soins vétérinaires est limité. Un article de Clémence Leblanc publié en 2023 intitulé « Évolution de la pratique vétérinaire en zone rurale et périurbaine » décrit plus largement ce phénomène avec notamment les changements dans la pratique vétérinaire en France depuis les années 1990, avec une attention particulière portée aux zones rurales et périurbaines. L'auteur explique que la diminution de la population agricole et la concentration croissante de la production agricole ont conduit à une réduction de la demande de services vétérinaires en zone rurale. En réponse, de nombreux vétérinaires ont diversifié leurs activités pour inclure des animaux de compagnie et ont commencé à travailler dans des zones périurbaines pour répondre à la demande croissante de soins vétérinaires pour les animaux de compagnie. Or, cette évolution a créé des inégalités d'accès aux soins vétérinaires pour les agriculteurs et les propriétaires d'animaux d'élevage, en particulier dans les zones les plus reculées. En conclusion, l'article propose encore d'autres solutions potentielles pour améliorer l'accès aux soins vétérinaires en zone rurale, notamment en explorant des solutions de télémédecine vétérinaire (77).

En cas de colique, la télésanté peut aider à orienter la prise en charge en permettant aux vétérinaires de déterminer si une intervention urgente est nécessaire ou si l'équidé peut attendre. Cela peut également réduire les coûts et le stress du propriétaire. Cependant, en cas de colique avérée, le déplacement du vétérinaire ou de l'animal sera nécessaire. La télésanté sur le lieu de vie des équidés permet un suivi continu de leur état, ce qui peut aider à détecter des signes précoces de colique et améliorer le pronostic de l'animal.

3. Les apports multiples de l'IA

De plus, une nouvelle fois l'intérêt de l'utilisation de l'IA pour améliorer la détection des coliques et donc leur pronostic peut être mis en avant. Tout d'abord, l'IA peut jouer un rôle important dans la détection précoce en recueillant les signes vitaux, les mouvements, les habitudes alimentaires, les comportements et les performances puis en les analysant. L'IA est ainsi capable de traiter une grande quantité de données rapidement et en corrélation avec les précédentes recueillies. Cela peut ainsi aider à détecter rapidement des anomalies et les tendances pouvant indiquer une colique. Elle peut également être programmée pour détecter des changements plus subtils comme des variations dans la fréquence cardiaque, la respiration lorsqu'un cheval est déjà sous surveillance rapprochée. Animalinks ainsi que les deux autres entreprises évoquées précédemment permettent une modulation des seuils d'alerte. Ainsi, l'IA peut aider les vétérinaires à détecter rapidement des situations nécessitant leur intervention.

C. La télésanté et l'intelligence artificielle : aider le vétérinaire dans sa prise de décision

Les technologies de télésanté et d'IA offrent de nombreuses possibilités pour aider les vétérinaires dans leur prise de décisions pour le traitement et la prise en charge des équidés atteints de coliques. Lorsqu'un diagnostic de colique est confirmé le vétérinaire doit prendre une décision quant à la prise en charge à effectuer. Nous avons vu précédemment la difficulté que cela pouvait représenter, les enjeux associés et également des indicateurs et les outils fréquemment utilisés. L'IA peut aider à diagnostiquer rapidement et précisément certaines maladies et identifier des tendances dans les données récoltées pour fournir des recommandations de traitements personnalisés. Enfin, les technologies de télésanté peuvent améliorer la collaboration entre les différents intervenants grâce à des systèmes de dossiers médicaux partagés et des outils de communication en temps réel. Ainsi, plusieurs axes d'améliorations sont possibles et doivent être étudiés pour incorporer la télésanté et l'IA dans cette prise de décisions. Le premier axe consiste à étudier l'historique et le signalement des différents types de coliques à partir d'études rétrospectives sur la présentation des équidés en coliques aux vétérinaires. Le deuxième axe consiste à caractériser les éléments cliniques et paracliniques pour chaque type de colique. Le troisième axe serait la caractérisation des relations entre les trouvailles cliniques, les examens complémentaires et le pronostic. Enfin, le quatrième axe possible serait de développer des tests diagnostiques et des traitements adaptés aux différents types de coliques.

1. Améliorer l'analyse des commémoratifs et de l'anamnèse par la télésanté et l'intelligence artificielle

La prise en charge rapide et appropriée d'un équidé atteint de colique dépend en grande partie de la qualité des informations fournies par les propriétaires et les soignants. La télésanté et l'IA peuvent aider les vétérinaires dans ce processus en améliorant la prise et l'analyse des données. La télésurveillance, par exemple, permet une collecte plus précise et complète des données de santé du patient grâce à des appareils de mesure portables ou implantables. De plus, la télésurveillance peut contribuer à une collecte de données plus objectives et moins sujettes à des erreurs humaines, ce qui peut aider à prendre des décisions plus éclairées en matière de diagnostic et de traitement. En somme, la télésurveillance et l'IA peuvent aider à améliorer les commémoratifs et l'anamnèse des équidés en fournissant des données plus précises, une surveillance continue et une collecte de données plus objective.

2. Prise en charge immédiate : utilisation de capteurs et de logiciels

L'examen de l'équidé atteint de colique par le vétérinaire doit être le plus rapide et complet possible. Lorsque le vétérinaire se déplace sur le terrain les conditions ne sont pas forcément optimales. L'atmosphère peut également être délétère. Ainsi, en plus de son examen clinique classique avec les examens complémentaires réglementaires que sont la palpation transrectale et le sondage naso-gastrique, le vétérinaire pourrait s'aider de la télésanté et de l'IA. En effet, il est important de pouvoir suivre l'évolution des paramètres biologiques tels que la fréquence cardiaque et le rythme cardiaque, la fréquence respiratoire, la température, les bruits digestifs. La réponse à la douleur à la suite de l'administration d'un analgésique doit également être monitorée. Malheureusement, le vétérinaire dispose d'un délai restreint et une multitude d'actes à réaliser. Il ne lui est ainsi pas possible de monitorer en continu ces paramètres. De plus, en fonction des premiers résultats de son examen, le vétérinaire peut orienter son approche vers un type de colique et réaliser les examens adéquats en conséquence. L'idéal serait ainsi que les paramètres puissent être relevés de manière fidèle en continu par des outils technologiques, mais également que le vétérinaire soit orienté dans les examens complémentaires à réaliser en priorité pour affiner un diagnostic. Diagnostic qui pourra être conforté également une IA. Enfin donner un pronostic statistique en fonction d'une prise en charge donnée permet aux propriétaires de conforter leur décision. La télésanté et l'IA pourraient répondre à ces demandes.

En effet, en ce qui concerne le monitoring de paramètres physiologiques, plusieurs propositions ont déjà été évoquées précédemment, avec notamment l'entreprise Piavita. Les données collectées peuvent ensuite être transmises à un système d'IA pour être analysées et fournir des informations importantes pour guider le vétérinaire dans sa prise de décision. En plus de la surveillance à distance, l'IA peut également être utilisée pour aider à identifier les causes sous-jacentes des coliques équinées en analysant les données antérieures collectées sur le lieu de vie de l'équidé. En utilisant des algorithmes d'IA, le système peut identifier des modèles ou des anomalies dans les données de surveillance qui pourraient indiquer une cause possible de la colique. Cela peut aider le vétérinaire à diagnostiquer plus rapidement et à traiter le cheval avec une plus grande précision.

Ainsi, l'IA peut être utilisée pour aider les propriétaires d'équidés à prendre des décisions éclairées quant à la prise en charge de leur animal. En utilisant des données collectées sur les résultats de traitement passés pour des cas similaires, l'IA peut fournir des informations sur les résultats probables des différentes options de traitement. Cela peut aider les propriétaires d'équidés à prendre des décisions plus éclairées.

D. La télésanté et l'intelligence artificielle : améliorer le suivi des équidés atteints de coliques en soins intensifs

1. Amélioration du suivi : l'intervention de la télésanté et de l'IA

Les unités de soins intensifs équin sont des installations vétérinaires spécialisées dans la prise en charge de chevaux nécessitant une prise en charge médicale immédiate et conséquente. Ces unités sont conçues pour fournir des soins vétérinaires intensifs 24 heures sur 24 et disposent généralement d'un personnel vétérinaire hautement qualifié et expérimenté, ainsi que d'équipements médicaux et de surveillance avancés. Les équidés y sont généralement admis sur recommandation d'un vétérinaire traitant. Lors de son admission et tout au long de sa prise en charge, l'équidé va subir des examens complémentaires, des interventions médicales et chirurgicales et bénéficier d'une surveillance accrue. Lors de cette surveillance, le personnel médical vérifie à intervalles de temps réguliers des paramètres d'importance corrélés au pronostic de l'équidé. Ces paramètres peuvent varier en fonction de l'atteinte présentée.

Pour mieux comprendre l'étude de ces paramètres et la fréquence de la mesure de ces derniers voici un tableau utilisé au CUSI de la Clinéquine®.

FEUILLE DE SOINS INTENSIFS																											
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7			
Suivi																											
Attitude																											
Appetit																											
Fr. cardiaque																											
Fr. respi																											
Muqueuses																											
TRC																											
Température																											
Veines																											
Pieds																											
Pouls digités																											
Bruits digestifs																											
Crottins (+ x)																											
Urine																											
Réflux																											
Cons ^e eau (/10 L)																											Bu /24 hL
Traitements																											
Fluides :L/h																											Sur 24 hL
Remarque																											
Analyses																											
Soins																											

Médicaments, analyses et soins :

Mettre une à l'horaire souhaité, cocher et mettre initiales à côté quand administré ou réalisé

V2021

Figure 28 : Fiche de soins numéro 25 de la Clinéquine® (crédit : Clinéquine®)

En fonction de l’atteinte dont souffre le cheval certains paramètres seront considérés comme plus sensibles : même une petite variation de ces derniers peut être un signe d’alerte alors que pour une autre atteinte cela serait peu significatif. Par exemple, lorsqu’un cheval souffre de colique, les bruits digestifs, l’émission de crottins, l’agitation sont plus critiques par rapport à une affection articulaire. Les trois entreprises présentées ci-avant pourraient permettre un suivi des principaux paramètres vitaux et d’intérêt d’un équidé présent en soins intensifs pour une colique. L’IA pourrait permettre un suivi intelligent de ces données. Néanmoins, le panel de ces paramètres physiologiques doit être validé cliniquement puis sa détection doit également être mise à l’épreuve dans la structure d’utilisation avant chaque utilisation autonome. En effet, il est primordial d’assurer une fiabilité du matériel utilisé pour la santé de l’équidé, mais également pour la responsabilité du vétérinaire.

L’environnement universitaire se prêterait particulièrement bien à cette validation. En effet, généralement, les étudiants sont nombreux, la surveillance de tout instant et les installations conséquentes. Voici les grandes lignes de l’ébauche d’un protocole qui pourrait être utilisé dans une structure universitaire comme la Clinéquine®.

1/ **Choix des données à collecter** : choisir les types de mouvements parmi ceux exprimés par l’équidé lorsqu’il est atteint de colique. Ces mouvements peuvent concerner à la fois des mouvements de la tête, du corps et dans l’espace de son box. Ces différents mouvements ainsi que leurs caractéristiques ont été abordés dans la partie II.

2/ **Collecte des données** : utilisation de l'actuel système de caméras ou mise en place d'un nouveau système dans les boxes du CUSI pour enregistrer les mouvements des équidés présentés pour colique ou non. Cet enregistrement doit être réalisé sous différents angles de vue dans des situations pathologiques et non pathologiques et concerner des équidés de toutes races et morphologies. Les étudiants peuvent aider à identifier les mouvements caractéristiques à surveiller afin de faciliter le travail de découpage des vidéos. Cela pourrait par exemple prendre la forme d'un document informatique sur lequel les étudiants témoins de mouvements d'intérêt indiqueraient la date, l'heure et la durée du mouvement.

3/ **Labellisation des données** : les enregistrements vidéo doivent être annotés avec les mouvements spécifiques de l'équidé mais également avec son descriptif (race, commémoratifs, anamnèse, ...). Une nouvelle fois les étudiants peuvent aider à annoter les enregistrements vidéo avec des étiquettes appropriées ce qui a également un intérêt pédagogique non négligeable.

4/ **Traitement des données** : les données brutes doivent être nettoyées et préparées pour l'entraînement de l'IA. Il peut être nécessaire de stabiliser les vidéos, de réduire le bruit et d'extraire des caractéristiques spécifiques des mouvements de l'équidé.

5/ **Division des données** : les enregistrements vidéo doivent être divisés en ensembles d'entraînement, de validation et de test pour l'entraînement et l'évaluation de l'IA.

6/ **Sélection de l'algorithme** : il faudra ensuite choisir ou faire créer un algorithme d'apprentissage automatique (ML) le plus approprié pour le type de données collectées et les tâches de reconnaissance de mouvements spécifiques.

7/ **Entraînement de l'IA** : puis il s'agira d'entraîner l'IA en utilisant les ensembles de données d'entraînement et de validation. L'objectif est de faire apprendre à l'IA à reconnaître les mouvements du cheval à partir des enregistrements vidéo précédemment réalisés.

8/ **Évaluation de l'IA** : évaluer les performances de l'IA sur l'ensemble de données de test pour mesurer la précision de la reconnaissance de mouvements de l'équidé.

9/ **Amélioration de l'IA** : si les performances de l'IA ne sont pas satisfaisantes, il faut ajuster les paramètres de l'algorithme d'apprentissage automatique et/ou ajouter plus de données d'entraînement pour améliorer les performances.

10/ **Déploiement de l'IA** : une fois que l'IA a été formée à reconnaître les mouvements du cheval avec une précision satisfaisante, elle peut être utilisée pour aider les vétérinaires ou les entraîneurs à surveiller la santé et la performance des chevaux.

Une fois que la reconnaissance de mouvement sera fonctionnelle, il sera nécessaire d'intégrer des données et des instructions de codage à l'algorithme afin qu'il puisse analyser les mouvements recueillis en considérant leur apparence, leur évolution, leur association, ainsi que le dossier médical de l'équidé.

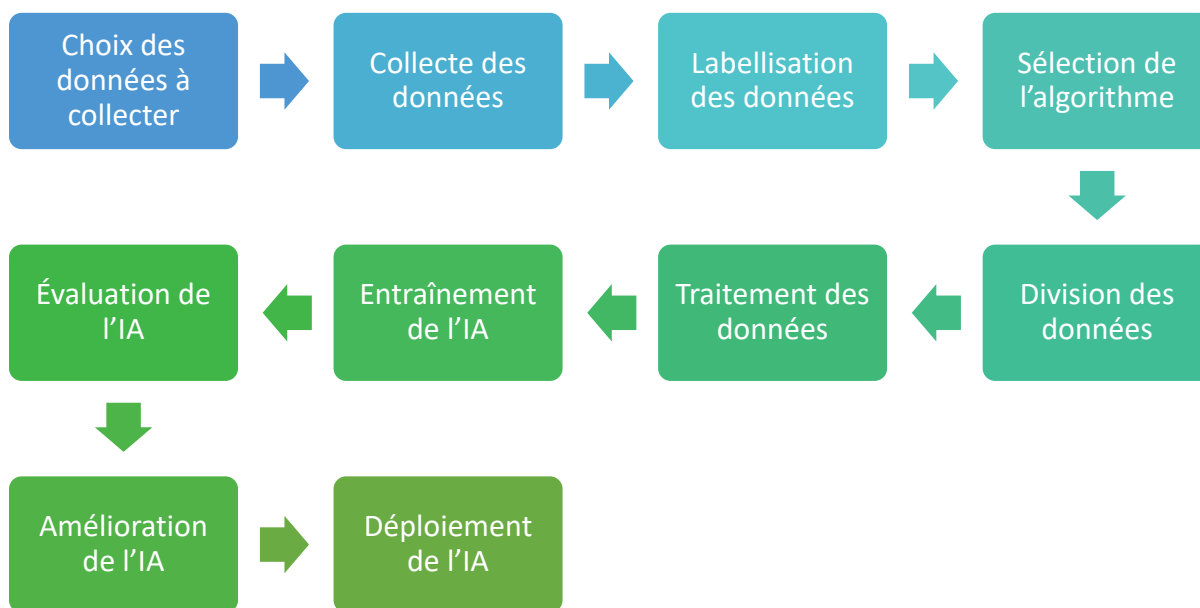


Figure 29 : Grandes étapes de la création d'un logiciel de reconnaissance et d'analyse de mouvements (crédit : L. Cordebar)

De plus, il est possible d'utiliser des capteurs pour la surveillance des équidés en les associant à une télésurveillance intelligente et en les reliant à une application. Les capteurs peuvent mesurer divers paramètres physiologiques évoqués précédemment tels que la fréquence cardiaque, la température, la respiration et les mouvements, dont les données peuvent être transmises en temps réel à l'application pour une surveillance à distance. Les mouvements du cheval peuvent également être enregistrés par les capteurs et les caméras connectées, puis analysés par l'IA. Cependant, pour que les capteurs et les caméras soient reliés à la même application, il est important de choisir un système de surveillance approprié. Dans un contexte universitaire, les étudiants pourraient contribuer à la conception de cette application en aidant à collecter des données et à analyser les résultats. L'analyse des données collectées par l'application pourrait également aider les étudiants, les cliniciens et les chercheurs à mieux comprendre les mécanismes des coliques.

2. Limiter la charge de travail du corps médical en médecine vétérinaire équine

De nombreuses régions dans le monde sont confrontées à une pénurie de praticiens équins. En juillet 2022, docteur Emma Read, ancienne présidente de l'AAEP a déclaré: « The equine veterinary profession is in crisis. [...] In order to transform equine practice, we must address the pain points which are driving exceptional horse doctors away. Without change, future veterinary care for our nation's horses will be greatly jeopardized ». Toujours selon l'AAEP, tous les ans 1.3 % des nouveaux diplômés vétérinaires se lancent dans la pratique équine, tandis que 4.5 % d'entre eux effectuent des formations complémentaires comme des internats.

Toutefois, au cours des cinq premières années, 50 % d'entre eux ont quitté la pratique équine pour des cabinets spécialisés dans les petits animaux ou ont abandonné la médecine vétérinaire. Les principales raisons avancées sont l'épuisement professionnel menant fréquemment au burnout et les salaires en début de carrière qui sont inférieurs aux salaires des vétérinaires de canine (78).

En effet, dès 2003, la question « la médecine vétérinaire est-elle un métier sain ? » se pose avec des constats encore valables de nos jours (79). En 2010 et 2012, deux études anglaises mettent en avant les problèmes psychologiques et les suicides chez les chirurgiens vétérinaires (80, 81). Le suicide chez les vétérinaires est une réelle problématique, selon la première étude française sur la santé psychologique des vétérinaires présentée à l'Ordre national des vétérinaires français en mai 2022, 4.7 % des vétérinaires ont fait une tentative de suicide avec un risque de suicide 3 à 4 fois plus élevé que dans la population générale et deux fois plus que les professions de santé humaine. L'indice d'épuisement émotionnel est quant à lui 1.2 fois supérieur à celui des agriculteurs dont la profession est connue pour être très éprouvante physiquement et psychologiquement. Le taux de burn-out en est d'autant plus élevé (82).

Les étudiants vétérinaires sont également pris en compte dans le personnel de santé qui œuvre chaque jour pour la santé des animaux et des équidés ici. Tous les étudiants vétérinaires réalisent au cours de leurs années d'études des semaines en clinique à l'école et en stage avec des gardes. Les horaires sont souvent conséquents avec des responsabilités. Récemment, en 2022, une étude a mis en évidence que les étudiants vétérinaires allemands sont 22.1 fois plus touchés par la dépression et qu'ils présentent un risque 4 fois plus élevé de déclarer des idées suicidaires par rapport à la population générale allemande de la même tranche d'âge (83). L'association Not One More Vet connue sous le sigle NOMV créée en octobre 2014 par docteur Nicole McArthur à la suite du suicide de la vétérinaire mondialement connue, docteur Sophia Yin, est le symbole du mal-être de la profession vétérinaire en général. Cette association, qui compte plus de 26000 vétérinaires sur les réseaux, s'efforce d'améliorer le bien-être mental au sein de la profession vétérinaire en proposant des formations, des ressources et un soutien.

Ainsi, l'utilisation de la télésanté et de l'IA permettrait de pallier en partie à ce défaut de couverture en vétérinaires équins de plus en plus conséquent partout dans le monde et les soulager au quotidien. Ces derniers pourraient alors se concentrer sur des actes nécessitant leur présence physique ? Lors de la pandémie du COVID 19, le recours à des photos, vidéos voir de la transmission en direct de chevaux de course à des chirurgiens vétérinaires à distance pour l'établissement d'un diagnostic a été bien plus fréquent que lors de la période en amont de la pandémie. Les visites physiques du vétérinaire dans l'écurie ont alors été moins fréquentes (84). Docteur Parminder Basran, professeur à l'Université de Cornell, États-Uni, a dans ce sens énoncé en janvier 2023 « *AI will likely diffuse into clinical practice in small but tangible ways that could release the burden of what might be considered mundane tasks ... Those time-savings can be re-invested into more patients accessing care or other clinical tasks* » (soit « L'IA se diffusera probablement dans la pratique clinique par des moyens modestes mais tangibles qui pourraient alléger le fardeau de ce qui pourraient être considérées

comme des tâches banales ... Ces gains de temps peuvent être réinvestis dans l'accès aux soins de plus de patients ou dans d'autres tâches cliniques » en français). Il en est de même pour les étudiants vétérinaires qui, en lieu et place de tâches chronophages à l'image d'une surveillance continue de l'équidé en colique avec des examens cliniques très fréquents incluant le report de ces informations par écrit, pourraient appréhender d'autres compétences et gagner en temps de repos grâce à l'intervention de l'IA, de la télésurveillance et du télémonitoring. Les possibilités sont similaires pour les aides-soignants en médecine équine. De plus, l'utilisation de chatbots et de programmes d'IA pour répondre aux questions courantes des clients peut permettre aux vétérinaires de se concentrer sur les tâches les plus importantes et de réduire leur charge de travail globale.

Attention cependant, la télésanté n'est pas l'unique solution à toutes ces problématiques, elle comporte également des incertitude et danger. En effet, l'utilisation de la télésanté en médecine vétérinaire pourrait permettre aux clients de bénéficier de consultations vétérinaires à leur convenance, à tout moment de la journée ce qui pourrait avoir des effets considérables sur l'équilibre entre vie professionnelle et vie privée et sur la santé mentale des vétérinaires. Pour ne pas tomber dans cette dérive, des règles et des directives claires doivent être établies au sein de la pratique vétérinaire équine et diffusées auprès des clients pour éviter que cet ajout positif n'en devienne négatif.

E. La télésanté et l'intelligence artificielle : améliorer la convalescence de l'équidé traité pour coliques

La convalescence en médecine équine correspond à la période de récupération après une maladie, une blessure ou une intervention chirurgicale chez un cheval. Pour le cas d'équidés atteints de coliques, cette période dépendra de la gravité de la colique et du traitement qui a été administré et inclura principalement une période de repos strict, une alimentation restreinte, des médicaments et enfin des exercices spécifiques. Au cours de cette période, l'équidé est sous la surveillance étroite d'un vétérinaire et peut nécessiter des soins spécifiques et réguliers. Cependant, la plus grande partie de la convalescence de l'équidé a lieu chez son propriétaire, il est alors nécessaire que ce dernier suive les instructions de son vétérinaire et surveille attentivement son équidé afin de détecter tout signe de récurrence ou de complication.

1. Accompagner le propriétaire tout au long de la convalescence de l'équidé

Tout d'abord, en tant que professionnel de santé, il convient d'adopter un discours pour rassurer les propriétaires d'équidés, et ce même en situation de colique sévère en étant transparent et honnête par le biais d'une communication claire avec les propriétaires sur les conditions de santé de leur animal, les traitements nécessaires, les résultats des tests et les coûts associés. Il faut établir une relation de confiance en écoutant du mieux possible les préoccupations et les questions des propriétaires en leur montrant que tout est mis en œuvre pour la santé de leur équidé et qu'ils peuvent avoir confiance. Des études ont montré que les propriétaires qui sont activement impliqués dans le processus de récupération ont une

meilleure compréhension du comportement du cheval et sont plus susceptibles de reconnaître tout problème qui pourrait survenir pendant la période de récupération. Le propriétaire doit donc être impliqué dans toutes les étapes du processus de guérison, depuis la prise en charge immédiate après l'opération jusqu'à la réadaptation à long terme. Les propriétaires jouent un rôle primordial dans l'observation des signes de douleur et de complications post-opératoires, ainsi que dans la gestion des soins de soutien tels que l'alimentation, l'hydratation et les pansements.

En plus des éléments cités précédemment, il est important de souligner que la disponibilité du vétérinaire possède un rôle crucial dans la relation de confiance établie entre le vétérinaire, le propriétaire et l'équidé. Cependant, il n'est malheureusement pas toujours possible pour le vétérinaire d'être joignable et disponible à tout moment pour tous les propriétaires d'équidés, en particulier pour ceux qui se trouvent dans des zones géographiques éloignées ou mal desservies. Dans de telles situations, les technologies de communication à distance peuvent être particulièrement utiles, permettant aux vétérinaires de fournir des conseils et des orientations aux propriétaires d'équidés, même lorsqu'ils ne sont pas en mesure de se déplacer sur place. Cette approche peut être particulièrement efficace pour les cas d'urgence où une intervention rapide est nécessaire pour sauver la vie de l'animal. En général, l'adoption de technologies innovantes peut améliorer la qualité des soins de santé pour les équidés et renforcer la collaboration entre les propriétaires, les vétérinaires et les autres acteurs de la santé animale.

Cependant, tous les propriétaires de chevaux n'ont peut-être pas les connaissances ou l'expérience nécessaires pour prodiguer les meilleurs soins à leurs chevaux pendant la période post-opératoire. Dans de tels cas, les vétérinaires peuvent avoir besoin de fournir un soutien et des conseils supplémentaires pour s'assurer que le cheval reçoit les meilleurs soins possibles.

2. Permettre au vétérinaire de suivre l'équidé tout au long de la convalescence

Le taux de mortalité des chevaux en convalescence après une chirurgie de colique dépend de la gravité de la colique, de l'état de santé général de l'équidé avant sa prise en charge, de la qualité des soins post-opératoires et également de la rapidité avec laquelle des complications éventuelles sont détectées et traitées. Selon les études, le taux de mortalité pour les chevaux qui subissent une chirurgie de colique varie généralement entre 5 % et 10 % (85). Un article publié en 2016 dans l'*Equine Veterinary Journal* et intitulé « *Prevention of post operative complications following surgical treatment of equine colic: Current evidence* » discute des mesures préventives qui peuvent être prises pour réduire les complications post-opératoires chez les chevaux atteints de coliques chirurgicales. Les auteurs présentent un résumé des preuves actuelles, issues de différentes études, concernant les mesures de prévention des complications post-opératoires les plus efficaces. Ces mesures incluent la surveillance post-opératoire et notamment l'importance du suivi des équidés en convalescence de colique par le vétérinaire, notamment pour surveiller les signes de complications post-opératoires, ajuster le traitement médicamenteux en conséquence et planifier un programme d'exercice adapté à chaque cas (86).

Ainsi, un suivi adéquat d'un équidé dans sa période de convalescence permet à la fois d'améliorer la relation vétérinaire – propriétaire et le pronostic de l'équidé. Faciliter ce suivi pourrait également améliorer les conditions de travail du vétérinaire.

La télésanté et l'IA peuvent participer à améliorer ce suivi en permettant le suivi à distance de l'équidé, des réévaluations à distance associées, et si nécessaire, des prescriptions à distance. Lors de ces téléconsultations, le vétérinaire peut examiner le cheval avec les images vidéo, mais également avec les données recueillies par les capteurs pouvant être placés sur l'équidé. Le vétérinaire a également accès à l'historique de l'équidé sur les derniers jours à semaines incluant son budget temps qui est une donnée importante lors du monitoring de l'équidé en convalescence pour colique. Ces informations peuvent être rassemblées dans des dossiers de santé électroniques qui permettent au vétérinaire d'accéder aux antécédents médicaux du cheval à distance, y compris les résultats de tests, les prescriptions de médicaments et les notes d'examen physique afin d'attester au mieux de l'évolution, positive ou négative, de l'équidé vu en téléconsultation. De plus au cours de ces téléconsultations, les propriétaires de chevaux peuvent montrer à leur vétérinaire des sites d'intérêt pour le vétérinaire comme la plaie de chirurgie ou bien toute zone ou symptôme qui susciteraient leur inquiétude via la caméra ou par l'envoi d'une photo. Il convient de rappeler également l'intérêt de l'utilisation de caméra intelligente dans cette période de la prise en charge de l'équidé avec la génération d'alertes pour le propriétaire ou le vétérinaire lors de comportements anormaux.

Cependant, il conviendra d'aborder la question du coût du matériel nécessaire à ce monitoring à distance. Tous les propriétaires d'équidés ne disposent pas de caméra intelligente et de capteurs. Ainsi, une location du matériel par le vétérinaire au propriétaire pourrait être envisagée et ce coût doit être présenté et explicité aux propriétaires. Cela pourrait inciter des propriétaires à investir de manière durable dans un équipement technologique à l'image des caméras connectées. Il conviendra également de déterminer pour le vétérinaire dans quelle mesure il est autorisé à conseiller un outil technologique paramédical en particulier.

Cependant, il est important de noter que pour des situations complexes ou des examens approfondis, une visite physique sur place peut être nécessaire. La responsabilité du vétérinaire reste identique à distance avec son obligation de moyens. Ainsi, une confiance dans le propriétaire doit avoir été établie au préalable.

À noter que pour permettre le suivi des animaux convalescents, un panel de paramètres physiologiques plus large pourrait être utilisé après validation clinique. Par exemple, la mesure de la température gastro-intestinale par l'entreprise suisse Green comparée à la température rectale et à la température sanguine mesurées par l'entreprise irlandaise Betatherm Sensors a montré des résultats plus proches de la température sanguine, bien que la pertinence de cette mesure dans un contexte pathologique reste à évaluer (19).

F. Big Data, sécurité et craintes : où en sommes-nous ?

1. Le Big Data, une nouvelle ressource indispensable qui doit être encadrée

Les données massives, ou Big Data, en santé sont maintenant considérées comme le nouvel « or numérique ». Elles sont devenues indispensables dans de nombreux domaines, notamment pour les entreprises, la recherche scientifique, les soins de santé et les services publics. La médecine vétérinaire équine n’y échappe pas. Elle doit répondre à la règle des « 3 voir 4 V » pour Volume, Vélocité, Variété et Véracité. Le tableau ci-après donne une idée du volume que représente le Big Data. À noter qu’un million de caractères correspondent à un mégabyte.

Tableau VII : Tableau sur le volume des données

1,000 mégabytes	1 gigabytes	Information du génome humain
1,000 gigabytes	1 téraoctet	Production littéraire annuelle mondiale
1,000 téraoctets	1 pétaoctet	Contenu de toutes les bibliothèques américaines
1,000 pétaoctets	1 exaoctet	Les deux tiers de toute la production annuelle d’informations mondiales

Comme nous l’avons vu précédemment, ces données sont indispensables au développement de la télésanté et de l’IA. Leur analyse permet de détecter des tendances et des modèles dans les dossiers médicaux électroniques qui peuvent aider les praticiens équins à améliorer les diagnostics, les traitements et donc le pronostic de l’équidé.

Quid des données et du secret médical en médecine vétérinaire ? En effet, tout comme en médecine humaine, il y a un secret médical en médecine vétérinaire. Le secret médical vétérinaire est un principe éthique et juridique qui oblige le vétérinaire à protéger la confidentialité des informations personnelles et médicales de ses patients (les animaux) et de leurs propriétaires. Le secret médical vétérinaire s’applique à toutes les informations confidentielles obtenues par le vétérinaire dans l’exercice de sa profession, tels que les antécédents médicaux, les examens physiques, les résultats de tests, les diagnostics et les traitements. Le vétérinaire ne peut divulguer ces informations qu’avec le consentement du propriétaire de l’animal ou en cas d’obligation légale de le faire, par exemple pour signaler un cas de maltraitance animale ou une maladie transmissible. En outre, le secret médical vétérinaire s’étend également aux membres de l’équipe vétérinaire, qui sont également tenus de protéger la confidentialité des informations médicales des animaux et de leurs propriétaires. Le non respect du secret médical vétérinaire peut avoir des conséquences juridiques et éthiques graves pour le vétérinaire, y compris des poursuites pour violation de la vie privée et des dommages à l’image professionnelle. Cela est d’ailleurs mis en avant dans l’article « *Harnessing big data for equine health* » publié en 2019 qui examine le potentiel de l’utilisation du Big Data pour améliorer la santé des équidés. Les avantages de l’analyse des traqueurs de fitness équine pour surveiller la santé et la performance des chevaux de course,

de l'utilisation de bases de données génétiques pour améliorer les programmes d'élevage et de l'identification de nouveaux marqueurs génétiques pour les maladies héréditaires sont mis en avant. Cependant les défis associés à la collecte et à l'utilisation du Big Data dans la médecine vétérinaire équine, tels que la qualité et la quantité des données disponibles, la sécurité des données et les coûts associés à la collecte sont également suggérés. L'utilisation de ces données massives en équine peut être un réel avantage pour améliorer la médecine vétérinaire, mais nécessite des efforts concertés pour surmonter les défis techniques et éthiques associés (87).

Ainsi, il est important de s'assurer de la sécurité des données à la fois pour la confidentialité des patients mais également pour les risques de violation de données puisque ces grandes quantités de données stockées sont des cibles attrayantes pour les cybercriminels et représentent une valeur monétaire très importante. Il faut également que les entreprises veillent au respect de la réglementation qui encadre actuellement les données : la *Health Insurance Portability and Accountability Act* (HIPAA) aux États-Unis et le RGPD en Europe. Il semble également cohérent que le détournement des données puisse avoir un impact négatif sur l'image de la structure vétérinaire et affecter en conséquence la confiance des clients actuels et potentiels. Ainsi, la sécurité des données en pratique vétérinaire équine est primordiale, et cela, non sans rappeler que la médecine équine constitue la filière vétérinaire la plus touchée par les actions en justice à l'encontre de ses praticiens.

De plus, se pose également la question de la transparence de l'utilisation des données. En effet, les algorithmes utilisés pour prendre des décisions médicales doivent être compréhensibles et explicables pour que les propriétaires et les vétérinaires comprennent les raisons de ces décisions et garantissent l'équité et la non-discrimination. Cela est plutôt aisé avec le ML dont il a principalement été question dans ce travail. Cependant, certains algorithmes utilisant le DL peuvent être opaques et difficiles à comprendre. Ainsi, les vétérinaires et les entreprises travaillant autour de l'IA doivent travailler ensemble pour garantir que les algorithmes utilisés dans la prise de décision médicale sont compréhensibles, équitables et respectueux des données médicales confidentielles.

Un groupe de travail français « Santé, numérique et intelligence artificielle » à l'initiative du groupement de recherche « Internet, IA et Société » du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) propose régulièrement des débats à destination de chercheurs et chercheuses de domaines variés autour des interrogations en lien avec la santé et le numérique. Le 24 mars 2023, le débat intitulé « Transparence(s) et opacité(s) – entre dévoilement et secret, l'IA et le traitement algorithmique des données » présenté par Jean-Marc Deltorn, maître de conférences au Centre d'études internationales de la propriété intellectuelle (CEIPI) à l'Université de Strasbourg, a eu lieu. Ce débat a abordé l'importance des données, en particulier des données de santé, dans une nouvelle économie de la prédiction et du contrôle. Les algorithmes exploitent ces données pour catégoriser les individus, suivre leur comportement et produire de nouveaux services. Cela pose des défis éthiques, juridiques et techniques sans précédent. La transparence est devenue une valeur fondamentale promue par l'Union Européenne (UE) pour le développement, le déploiement et l'utilisation des systèmes prédictifs basés sur les données. Cependant, la transparence des systèmes de

traitement de données a des limites, liées à l'interprétation et à la mise en œuvre réglementaire et technique. Ce débat a souligné les contraintes liées à l'application de la transparence à l'encadrement du traitement des données et à l'accès à la logique sous-jacente aux modèles prédictifs (88).

L'Académie Vétérinaire de France a adopté à l'unanimité des présents le 23 février 2023 un avis sur les données brutes vétérinaires. Il y est recommandé que les vétérinaires prennent conscience de l'importance des données générées dans leur pratique et se forment aux technologies numériques. Cela notamment en enseignant les concepts de données, de métadonnées et de loyauté des algorithmes aux étudiants en médecine vétérinaire, en s'informant sur les conditions de sécurité des données numériques, en produisant des données pertinentes et de qualité, en mentionnant l'utilisation possible des données dans le contrat de soins, en protégeant et en anonymisant les données et en s'assurant des conditions de leur transfert. La profession doit également s'organiser en favorisant la création d'un référentiel de nomenclature, en mettant en place un cadre réglementaire pour le transfert de données issues de la pratique vétérinaire, en collaborant avec des groupes pluridisciplinaires tels que les ingénieurs, les développeurs et les informaticiens. Il est également nécessaire de permettre aux vétérinaires d'accéder aux données de santé animale, de structurer la donnée vétérinaire pour faciliter l'échange avec les autres producteurs de données, de participer à des réseaux d'épidémiosurveillance actuels ou à venir, de créer un observatoire des données via un Vet Health Data Hub au service de la pratique, de la recherche et de la santé publique vétérinaires, et enfin, de contribuer à l'élaboration de cahiers des charges pour évaluer les performances des outils connectés. L'avis complet rendu par L'Académie vétérinaire de France est consultable en annexe 10.

2. Améliorer la traçabilité et limiter les contentieux juridiques

La médecine vétérinaire équine est réputée pour ses litiges fréquents et coûteux. Cela s'explique en partie par le statut pluriel de l'équidé : l'équidé en tant qu'animal de compagnie, qu'animal de sport générant des revenus et en tant qu'animal de rente. Les enjeux financiers sont importants. Or, la prise en charge d'une colique n'offre aucune garantie quant au pronostic vital et sportif de l'équidé tout en impliquant des dépenses conséquentes.

Tableau VIII : Coût moyen du traitement des coliques dans les hôpitaux équins britanniques pour quatre résultats différents d'un épisode de colique, d'après (89)

Prise en charge	Coût moyen (en £)
Euthanasie	873.89
Chirurgie puis euthanasie	3485.13
Traitement médical	1501.08
Traitement chirurgical	6436.80

Pour pallier ces coûts importants en médecine équine, il est possible d'assurer les équidés. Ces assurances sont des outils permettant d'améliorer l'accès financier aux services vétérinaires et limiter les tensions autour de cet aspect. Cependant, l'assurance équine n'est encore que trop peu utilisée. À noter, que les propriétaires de chevaux de faible valeur préfèrent les polices d'assurance qui couvrent les frais médicaux et les soins de routine, tandis que les propriétaires de chevaux de grande valeur sont prêts à payer des cotisations plus élevées pour assurer la valeur marchande d'un cheval, mais ne sont pas disposés à payer un supplément pour des programmes couvrant les soins de routine (90). Il faudra également veiller à ce que les polices d'assurance intègrent dans leurs grilles de remboursement ou d'exclusion les soins relevant de l'utilisation des nouvelles technologies.

La télésanté peut aider à limiter les contentieux juridiques pour les vétérinaires, mais cela dépend de plusieurs facteurs. D'une part, la télésanté peut permettre aux vétérinaires de mieux suivre leurs patients à distance ce qui peut prévenir certaines complications ou erreurs de traitement et diminuer les risques de contentieux. D'autre part, la télésanté peut également améliorer la communication entre les vétérinaires et leurs clients, ce qui peut aider à éviter les malentendus et les conflits. Les vétérinaires peuvent fournir des informations claires sur les traitements recommandés, les prévisions de guérison et les coûts associés, ce qui peut aider les propriétaires d'animaux à prendre des décisions éclairées concernant les soins de leur animal. Enfin, nombre des outils de la télésanté présentés dans ce travail permettent un stockage des données autour de la prise en charge de l'équidé qui pourraient être utilisées comme preuves lors d'un litige.

Attention cependant à bien prendre en compte la différence la plus importante entre la télésanté et la télémedecine qui est pour l'AVMA la nécessité d'une relation entre le vétérinaire, le client et le patient précédemment établie par l'intermédiaire d'une consultation physique pour la télémedecine (15). Ainsi, la télémedecine ne peut pas être utilisée lors d'une première consultation. Cependant, l'AAVSB (American Association of Veterinary State Boards) a mis au point un modèle en 2018 qui permet l'établissement de cette relation vétérinaire - client à distance et permettant ainsi de se soustraire à l'obligation d'une première consultation à distance. Ainsi, aux États-Unis, chaque état possède sa propre législation : en 2019, la Californie interdisait l'absence d'une première consultation physique permettant l'établissement de ce lien avant l'utilisation de la télémedecine. Alors que d'un autre côté, la législation de l'Oklahoma est en faveur des recommandations de l'AAVSB (91). En France, il n'y a pas encore de telles régulations ce qui peut poser un problème. L'article d'Hans K. Bruhn HK intitulé « *Telemedicine: dos and don'ts to mitigate liability risk* » publié en 2020 aborde les préoccupations juridiques liées à l'utilisation de la télémedecine. Il explique que bien que la télémedecine offre des avantages tels que l'accès à des soins de santé de qualité pour les équidés éloignés, mais qu'elle peut également présenter des risques pour les médecins et les fournisseurs de soins de santé. Pour cela, l'article souligne l'importance de se conformer aux lois et réglementations en matière de télémedecine, y compris les lois sur la confidentialité des patients et la sécurité des données. Il recommande également de mettre en place des protocoles pour la gestion des urgences, la documentation des soins et la gestion des plaintes des patients. De plus l'article aborde les risques de responsabilité potentiels pour les

médecins et les fournisseurs de soins de santé en cas de négligence, de violation de la confidentialité des patients ou de traitement inapproprié. Il recommande de souscrire une assurance responsabilité civile professionnelle adaptée à la télémédecine pour se protéger contre ces risques. Enfin, l'article souligne que la télémédecine ne doit pas être utilisée comme une façon de contourner les exigences réglementaires ou les normes de soins. Les vétérinaires et les fournisseurs de soins de santé doivent maintenir des normes élevées de soins et de pratique médicale, même lorsqu'ils fournissent des soins à distance par le biais de la télémédecine (92).

3. Crainces vis-à-vis de l'utilisation de l'intelligence artificielle

Il s'agira ici d'aborder les préoccupations soulevées par l'utilisation des nouvelles technologies, en particulier celles liées à l'essor de l'IA et à l'utilisation du Big Data en médecine vétérinaire équine. En effet, de nombreuses publications ont été relayées sur les réseaux sociaux ainsi que dans la presse, avec des titres et des contenus pouvant être alarmants. L'article de Caroline Driot paru dans La Semaine Vétérinaire en mars 2023 traitant de « l'intelligence des vétérinaires » met en avant plusieurs témoignages de praticiens, mais également d'entreprise du secteur. Par exemple, le docteur William Addey qui est praticien en Seine-Maritime craint « une perte de confiance en soi » alors qu'un autre praticien mixte en Martinique, le docteur Jean-Marie Liabeuf appréhende l'IA comme « un moyen d'apprendre et de progresser ». Emilie Boissady, la fondatrice de Picoxia qui est un logiciel d'analyse de radios basé sur l'IA confirme que « la peur d'être remplacée par les nouvelles technologies est assez partagée au sein de la profession » mais elle statue également qu'il faut s'approprier les innovations permises par l'IA « sous peine qu'elles nous échappent » et que « les vétérinaires doivent s'impliquer pour apporter leur expertise, un regard critique, et favoriser le développement d'outils fiables et utiles ». Parce que avant tout, un des buts est de « se simplifier la vie, comme avec la calculatrice qui a supplanté le boulier » (93).

En effet, L'IA est une technologie émergente qui peut être utilisée pour améliorer les diagnostics et les traitements vétérinaires, mais elle peut également poser des défis et des risques. Par exemple, certains vétérinaires pourraient craindre que l'IA ne remplace leur expertise ou ne réduise leur rôle dans la prise de décision clinique. De même qu'il existe des préoccupations éthiques et de confidentialité liée à l'utilisation de l'IA dans la pratique vétérinaire précédemment évoquées. Les données des propriétaires et des équidés doivent être protégées et les propriétaires doivent être informés de la façon dont les données sont utilisées. Les vétérinaires doivent également prendre en compte les limites de l'IA en matière de précision et de fiabilité des résultats. Néanmoins, l'avenir de la pratique vétérinaire équine ne peut plus être envisagé sans l'intégration de l'IA. Ci-dessous figurent les principales orientations de l'IA en médecine vétérinaire équine pour la gestion des coliques chez les équidés adultes.

Tableau IX : Résumé des apports de l'intelligence artificielle à la médecine vétérinaire équine pour la gestion des coliques chez les équidés adultes

Contributions de l'IA à la médecine vétérinaire équine pour la gestion des coliques
Renforcement de la prophylaxie et de la capacité prédictive pour la prévention des coliques équines
Détection précoce des coliques chez les équidés
Amélioration de la détection précoce des coliques chez les équidés
Optimisation des coûts associés à la prise en charge des coliques équines

En conclusion de cette dernière partie, les progrès de la télésanté et de l'IA ont permis une amélioration de la prophylaxie et de la prédiction de la survenue des coliques, ainsi qu'une détection précoce des symptômes chez les équidés. En outre, l'utilisation de la télésanté et de l'IA a contribué à la réduction des coûts liés à la prise en charge des coliques équines en permettant une gestion plus efficace et une intervention plus rapide et précise. Bien que le développement rapide de la télésanté et de l'IA et son intégration croissante dans nos vies inspirent de grands espoirs, il suscite également la crainte que les machines puissent bientôt surpasser et remplacer l'homme. Toutefois, nous ne sommes pas encore arrivés à ce stade, car actuellement, l'IA ne réfléchit pas comme un être humain : elle aide l'homme à améliorer sa réflexion, « L'idée n'est en aucun cas que l'IA se substitue au praticien » confirme le docteur vétérinaire et data scientist Franck Noël (93). La télésanté et l'IA constituent une opportunité pour la médecine vétérinaire équine, à condition qu'elle soit utilisée de manière responsable et éthique.

CONCLUSION

La télésanté et l'intelligence artificielle offrent des avantages bien au-delà de la prise en charge des équidés atteints de coliques. Le champ d'application de ces technologies s'étend de l'environnement de l'animal jusqu'au bloc opératoire, en passant par les téléphones des propriétaires. Ces technologies permettent de sensibiliser les propriétaires, de détecter précocement les symptômes, d'améliorer le diagnostic, la prise en charge et le suivi des patients, que ce soit à l'hôpital ou à domicile. Ces outils technologiques nécessitent une compréhension complète des processus pathologiques pour lesquels ils sont utilisés. Dans le cadre des coliques, les manifestations de la douleur sont au centre de leur modélisation.

Professeur Appleby vétérinaire à l'Université de Guelph au Canada, a affirmé en 2022 que "pour préserver notre profession vétérinaire, nous ne pouvons pas ignorer l'IA mais plutôt la considérer comme une modalité auxiliaire". Les opportunités offertes par l'IA et la télésanté sont nombreuses, il convient de les aborder avec optimisme plutôt que de les craindre. Le vétérinaire doit se positionner comme acteur au risque de perdre une part importante du marché. Plus son implication sera importante, plus les outils générés seront pertinents pour sa pratique et meilleures en seront ses compétences. La formation des vétérinaires aux nouvelles technologies doit se faire dès le début de leur cursus vétérinaire.

Ces évolutions s'accompagnent de défis auxquels le vétérinaire et ses collaborateurs devront répondre. Cela concerne notamment le traitement des données et la responsabilité lors d'erreurs impliquant l'utilisation de la télésanté et de l'IA. Les défis associés à la collecte et à l'utilisation des données en médecine vétérinaire équine, concernent principalement la qualité et la quantité des données disponibles, la sécurité des données, la législation et les coûts associés à la collecte.

Ici, il a été pris l'exemple des coliques, cependant les applications sont nombreuses. Pour le concept de *One Health* ou une seule santé, les vétérinaires équins peuvent utiliser des réseaux intelligents de surveillance pour contrôler les tendances de la santé de la population équine dans une région ou un pays donné, ce qui peut aider à prévenir la propagation des maladies contagieuses. La formation et l'assistance de vétérinaires équins dans des pays en développement pourraient être permises par l'IA et la télésanté. Il est important de continuer à innover, et à encourager les professionnels de la santé animale à explorer ces nouvelles voies incontournables.

BIBLIOGRAPHIE

1. LOURD, Charlène, DELERUE, Marie et GRANDCHAMP-RENARD, Gwenaëlle. Vétérinaire équin : un médecin au service de la santé des équidés. *IFCE*. 2022. Equi-ressources, pp. 1-7.
2. Perrin R. Émergence de l'intelligence artificielle et utilisation des technologies Big Data en médecine vétérinaire : importance de la sensibilisation des futurs vétérinaires. Thèse de doctorat vétérinaire. 2019. Paris: Faculté de médecine de Créteil, 87p.
3. REACT Now to Beat Colic | The British Horse Society. [en ligne]. 10 octobre 2022. [Consulté le 20 février 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.bhs.org.uk/support-us/our-campaigns/react-now-to-beat-colic/>
4. E-santé : un marché potentiel de 22 milliards d'euros. [en ligne]. 7 avril 2021. [Consulté le 26 juillet 2022]. Disponible à l'adresse: <https://bigmedia.bpifrance.fr/news/e-sante-un-marche-potentiel-de-22-milliards-deuros>
5. AUDOUIN, Timothée. La réalité virtuelle au service des visites d'élevage dans les écoles vétérinaires. *e-Santé Animale*. [en ligne]. 17 novembre 2020. [Consulté le 26 juillet 2022]. Disponible à l'adresse: <http://esanteanimale.fr/la-realite-virtuelle-au-service-des-visites-delevage-dans-les-ecoles-veterinaires/>
6. BLIZNAKOVA, Martina. La réalité virtuelle dans le domaine de la santé. *MBA MCI*. [en ligne]. 14 janvier 2022. [Consulté le 1 avril 2022]. Disponible à l'adresse: <https://mbamci.com/realite-virtuelle-sante/>
7. RIBEIRO GASPAR, Beatriz et DE ASSIS NETO, Antonio Chaves. Three-dimensional printing educational anatomical model of the patellar luxation in dogs. *PLoS ONE*. 30 juillet 2021. Vol. 16, n° 7, pp. e0255288.
8. AUDOUIN, Timothée. Comment les vétérinaires peuvent-ils utiliser les chatbots ? *e-Santé Animale*. [en ligne]. 5 juillet 2019. [Consulté le 26 juillet 2022]. Disponible à l'adresse: <http://esanteanimale.fr/comment-les-veterinaires-peuvent-ils-utiliser-les-chatbots/>
9. ISTEPANIAN, R.S.H. et LACAL, J.C. Emerging mobile communication technologies for health: some imperative notes on m-health. In : *Proceedings of the 25th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (IEEE Cat. No.03CH37439)*. 2003. Vol.2, pp. 1414-1416.
10. @DMIN_C0HO. Coho - Caméra connectée de surveillance des chevaux. *Coho*. 2022. [en ligne]. [Consulté le 26 juillet 2022]. Disponible à l'adresse: <https://www.mycoho.fr/>
11. CAMPBELL, W. Keith, CAMPBELL, Stacy M., SIEDOR, Lane E. et TWENGE, Jean M. Generational Differences Are Real and Useful. *Industrial and Organizational Psychology*. 2015. Vol. 8, n° 3, pp. 324-331.

12. NEGRONI, Anne-Sophie. « Lancement à Lyon du premier hub mondial en Santé Publique Vétérinaire ». Communiqué de presse HUB VPH, Lyon, 14 janvier 2020. pp. 1-2.
13. AKAR, Cüneyt, et KAPUCU, Hakan. *Contemporary challenges in business & life sciences*. 1^{re} éd. London: IJOPEC, 2019. pp 5-7.
14. BLANPAIN, Nathalie. Les inégalités sociales face à la mort. *Direction des Statistiques Démographiques et Sociales*. 2011. N° F1108, pp. 4.
15. Veterinary telehealth: The basics. *American Veterinary Medical Association*. [en ligne]. 2023. [Consulté le 3 mars 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.avma.org/resources-tools/animal-health-and-welfare/telehealth-telemedicine-veterinary-practice/veterinary-telehealth-basics>
16. DE SOLIS, C Navas, BEVEVINO, K, DOERING, A, O'GAN, D, TELLER, L et UNDERWOOD, C. Real-time telehealth using ultrasonography is feasible in equine practice. *Equine Veterinary Education*. 2020. Vol. 32, n° 4, pp. 218-222.
17. PERRIN, Laurent. Télémédecine, un moyen pour rester au plus près des clients, estime le SNVEL. *La Dépêche Vétérinaire*. 2020. N° 1529, pp. 4-10.
18. MCCOBB, Emily. Barriers to Accessing Video-Based Telehealth Appointments at a Community Veterinary Clinic During the COVID-19 Pandemic. *Front. Vet. Sci.* 2022. Vol. 9, n° 878220, pp. 1-9.
19. VALENTIN-SMITH, Annick, CHAMBRIN, Cécile, SANTANER, Grégory, CHAMBRIN, Jean-Luc, GUATTEO, Raphaël, et BAGAÏNI, François. *Livre Blanc - Télémédecine vétérinaire*. 2020. Vol. 1, 95 p.
20. MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION. *Décret n° 2020-526 du 5 mai 2020 relatif à l'expérimentation de la télémédecine par les vétérinaires*. Journal officiel, n°0011 du 6 mai 2020, pp. 69-72.
21. WELLS, Julia, WATSON, Kylie, SHARMA, Manoj, DAVIS, Robert E, GRUSZYNSKI, Karen, ROBERTSON, Stanley R et NAHAR, Vinayak K. Application of the multi-theory model to explain veterinarians' intentions to use telehealth/telemedicine. *Veterinary Record*. 2022. Vol. 192, n° 4, pp. 1-9.
22. FRAIWAN, Mohammad A. Using Artificial Intelligence to Predict Survivability Likelihood and Need for Surgery in Horses Presented With Acute Abdomen (Colic). *Journal of Equine Veterinary Science*. 2020. Vol. 90, n° 102973, pp. 1-8.
23. MOULOODI, Saeed, RAHMANPANAHI, Hadi, GOHARI, Soheil, BURVILL, Colin, MING TSE, Kwong et DAVIES, Helen M.S. What can artificial intelligence and machine learning tell us? A review of applications to equine biomechanical research. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2021. N° 123, pp. 1-13.

24. MAY, Anna, GESELL, Stefan, MÜLLER, Tobias et ERTEL, Wolfgang. Artificial intelligence as a tool to aid in the differentiation of equine ophthalmic diseases with an emphasis on equine uveitis. 2022. Vol. 54, pp. 847-855.
25. BASRAN, Parminder S et APPLEBY, Ryan B. The unmet potential of artificial intelligence in veterinary medicine. *American Journal of Veterinary Research*. 2022. Vol. 83, n° 5, pp. 385-392.
26. DA SILVA, Raniere Gaia Costa, MISHRA, Ambika Prasad, RIGGS, Christopher, *et al.* Equine radiograph classification using deep convolutional neural networks. *arXiv preprint arXiv:2204.13857*. 2022. pp. 1-2.
27. NOETEL, Michael, GRIFFITH, Shantell, DELANEY, Oscar, SANDERS, Taren et PARKER, Philip. Video Improves Learning in Higher Education: A Systematic Review. *Review of Educational Research*. 2021. Vol. 91, n° 2, pp. 204-236.
28. GONÇALVES, Stéphane, JULLIAND, Véronique et LEBLOND, Agnès. Risk factors associated with colic in horses. *Veterinary Research*. 2002. Vol. 33, n° 6, pp. 641-652.
29. Colic in Horses | American College of Veterinary Surgeons - ACVS. [en ligne]. [Consulté le 1 août 2022]. Disponible à l'adresse: <https://www.acvs.org/large-animal/colic-in-horses>
30. COHEN, N. D., VONTUR, C. A. et RAKESTRAW, P. C. Risk factors for enterolithiasis among horses in Texas. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1 juin 2000. Vol. 216, n° 11, pp. 1787-1794.
31. COHEN, Noah D. Epidemiology of Colic. In : *The Equine Acute Abdomen*. John Wiley & Sons, Ltd, 2017. pp. 215-220.
32. SENIOR, J. M., PINCHBECK, G. L., ALLISTER, R., DUGDALE, A. H. A., CLARK, L., CLUTTON, R. E., COUMBE, K., DYSON, S. et CLEGG, P. D. Post anaesthetic colic in horses: a preventable complication? *Equine Veterinary Journal*. 2010. Vol. 38, n° 5, pp. 479-484.
33. COHEN, Noah D. Epidemiology of Colic. In : *The Equine Acute Abdomen*. John Wiley & Sons, Ltd, 2017. pp. 205-214.
34. BARONE, Robert. Anatomie comparée des mammifères domestiques. Splanchnologie I. Tome troisième. 4^{ème} édition. 1996. Paris : Ed. Vigot. 880 p.
35. MURRAY, M J et GRODINSKY, Carolyn. Regional gastric pH measurement in horses and foals. *Equine Veterinary Journal*. 1989. Vol. 27, n° S7, pp. 73-76.
36. Equine Gastric Ulcers: Special Care and Nutrition | AAEP. [en ligne]. 2016. [Consulté le 1 août 2022]. Disponible à l'adresse: <https://aaep.org/horsehealth/equine-gastric-ulcers-special-care-and-nutrition>

37. VANN DEN BOOM, Robin. Equine gastric ulcer syndrome in adult horses. *The Veterinary Journal*. 2022. Vol. 283–284, pp. 1-7.
38. MAIR, T, DIVERS, T et DUCHARME, N (éd.). *Manual of equine gastroenterology*. 2002. London: W. B. Saunders. 1^{re} éd, pp. 51.
39. STEPHEN, Jennifer O, CORLEY, Kevin T et JOHNSTON, Janet K. Small Intestinal Volvulus in 115 Horses: 1988–2000. *Veterinary Surgery*. 2004. N° 33, pp. 333-339.
40. ARCHER, D C, PINCHBECK, G L, FRENCH, N P et PROUDMAN, C J. Risk factors for epiploic foramen entrapment colic: An international study. *Equine Veterinary Journal*. 2008. Vol. 40, n° 3, pp. 195-287.
41. VAN BERGEN, Thomas, WIEMER, Peter et MARTENS, Ann. Equine colic associated with small intestinal epiploic foramen entrapment. *The Veterinary Journal*. 2021. N° 269, pp. 6.
42. GREET, TR. Ileal intussusception in 16 young Thoroughbreds. *Equine Veterinary Journal*. 1992. Vol. 24, n° 2, pp. 81-83.
43. Robert, Mickaël. « Fluidothérapie du cheval en coliques ». 2012. *Pratique Vétérinaire Équine*. Vol. 44, n°176, pp.847-859.
44. WRIGHT, A.I. Verminous Arteritis as a Cause of Colic in the Horse. *Equine Veterinary Journal*. 2010. Vol. 4, n° 4, pp. 169-174.
45. FERLAZZO, Adriana, CRAVANA, Cristina, FAZIO, Esterina et MEDICA, Pietro. The different hormonal system during exercise stress coping in horses. *Veterinary World*. 2020. Vol. 13, n° 5, pp. 847-859.
46. SHAIBANI, Aziz. 'Clinical Signs', A Video Atlas of Neuromuscular Disorders. Oxford University Press. 2018. Preface to the First Edition.
47. MCDONNELL, S.M. Pactical review of self-mutilation in horses. *Animal Reproduction Science*. 2008. N° 107, pp. 219-228.
48. SUTTON, Gila Abells. Validation of two behaviour-based pain scales for horses with acute colic. *The Veterinary Journal*. 2013. N° 197, pp. 646-650.
49. SUTTON, Gila Abells, DAHAN, Roe, TURNER, Dan et PALTIEL, Ora. A behaviour-based pain scale for horses with acute colic: scale construction. *Veterinary Journal*. 2013. Vol. 196, n° 3, pp. 394-401.
50. DALLA COSTA, Emanuela, MINERO, Michela, LEBELT, Dirk, STUCKE, Diana, CANALI, Elisabetta et LEACH, Matthew C. Development of the Horse Grimace Scale (HGS) as a Pain Assessment Tool in Horses Undergoing Routine Castration. *PLoS ONE*. 2014. Vol. 9, n° 3, pp. e92281.

51. IHLER, Carl F, VENGER, Jostein Larsen et SKJERVE, Eystein. Evaluation of Clinical and Laboratory Variables as Prognostic Indicators in Hospitalised Gastrointestinal Colic Horses. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2004. Vol. 45, n° 1-2, pp. 109-118.
52. FARRELL, Alanna, KERSH, Kevin, LIEPMAN, Rachel et DEMBEK, Katarzyna A. Development of a Colic Scoring System to Predict Outcome in Horses. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021. Vol. 8, n° 697589, pp. 8.
53. GRAUBNER, C., GERBER, V., DOHERR, M. et SPADAVECCHIA, C. Clinical application and reliability of a post abdominal surgery pain assessment scale (PASPAS) in horses. *The Veterinary Journal*. 2011. Vol. 188, n° 2, pp. 178-183.
54. GRULKE, S, OLLE, E, DETILLEUX, J, GANGL, M, CAUDRON, I et SERTEYN, D. Determination of a Gravity and Shock Score for Prognosis in Equine Surgical Colic. *Journal of Veterinary Medicine*. 2001. Vol. 48, n° 8, pp. 449-511.
55. ORSINI JA, ELSER AH, GALLIGAN DT, DONAWICK WJ, KRONFELD DS. Prognostic index for acute abdominal crisis (colic) in horses. *American Journal Veterinary Research*. Novembre 1988. N° 49, pp. 1969-71.
56. FOGLE, Crystelle C, OSER, Carrie S, TROUTMAN, T Polly, MCNAMARA, Michael, WILLIAMSON, Anthony P, KELLER, Matt, MCNAMARA, Steve, HELGERSON, Steven D, GOHDES, Dorothy et HARWELL, Todd S. Public Education Strategies to Increase Awareness of Stroke Warning Signs and the Need to Call 91. *Journal of Public Health Management and Practice*. 2008. Vol. 14, n° 3, pp. 17-22.
57. BOWDEN, A., BURFORD, J. H., BRENNAN, M. L., ENGLAND, G. C. W. et FREEMAN, S. L. Horse owners' knowledge, and opinions on recognising colic in the horse. *Equine Veterinary Journal*. 2020. Vol. 52, n° 2, pp. 262-267.
58. SCANTLEBURY, Claire E., PERKINS, Elizabeth, PINCHBECK, Gina L., ARCHER, Debra C. et CHRISTLEY, Robert M. Could it be colic? Horse-owner decision making and practices in response to equine colic. *BMC veterinary research*. 2014. Vol. 10 Suppl 1, pp. S1.
59. WILD, Isabella, FREEMAN, Sarah, ROBLES, Daniela, MATAMOROS, Dennis, ORTIZ, Maverick, RODRIGUEZ, Jonathan et BURFORD, John. Owners' Knowledge and Approaches to Colic in Working Equids in Honduras. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*. 2021. Vol. 11, n° 7, pp. 2087.
60. DUKTI, Sarah et A WHITE, Nathaniel. Prognosticating Equine Colic. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 2009. Vol. 25, n° 2, pp. 217-231.
61. COOK, Vanessa L. et HASSEL, Diana M. Evaluation of the Colic in Horses: Decision for Referral. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 2014. Vol. 30, n° 2, pp. 383-398.

62. SOUTHWOOD, L. L. & FEHR, J. Practical Guide to Equine Colic. In : *Practical Guide to Equine Colic*. 2013. pp. 71-77.
63. BURKE, Megan et BLIKSLAGER, Anthony. Advances in Diagnostics and Treatments in Horses with Acute Colic and Postoperative Ileus. *Vet Clin Equine*. 2018. Vol. 34, n° 1, pp. 81-96.
64. PELOSO, John G et COHEN, Noah D. Use of serial measurements of peritoneal fluid lactate concentration to identify strangulating intestinal lesions in referred horses with signs of colic. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2012. Vol. 240, n° 10, pp. 1208-1217.
65. DUNKEL, B, KAPFF, J E, NAYLOR, R J et BOSTON, R. Blood lactate concentrations in ponies and miniature horses with gastrointestinal disease. *Equine Veterinary Journal*. 2013. Vol. 45, n° 6, pp. 666-670.
66. WESTERMAN, Trina L, TORNQUIST, Susan J, FOSTER, Crystal M et POULSEN, Keith P. Evaluation of serum amyloid A and haptoglobin concentrations as prognostic indicators for horses with inflammatory disease examined at a tertiary care hospital. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2015. Vol. 76, n° 10, pp. 882-888.
67. GUMASTE, Upendra R, JOSHI, Mukund M, MOURYA, Devendra T, BARDE, Pradip V, SHRIVASTAV, Ghanshyam K et GHOLE, Vikram S. Alcohol dehydrogenase: A potential new marker for diagnosis of intestinal ischemia using rat as a model. *World Journal of Gastroenterology*. 2005. Vol. 11, n° 6, pp. 912-916.
68. THOEFNER, Martin B, ERSBØLL, Bjarne K, JANSSON, Nicolai et HESSELHOLT, Michael. Diagnostic decision rule for support in clinical assessment of the need for surgical intervention in horses with acute abdominal pain. *The Canadian Journal of Veterinary Research*. 2003. Vol. 67, n° 1, pp. 20-29.
69. REEVES MJ, CURTIS CR, SALMAN MD, STASHAK TS, REIF JS. Multivariable prediction model for the need for surgery in horses with colic. *American Journal of Veterinary Research*. 1991. Vol. 52, n° 11, pp. 1903-1907.
70. WHITE, N A, ELWARD, A, MOGA, K S, WARD, D L et SAMPSON, D M. Use of web-based data collection to evaluate analgesic administration and the decision for surgery in horses with colic. *Equine Veterinary Journal*. 2005. Vol. 37, n° 4, pp. 347-350.
71. FURR, Martin O., LESSARD, Pierre et WHITE II, Nathaniel A. Development of a Colic Severity Score for Predicting the Outcome of Equine Colic. *Veterinary Surgery*. 1995. Vol. 24, n° 2, pp. 97-101.
72. L'innovation au cœur de France Vet. *France Vet 2020*. [en ligne]. [Consulté le 16 mars 2023]. Disponible à l'adresse: <https://france.vetshow.com/parcours-start-up>

73. FEUSER, Ann-Kristin, GESELL-MAY, Stefan, MÜLLER, Tobias et MAY, Anna. Artificial Intelligence for Lameness Detection in Horses—A Preliminary Study. *Animals*. 2022. Vol. 12, n° 20, pp. 2804.
74. ACARiS HORSE PROTECTOR | ACARiS. [en ligne]. [Consulté le 20 mars 2023]. Disponible à l'adresse: https://acaris.net/en_us/main/
75. Home Page. *Piavita*. [en ligne]. [Consulté le 21 mars 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.piavita.com/>
76. KIMBERLY, M et MCGURRIN, J. The diagnosis and management of atrial fibrillation in the horse. *Veterinary Medicine: Research and Reports*. 26 février 2015. N° 6. pp. 1.
77. LEBLANC, Clémence. 2022. *Évolution de la pratique vétérinaire en zone rurale et périurbaine*. Thèse de doctorat vétérinaire. Paris : Faculté de Médecine de Créteil, pp. 110.
78. AAEP Creates Commission to Alleviate Equine Veterinarian Shortage | AAEP. [en ligne]. 7 juillet 2022. [Consulté le 27 janvier 2023]. Disponible à l'adresse: <https://aaep.org/news/aaep-creates-commission-alleviate-equine-veterinarian-shortage>
79. STEMBERT, FM, LIPMAN, LJ et LOOMANS, JB. Dierenarts: een gezond beroep? [Veterinarian: a healthy profession?]. *Tijdschr Diergeneeskd*. 2003. Vol. 128, n° 18, pp. 565-569.
80. PLATT, Belinda, HAWTON, Keith, SIMKIN, Sue et MELLANBY, Richard J. Suicidal behaviour and psychosocial problems in veterinary surgeons: a systematic review. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*. 2012. Vol. 47, pp. 223-240.
81. BARTRAM, D J et BALDWIN, D S. Veterinary surgeons and suicide: a structured review of possible influences on increased risk. *Veterinary Record*. 2010. Vol. 166, n° 13, pp. 388-397.
82. VALÉRIE DUPHOT. Les vétérinaires deux fois plus à risque de suicide que les professions de santé humaine. *La dépêche Vétérinaire*. 1621. 2022. pp. 8.
83. SCHUNTER, Nadine, GLAESMER, Heide, LUCHT, Luise et BAHRAMSOLTANI, Mahtab. Depression, suicidal ideation and suicide risk in German veterinary medical students compared to the German general population. *PLOS ONE*. 2022. Vol. 18, n° 8, pp. e0270912.
84. BUTLER, Deborah, UPTON, Lois et MULLAN, Siobhan. Capturing Beneficial Changes to Racehorse Veterinary Care Implemented during the COVID-19 Pandemic. *Animals*. 2021. Vol. 11, n° 5, pp. 1251.
85. VAN LOON, Johannes P A M, VISSER, Emi M S, DE MIK-VAN MOURIK, Marjolein, KERBERT, Pieternel, HUPPES, Tsjester et MENKE, Eveline S. Colic Surgery in Horses: A Retrospective Study Into Short- and Long-Term Survival Rate, Complications and

Rehabilitation toward Sporting Activity. *Journal of Equine Veterinary Science*. 2020. Vol. 90, pp. 103012.

86. SALEM, S E, PROUDMAN, C J et ARCHER, D C. Prevention of post operative complications following surgical treatment of equine colic: Current evidence. *Equine Veterinary Journal*. 2016. Vol. 48, n° 2, pp. 143-151.

87. MCCUE, M.E. et MCCO, A.M. Harnessing big data for equine health. *Equine Veterinary Journal*. 2019. Vol. 51, n° 4, pp. 429-432.

88. CELINEV. Débats Santé, numérique et IA. *Centre Internet et Société*. [en ligne]. 6 mars 2023. [Consulté le 7 avril 2023]. Disponible à l'adresse: <https://cis.cnrs.fr/debats-sante-numerique-et-ia/>

89. BARKER, Isobel et FREEMAN, Sarah L. Assessment of costs and insurance policies for referral treatment of equine colic. *Veterinary Record*. 2019. Vol. 185, n° 16, pp. 491-519.

90. STOWE, C Jill, KIBLER, Michelle L et BARROWCLOUGH, Michael. Horse Owner Preferences for Equine Insurance Policies. *Journal of Equine Veterinary Science*. 2022. Vol. 113, pp. 103943.

91. WATSON, Kylie, WELLS, Julia, SHARMA, Manoj, ROBERTSON, Stanley, DASCANIO, John, JOHNSON, Jason W., DAVIS, Robert E. et NAHAR, Vinayak K. A survey of knowledge and use of telehealth among veterinarians. *BMC Veterinary Research*. 2019. Vol. 15, n° 1, pp. 474.

92. BRUHN, Hans K. Telemedicine: dos and don'ts to mitigate liability risk. *Journal of AAPOS*. 2020. Vol. 24, n° 4, pp. 195-196.

93. DRIOT, Caroline. L'intelligence artificielle au service des vétérinaires. *La Semaine Vétérinaire*. 1979. 2023. pp. 36-41.

Souhaitez-vous / seriez-vous souhaité avoir des enseignements sur l'intelligence artificielle en école vété ?	Une fois en exercice, seriez-vous envie de faire de la formation continue à ce sujet ?
Oui	Oui car cela m'intéresse
Oui	Non cela ne m'intéresse pas du tout
Non	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Oui car cela m'intéresse
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Non cela ne m'intéresse pas du tout
Non	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui car cela m'intéresse
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui car cela m'intéresse
Oui	Oui car cela m'intéresse
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Non cela ne m'intéresse pas du tout
Non	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui car cela m'intéresse
Non	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Non cela ne m'intéresse pas du tout
Non	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui car cela m'intéresse
Non	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Oui car cela m'intéresse
Non	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Non cela ne m'intéresse pas du tout
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui car cela m'intéresse
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Non cela ne m'intéresse pas du tout
Non	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui car cela m'intéresse
Oui	Oui car cela m'intéresse
Oui	Oui car cela m'intéresse
Non	Non cela ne m'intéresse pas du tout
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui car cela m'intéresse
Oui	Oui car cela m'intéresse
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui car cela m'intéresse
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui car cela m'intéresse
Non	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Oui car cela m'intéresse
Oui	Oui car cela m'intéresse
Oui	Oui car cela m'intéresse
Non	Non cela ne m'intéresse pas du tout

Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui car cela m'intéresse
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui car cela m'intéresse
Oui	Non cela ne m'intéresse pas du tout
Non	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Oui car cela m'intéresse
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Non cela ne m'intéresse pas du tout
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Oui car cela m'intéresse
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui car cela m'intéresse
Non	Non cela ne m'intéresse pas du tout
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui car cela m'intéresse
Non	Non cela ne m'intéresse pas du tout
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Non cela ne m'intéresse pas du tout
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Non	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui car cela m'intéresse
Non	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui car cela m'intéresse
Non	Non cela ne m'intéresse pas du tout
Oui	Oui si la critique dans laquelle je travaille l'utilise
Oui	Oui car cela m'intéresse
Oui	Oui car cela m'intéresse
Oui	Oui car cela m'intéresse

Annexe 2 : Lexique de la langue anglaise vers la langue française de la figure 2

Enterprise and public sector : entreprise et secteur publique

Healthcare : santé

Engineering : ingénierie

Real estate : immobilier

Retail : commerce de détail

Military : militaire

Education : éducation

Consumer : consommateurs

Videogames : jeux vidéo

Live events : évènements en direct

Video entertainment : vidéo d'amusement

Annexe 3 : Lexique de la langue anglaise vers la langue française de la figure 7

New chat : nouveau chat
Signs of Horse Colic : signes de colique chez le cheval
Clear conversation : conversation claire
Dark mode : mode sombre
OpenAI Discord : OpenAI Discord
Updates & FAQ : mises à jour et FAQ
Regenerate response : Régénérer la réponse

Annexe 4 : Lexique de la langue anglaise vers la langue française de la figure 12

Internal abdominal oblique m. : muscle abdominal interne oblique
External abdominal oblique m. : muscle abdominal externe oblique
Vaginal ring : anneau de la vaginal
Peritoneum and transverse fascia : péritoine et fascia transverse
Internal inguinal ring : anneau inguinal interne
External inguinal ring : anneau inguinal externe

Annexe 5 : Lexique de la langue anglaise vers la langue française de la figure 17

Mild : léger
Behaviours : comportement
Score : score
Severe : sévère
Depression : dépression
Flank watching : regarder les flancs
Weight shifting : transfert de poids (par balancement)
Restlessness : agitation
Kicking abdomen : frapper l'abdomen (avec les postérieurs)
Pawing : piétinement
Stretching : étirements
Sternal recumbency : décubitus sternal
Lateral recumbency : decubitus latéral
Attempting to lie down : tentative pour se coucher
Rolling : se rouler
Collapse : collapser

Annexe 6 : Lexique de la langue anglaise vers la langue française de la figure 18

Not present: absent

Moderately present: modérément présent

Obviously present : présent de manière évidente

Stiffly backwards ears : oreilles rigides en arrière

Orbital tightening : resserrement de l'orbite

Tension above the eye area : tension au-dessus de la zone des yeux

Prominent strained chewing muscles : muscles de la mastication fortement sollicités

Mouth strained and pronounced chin : bouche tendue et menton prononcé

Strained nostrils and flattening of the profile : narines tendues et aplatissement du profil

The ears are held stiffly and turned backwards. As a result, the space between the ears may appear wider relative to baseline: les oreilles sont tenues de manière rigide et tournées vers l'arrière. Par conséquent, l'espace entre les oreilles peut sembler plus large par rapport à la ligne de base.

The eyelid is partially or completely closed. Any eyelid closure that reduces the eye size by more than half should be coded as “obviously present” or “2”: la paupière est partiellement ou complètement fermée. Toute fermeture de paupière qui réduit la taille de l'œil de plus de la moitié doit être codée comme "manifestement présente" ou "2"

The contraction of the muscles in the area above the eye causes the increased visibility of the underlying bone surfaces. If temporal crest bone is clearly visible should be coded as “obviously present” or “2” : la contraction des muscles dans la zone située au-dessus de l'œil entraîne une visibilité accrue des surfaces osseuses sous-jacentes. Si l'os de la crête temporale est clairement visible, il faut coder "manifestement présent" ou "2"

Straining chewing muscles are clearly visible as an increase tension above the mouth. If shewing muscles are clearly prominent and recognizable the score should be coded as obviously present” or “2” : les muscles masticateurs tendus sont clairement visibles sous la forme d'une augmentation de la tension au-dessus de la bouche. Si les muscles masticateurs sont clairement proéminents et reconnaissables, le score doit être codé comme "manifestement présent" ou "2"

Strained mouth is clearly visible when upper lip is drawn back and lower lip causes a pronounced "chin” : la tension de la bouche est clairement visible lorsque la lèvre supérieure est tirée vers l'arrière et que la lèvre inférieure forme un "menton" prononcé

Nostrils look strained and slightly dilated, the profile of the nose flattens and lips elongate : les narines semblent tendues et légèrement dilatées, le profil du nez s'aplatit et les lèvres s'allongent.

Annexe 7 : Lexique de la langue anglaise vers la langue française de la figure 19

Category : catégorie

Sub-category : sous-catégorie

Manifestation : manifestation

Assigned value/further description : valeur attribuée/autre description

Physiological: psychologique

Heart Rate (beats/minute) : fréquence cardiaque (battements/minute)

Respiratory rate : fréquence respiratoire

Behavioural: comportemental

General subjective assessment: évolution subjective générale

No signs of pain : aucun signe de douleur

Signs of severe pain : signes de douleur sévères

Postural behaviour : comportement postural

Ears held back and/or head below height of the withers: oreilles tenues en arrière et/ou tête en dessous de la hauteur du garrot

Ears not alert on vocal stimuli, horse holds his head level to or below the withers: oreilles non attentives aux stimuli vocaux, le cheval tient sa tête au niveau ou au-dessous du garrot

Makes a depressed impression, no reaction to stimuli from environment, appears withdrawn: impression de dépression, pas de réaction aux stimuli de l'environnement, semble replié sur lui-même

Restless : agité

Moving not interested in feed: se déplace sans s'intéresser à la nourriture

No movements: aucun mouvement

Standing still: reste immobile

Arched back, tucked-up belly: dos cambré, ventre rentré

Groove between abdominal muscles is visible, back is arched: le sillon entre les muscles abdominaux est visible, le dos est arqué

Interactive behavior : comportement interactif

Interested: intéressé

Attentive : attentif

Looks at observer : regarde l'observateur

Slight interest in environment: léger intérêt pour l'environnement

Moves away: s'éloigne

Avoiding contact : évite le contact

Does not move: ne bouge pas

Not reacting, appears to be introverted: ne réagit pas, semble introverti

Response to food: réaction à la nourriture

Strong appetite: fort appétit

Searches for feed, reacts immediately, when offered feed: cherche de la nourriture, réagit immédiatement lorsqu'on lui en propos

Appetite but wearing a muzzle: appétit mais porte une muselière

Tries to get hold of straw through the muzzle: essaie de s'emparer de la paille à travers la muselière

Little appetite : peu d'appétit

Accepts offered feed, is not excited about it and does not try to get more : accepte la nourriture qu'on lui propose, n'est pas excité et n'essaie pas d'en obtenir davantage

No appetite at all : pas d'appétit du tout

Refuses to eat anything : refuse de manger quoi que ce soit

Colic behaviour : comportement de colique

No colic signs shown : pas de signes de colique

Behaves normally : se comporte normalement

Paws intermittently : gratte au sol par intermittence

Pawing is interrupted by short intervals : gratte au sol avec une interruption par de courts intervalles

Paws and lies down : gratte au sol et se couche

Repeated attempts to lie down, stall is messy : tentatives répétées de se coucher, la stalle est en désordre

Looks at the flank, paws frequently : regarde le flanc, donne fréquemment des coups de patte

Indicates the location of pain, increasingly getting nervous : indique l'emplacement de la douleur, devient de plus en plus nerveux

Rolls, wags the tail, kicks against the abdomen : se roule, remue la queue, donne des coups de pied contre l'abdomen

Gets restless and uncontrolled : s'agite et devient incontrôlable

Keeps throwing himself down, rolling on the ground : se jette sans cesse à terre, se roule sur le sol

Out of control : incontrôlable

Stimulation of muscles Th17-L1 : stimulation des muscles Th17-L1

No reaction : pas de réaction

Does not react at all : ne réagit pas du tout

Hardened muscles, reaction shown : muscles durcis, réaction démontrée

Palpable area or a strand of hardened muscles and/or lowers its back, tries to avoid palpation : zone palpable ou brin de muscles durcis et/ou baisse le dos, essaie d'éviter la palpation

Reaction to palpation of the incisional area : réaction à la palpation de la zone d'incision

No reaction : pas de réaction

Does not react at all : ne réagit pas du tout

Tenses abdomen/arches back/tries to evade to the side : tend l'abdomen/articule le dos/essaie de s'esquiver sur le côté

Groove between the abdominal muscles and/or arch of the back is clearly visible, shows flight reaction, ears are drawn back, might attempt to bite or kick : le sillon entre les muscles abdominaux et/ou la cambrure du dos sont clairement visibles, montre une réaction de fuite, les oreilles sont tirées vers l'arrière, peut tenter de mordre ou de donner un coup de pied

Total pain index : indice de douleur totale

Summation of scores : somme des scores

Low pain : douleur faible

Moderate pain : douleur modérée

Severe pain : douleur sévère

Annexe 8 : Lexique de la langue anglaise vers la langue française de la figure 22

Analgesic for colic : l'analgésie des coliques

Data collection form : formulaire de collecte des données

Horse name : nom du cheval

Horse age : âge du cheval

Horse sex : sexe du cheval

Male : mâle

Female: femelle

Male castrated: hongre

Horse breed: race du cheval

Thoroughbred: Pur-sang

Arabian: Pur-sang arabe

Other: autre

Date of examination : date de l'examen

Amount of colic : nombre de coliques

None : aucune

Mild : légère

Moderate : modérée

Severe : sévère

Temperature : température

Heart rate (beats/min) : fréquence cardiaque (battement/min)

Mucous membrane colour : couleur des muqueuses

Pink: rose

Pale: pâle

Red: rouge

Cyanotic : cyanosées

Intestinal sounds : bruits intestinaux

Absent : absents

Normal : normaux

Decreased : diminués

Excessive : augmentés

Rectal examination findings : résultats de l'examen transrectal

Abnormal: anormal

No rectal examination : pas d'examen transrectal

Mucous membrane refill time (secs) : temps de remplissage des muqueuses (secondes)

Analgesic administered first treatment : analgésique administré lors du premier traitement

Amount: quantité

Time after analgesic administration that colic returned : durée avant la réapparition des coliques après l'administration de l'analgésique

Colic was constant : la colique était constante

Colic returned (time in h) : la colique était constante

Colic did not return : la colique était constante

Yes : oui

No : non

Did the horse require surgery: le cheval a-t-il dû subir une intervention chirurgicale

Final diagnosis (pick only the one selection or enter diagnosis) : diagnostic final (ne choisir qu'une seule sélection ou saisir le diagnostic)

Colic (no definitive diagnosis or diagnosis unknown) : colique (pas de diagnostic définitif ou de diagnostic inconnu)

Spasmodic colic : colique spasmodique

Tympany : tympanie

Large colon impaction : stase du gros côlon

Small intestine obstruction : obstruction de l'intestin grêle

Large colon obstruction : obstruction du gros côlon

Small colon obstruction : obstruction du petit côlon

Small intestine strangulation : strangulation de l'intestin grêle

Large intestine strangulation : strangulation du gros intestin :

Peritonitis: péritonite

Ulcers: ulcères

Other diagnosis: autres diagnostics

What was the final outcome: quel a été le résultat final

Annexe 9 : Lexique de la langue anglaise vers la langue française de la figure 23

Horses referred with abdominal pain : chevaux présentant des douleurs abdominales

Degree of pain : degré de douleur

None : aucune

Mild: légère

Moderate: modéré

Severe: sévère

Lethargic:léthargique

Hemolysis: hémolyse

Rectal temperature: température rectale

Rectal exam : examen rectal

Normal : normal

Impaction/coprostasis: stase/coprostase

Other abnormal finding: autres résultats anormaux

Small intestine distension : distension de l'intestin grêle

PVC : hématocrite

Annexe 10 : Avis adopté par l'Académie Vétérinaire de France le 23 février 2023 sur les données brutes vétérinaires

AVIS DE L'ACADÉMIE VÉTÉRINAIRE DE FRANCE SUR LES DONNÉES BRUTES VÉTÉRINAIRES

Recueil, Stockage, Protection, Transformation* et Usage.

* renvoi au glossaire et au ** rapport consultables sur le site academie-veterinaire-defrance.org

L'Académie vétérinaire de France :

Observant que :

le vétérinaire est à la fois producteur et utilisateur de données numériques aussi bien opérationnelles* que scientifiques. Il existe pour l'Homme, une Agence du Numérique en Santé (ANS)** (*Annexe 1*).

En l'état actuel, chez l'Animal, les données restent dispersées et en majorité difficilement accessibles, mais des projets existent tant au niveau institutionnel que privé ** (*Annexes 2, 4, 12, 13, 14*).

Une prise de conscience du sujet par la profession vétérinaire est nécessaire.

Rappelant que :

la profession vétérinaire est réglementée. Elle s'exerce dans le respect du contrat de soins ** (*Annexe 7*), du secret professionnel** (*Annexes 8 et 9*) et du statut juridique de l'animal**. Le règlement général sur la protection des données ** (RGPD)* ne peut être ignoré (*Annexes 8 et 18*).

Considérant que :

les points-clés pour le vétérinaire praticien sont la propriété des données, leur sécurisation, leur place dans le contrat de soins et leur monétisation possible ;

les données personnelles sont régies par le RGPD et les données non personnelles par le droit des contrats (*Annexe 17*) ;

il y a différents types de données**, ce qui influe sur la façon de les collecter, de les qualifier*, de les stocker et de les utiliser. Leur propriété en dépend également ;

les données pourraient constituer un bien commun** à encadrer pour leur possible usage opérationnel ainsi que dans le cadre de la recherche. [La recherche en génomique : de la protection des individus à l'intérêt commun. [Lacroix M., Knoppers B.M. in "Ethique de la recherche et santé publique : Où en est-on ?", Dalloz, 2009 ;

la certification* systématique des objets connectés fait défaut en médecine vétérinaire** (Annexes 12 et 13 ;.

la collecte des données se réalise actuellement à partir de diverses sources et selon différentes modalités. L'harmonisation* de cette collecte par des procédures standardisées est indispensable. La pertinence des données cliniques est primordiale (Annexe 14) ;

les données brutes* appartiennent à celui qui les produit, mais dans de nombreuses situations, la confusion existe dès lors qu'elles sont exploitées. Cette situation nécessite un consentement préalable établi entre le vétérinaire et le détenteur de l'animal, informé des conditions de stockage et d'utilisation de la donnée (Annexes 3 et 14) ;

dans le paysage vétérinaire français, l'apparition de groupes*, c'est-à-dire d'entités détenant des établissements de soins vétérinaires dont ils gèrent l'ensemble des procédures et en particulier celles concernant les données médicales et non-médicales, doit faire l'objet d'une attention spécifique avec des critères nouveaux à définir très rapidement** (Annexe 18) ;

les données peuvent être partagées. Cela implique qu'un consentement préalable ou une non opposition existent entre le vétérinaire et le détenteur* de l'animal informé des conditions de stockage et d'utilisation de la donnée. Les données partagées* peuvent faire l'objet d'une contractualisation (Annexe 7) ;

le traitement des données passe par l'élaboration d'algorithmes* dont la pertinence dépend de la qualité des données fournies. C'est le point sensible de l'intelligence artificielle* ;

il n'est pas toujours possible dans l'état actuel de garantir le niveau de qualité de certaines données produites. Les données ne doivent être ni ambiguës, ni biaisées* (*Annexes 2, 11*). Des biais algorithmiques* existent, avec des conséquences qui peuvent être pénalisantes. [Aurélien Jean, *De l'autre côté de la machine*, Éditions de l'Observatoire, 2019, pages 63, 89, 97, 104] ;

l'hébergement des données de santé humaine a pour finalité de généraliser le partage fluide et sécurisé de données de santé entre professionnels et usagers, pour mieux soigner et accompagner, selon le SEGUR de la Santé, <<https://esante.gouv.fr/segur>>**. En médecine vétérinaire, des projets de stockage sont envisagés au niveau européen, au profit des soins aux animaux, de la Recherche et de la Santé Publique Vétérinaire (*Annexes 2 et 11*) ;

l'usage des données est fonction de leur objectif, selon qu'elles sont utilisées dans un cadre opérationnel ou scientifique (*Annexes 1, 3, 14*), et que ce cadre offre de nombreuses opportunités telles que l'amélioration de la qualité des soins, le renforcement de la surveillance de l'élevage, la traçabilité des soins, un meilleur suivi des animaux, le développement de la Recherche vétérinaire ;

une nouvelle technique médicale présente des risques, un coût financier et une incertitude juridique quant aux responsabilités professionnelles, ce qui implique des actions nouvelles en cours de développement en santé humaine**, <<https://www.health-data-hub.fr/>>, <<https://parisantecampus.fr/>> (*Annexe 1*). Celles-ci restent à être précisées en ce qui concerne la médecine vétérinaire (*Annexes 2 et 3*) ;

Recommande :

que les vétérinaires prennent conscience de la valeur des données générées dans le cadre de leur exercice et se forment au numérique :

- en formant les étudiants vétérinaires aux notions de données, de métadonnées et de loyauté des algorithmes ;
- en s'informant sur les conditions de sécurisation des données numériques.
- en produisant des données pertinentes et de qualité ;
- en mentionnant, dans le contrat de soins, l'usage possible des données ;
- en protégeant, en anonymisant leurs données et en s'assurant des conditions de leur transfert (*Annexe3*) ;

- en utilisant des ordonnances informatisées, permettant la valorisation des données sanitaires ;

que la profession s'organise :

- en favorisant la création d'un référentiel de nomenclature, qualité et qualification* des données ;
- en mettant en œuvre un cadre réglementaire de transfert des données issues des pratiques vétérinaires ;
- en s'ouvrant à des groupes pluridisciplinaires (ingénieurs, développeurs, informaticiens...);
- en permettant aux vétérinaires d'avoir accès aux données de Santé animale, dont certaines pourraient servir le bien commun ;
- en incitant à la structuration* de la donnée vétérinaire, dans un objectif d'échange avec les autres producteurs de données ;
- en s'insérant, en qualité de partie prenante, dans des réseaux d'épidémiologie-surveillance existant ou à venir, qui fournissent des données qualifiées* et formatées* ;
- en participant à l'élaboration de cahiers des charges en vue d'évaluer les performances des outils connectés ;
- en créant un observatoire des données *via* un *Vet Health Data Hub* (VHDH) au service de la Pratique, de la Recherche et de la Santé publique vétérinaires.

Avis adopté par l'Académie Vétérinaire de France le 23 février 2023 à l'unanimité des présents

PRISE EN CHARGE ET SUIVI DES ÉQUIDÉS ADULTES ATTEINTS DE COLIQUES : INTÉRÊT DE LA TÉLÉSANTÉ ET DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Auteur

CORDEBAR Léa

Résumé

La révolution numérique, avec l'émergence de la médecine connectée, pousse la profession vétérinaire à se réinventer. Les nouvelles générations de clients et les évolutions technologiques génèrent des défis et des attentes auxquels la médecine équine doit répondre. La télésanté et l'intelligence artificielle sont maintenant indispensables et sont liées à l'utilisation des données massives ou big data. Dans quelle mesure peuvent-elles améliorer la prise en charge et le suivi de l'urgence la plus fréquente en médecine équine, les coliques ? Ce travail de thèse tend à expliciter l'utilisation, l'importance et les limites actuelles de la télésanté et de l'intelligence en médecine vétérinaire équine avec l'exemple de la prise en charge et du suivi des équidés adultes atteints de coliques. Les tenants et aboutissants de la e-santé animale y sont explicités. Les étiologies diverses des coliques, associées à leurs expressions cliniques, permettent une utilisation de la télésanté et de l'intelligence artificielle pour diminuer leur prévalence, améliorer leur détection, leur diagnostic, leur prise en charge et leur suivi. En effet, ces technologies permettent d'aider le vétérinaire équin à améliorer l'efficacité et la qualité des soins prodigués aux équidés atteints de coliques, tout en offrant des avantages nouveaux aux propriétaires, mais également à tous les professionnels œuvrant en médecine équine. Cependant, ces nouveaux outils doivent être réglementés et appréhendés par les vétérinaires équins afin d'en optimiser leurs utilisations et leur avenir.

Mots-clés

Télésanté, Équidés, Soins intensifs, Intelligence Artificielle, Capteurs

Jury

Président du jury	:	Pr	SERVIEN Elvire
Directeur de thèse	:	Pr	LEPAGE Olivier
2ème assesseur	:	Pr	CADORÉ Jean-Luc
Membre invité	:	M.	DUBOIS Sébastien