



CODE DE PRATIQUES POUR LE SOIN ET LA MANIPULATION DES ÉQUIDÉS :



REVUE DE LITTÉRATURE RELATIVE AUX QUESTIONS PRIORITAIRES

Comité scientifique responsable du Code de pratiques des équidés
Octobre 2025

- | | |
|--|--|
| <p>■ Kathleen MacMillan, MSc, DMV,
DABVP (Eq) (présidente)
Professeure agrégée
Département de gestion de la santé
Université de l'Île-du-Prince-Édouard
Association canadienne des médecins vétérinaires</p> <p>■ Katrina Merkies, PhD
Professeure, Département de biologie animale
Université de Guelph
Société internationale d'éthologie appliquée
International Society for Equitation Science</p> <p>■ Carissa Wickens, PhD
Professeure agrégée, Département des
sciences animales
Université de Floride
Société internationale d'éthologie appliquée
International Society for Equitation Science</p> <p>■ Robert J. (Bob) Coleman, PhD, PAS
Professeure agrégée
Département des sciences animales et alimentaires
Université du Kentucky
American Society of Animal Science</p> | <p>■ W. Michael Scott, DMV, MScV, DACVS et
DACVSMR
Professeure agrégée
Département de médecine vétérinaire
Université de Calgary
Association canadienne des médecins
vétérinaires</p> <p>■ Bettina Bobsien, DMV BSA DABVP (d'office)
Présidente du comité d'élaboration du Code
de pratiques des équidés
Association canadienne des médecins
vétérinaires</p> <p>■ Cordy DuBois, PhD
Rédactrice de recherche</p> |
|--|--|



REMERCIEMENTS

Le présent rapport représente un travail considérable qui a bénéficié de l'aide et de l'apport de nombreuses personnes. Le Groupe d'experts scientifique tient à remercier les personnes suivantes pour leur contribution au rapport : Melissa Moggy; Jeffrey Spooner; Camie Heleski, qui a servi de coordinatrice de l'examen par les pairs; les cinq examinateurs anonymes; Renée Bergeron; et la présidente du Comité d'élaboration du Code, Dr Bettina Bobsien.

Agriculture et Agroalimentaire Canada a accordé un soutien financier à la rédaction du rapport, par le programme Agri-assurance, dans le cadre du Partenariat canadien pour une agriculture durable.

EXTRAIT DU MANDAT DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Contexte

Il est largement admis que les codes, les lignes directrices, les normes ou la législation portant sur le bien-être animal devraient tirer profit des meilleures connaissances disponibles. Ce savoir provient souvent de la littérature scientifique.

En réinstaurant le processus d'élaboration des codes de pratiques, le CNSAE a reconnu la nécessité de mettre en place des moyens plus officiels d'intégrer les données scientifiques au processus d'élaboration des codes de pratiques. L'examen par un comité scientifique des questions de bien-être prioritaires pour l'espèce à l'étude fournit des indications utiles au comité du code durant l'élaboration ou la révision d'un code de pratiques. Le fait que le rapport du comité scientifique soit accessible au public rehausse la transparence et la crédibilité du code.

Pour chacun des codes de pratiques élaborés ou révisés, le CNSAE nommera un comité de chercheurs et chercheuses. Ce comité comprendra de quatre à six personnes connaissant les études menées sur les soins et la régie des animaux visés. Le CNSAE demandera des nominations de chacune des organisations suivantes : 1) l'Association canadienne des médecins vétérinaires, 2) la Société canadienne de science animale, 3) le chapitre canadien de la Société internationale d'éthologie appliquée. Un représentant ou une représentante au moins de chacun de ces organismes scientifiques sera nommé·e au Comité scientifique. Au besoin, d'autres organisations professionnelles scientifiques pourraient aussi être représentées dans le Comité scientifique.

But et objectifs

Le Comité scientifique rédigera un rapport synthétisant les résultats des recherches relatives aux principales questions touchant le bien-être animal, qui auront été déterminées par le comité lui-même et le Comité d'élaboration du Code de pratiques. Ce dernier se servira du rapport lors de la rédaction du Code de pratiques de l'espèce animale visée.

Le rapport du Comité scientifique ne contient pas de recommandations tirées des résultats de recherche. Il vise uniquement à présenter une compilation impartiale des conclusions scientifiques.

Le texte complet du mandat du comité scientifique figure dans le document du CNSAE sur le Processus d'élaboration des codes de pratiques applicables aux soins et à la manipulation des animaux d'élevage, qui peut être consulté à l'adresse suivante : <https://www.nfacc.ca/processus-delaboration-des-codes#annexeC>.

**CODE DE PRATIQUES POUR LE SOIN ET LA MANIPULATION DES ÉQUIDÉS :
REVUE DE LITTÉRATURE RELATIVE
AUX QUESTIONS PRIORITAIRES**

Rapport du Comité scientifique responsable du Code de pratiques des équidés
Octobre 2025

TABLE DES MATIÈRES

1 Reconnaissance de la douleur	2
1.1 Mesurer et évaluer la douleur: mesures physiologiques et comportementales	3
1.2 Mesurer et évaluer la douleur : échelles de douleur	6
1.2.1 Échelles de douleur composites.....	6
1.2.2 Échelles d'évaluation faciale	13
1.2.3 Éthogramme de la douleur du cheval monté	15
1.2.4 Échelles en cours d'élaboration	15
1.3 Mesurer et évaluer la douleur : détermination de la douleur	16
1.4 Recherches futures	18
1.5 Références.....	18
2 Castration	27
2.1 Méthodes de castration	27
2.2 Complications et risques.....	29
2.3 Soulagement de la douleur.....	34
2.4 Recherches futures	35
2.5 Références.....	36
3 Principes d'entraînement et théorie de l'apprentissage	41
3.1 Comprendre l'apprentissage chez les équidés	41
3.1.1 Mémoire	42
3.1.2 Facteurs influençant l'apprentissage.....	43
3.1.3 Conception des essais.....	44
3.2 L'entraînement des équidés : l'élément humain	45
3.3 Entraînement des équidés : le cheval.....	46
3.3.1 Le renforcement.....	47
3.3.2 La punition	48
3.3.3 Combinaison d'approches	48
3.3.4 Congénères	49
3.3.5 Habituation et imprégnation.....	49
3.3.6 Techniques compromettant le bien-être	50
3.4 Comportements indésirables.....	50
3.5 Comprendre la théorie de l'apprentissage : l'aspect humain	51
3.6 Recherches futures	52
3.7 Références.....	53
4 Développement squelettique du jeune cheval et réponse à l'exercice	60
4.1 Développement squelettique	60

4.2	Exercice	61
4.3	Risque de blessure	64
4.4	Recherches futures	66
4.5	Références.....	67

TABLEAUX ET FIGURES

Tableau 1.1: Exemples de signes comportementaux de la douleur présentés par des équidés, classés par type	3
Tableau 1.2: Résumé des échelles de douleur composites	8
Tableau 2.1: Description des complications chirurgicales et postopératoires de la castration	31

1 Reconnaissance de la douleur

CONCLUSIONS

- 1. Les signes comportementaux de la douleur chez les équidés sont souvent non spécifiques (par exemple fréquence cardiaque), dépendent des situations (par exemple se frapper l'abdomen en réaction à une colique) et sont influencés par la présence d'une personne les observant.**
- 2. De nombreuses échelles comportementales permettent d'évaluer la douleur chez les équidés; elles se fondent sur un petit nombre de mesures physiologiques (par exemple fréquence cardiaque), la position corporelle globale, les expressions faciales, et la prévalence de comportements inhabituels ou anormaux.**
- 3. Bien que les propriétaires de chevaux et les personnes travaillant avec des chevaux (par exemple entraîneurs et entraîneuses, gestionnaires d'écurie) estiment que les chevaux ressentent de la douleur, ils ne sont pas nécessairement en mesure de l'identifier correctement.**
- 4. Les échelles de douleur spécifiques aux équidés autres que les chevaux (par exemple ânes) sont moins communes et elles nécessiteraient d'être davantage validées.**

La douleur – et la gestion de la douleur qui s’ensuit – joue un rôle important dans le bien-être. Les chevaux peuvent souffrir de nombreux états douloureux pendant leur vie, notamment : une douleur orthopédique (par exemple fourbure, Hunt, 2002; Bardell, 2017), une douleur abdominale (par exemple colique, Ashley et coll., 2005), une douleur dentaire (Ashley et coll., 2005), une douleur liée à une intervention chirurgicale (par exemple Gleerup et Lindegaard, 2016; castration, Ashley et coll., 2005) et une douleur liée à une maladie (ostéoarthrite, Howard et coll., 2024). Le fait d’être monté ou conduit en attelage peut aussi entraîner une douleur, notamment une dorsalgie causée par le harnachement ou le cavalier/la cavalière (Dyson et coll., 2015; Domańska-Kruppa et coll., 2024), une douleur liée au mors ou des lésions orales (Mellor, 2020; Tuomola et coll., 2024) et des ecchymoses causées par une grande tension dans les rênes (Tuomola et coll., 2024). De plus, traditionnellement les chevaux sont montés, entraînés et manipulés par renforcement négatif (c’est-à-dire par retrait d’un stimulus potentiellement aversif quand le comportement souhaité est réalisé, comme l’allègement de la pression sur la longe quand l’animal avance), une stratégie susceptible de causer de la douleur quand elle est couplée à une punition ou involontairement transformée en punition (McGreevy et McLean, 2009).

Le soulagement de la douleur chez les équidés peut prendre une myriade de formes, notamment l’administration d’anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS; par exemple phénylbutazone ou « bute », flunixin, méloxicam), d’alpha2-agonistes (par exemple xylazine), d’opioïdes (par exemple fentanyl), d’antagonistes des récepteurs N-méthyl D-aspartate (par exemple kétamine) et d’une série d’anesthésiques locaux comme les blocs nerveux (Goldberg et Shaffran, 2014). Toutefois, pour que la douleur soit convenablement traitée et atténuée, elle doit être reconnue par la personne qui a la garde de l’animal, son propriétaire ou son vétérinaire.

1.1 Mesurer et évaluer la douleur: mesures physiologiques et comportementales

Une multitude de méthodes permettent de mesurer et d'évaluer la douleur chez les équidés. Elles commencent par des signes purement physiologiques; en effet, la recherche a couramment utilisé la fréquence cardiaque, la fréquence respiratoire, le cortisol endogène/les corticostéroïdes endogènes en circulation, les bêta-endorphines et les catécholamines pour mesurer la douleur indirectement, généralement sur les équidés subissant une intervention chirurgicale (voir la revue de littérature de Grauw et van Loon, 2016). Pour ce qui est de la douleur aiguë, la pression artérielle non effractive a été utilisée (Gleerup et Lindegaard, 2016), et des médiateurs pro-inflammatoires ont aussi servi de marqueurs d'inflammation (voir par exemple de Grauw et coll., 2009a, 2009b), y compris quand la gravité de la douleur associée n'était pas déterminée.

Globalement, il reste que les mesures physiologiques chez les chevaux ne sont pas spécifiques, ce qui signifie que les changements signalés peuvent effectivement être une réponse à la douleur, mais aussi une réponse à une peur, un stress ou d'autres facteurs comme la déshydratation ou une maladie (de Grauw et van Loon, 2016). De plus, ces facteurs de confusion rendent particulièrement difficile la détermination de la gravité de la douleur seulement à partir de mesures physiologiques (de Grauw et van Loon, 2016), car les chevaux subissant des procédures douloureuses pourraient ne pas présenter de paramètres physiologiques significativement différents de ceux des individus témoins (par exemple Price et coll., 2003).

Qu'ils soient conjugués à des mesures physiologiques ou non, il existe aussi de nombreux éthogrammes comportementaux détaillés décrivant la douleur équine en réponse à différentes situations, comme les ont décrits Ashley et coll. (2005), qui ont divisé les signes comportementaux de la douleur en quatre grandes catégories : indicateurs non spécifiques, comportements relatifs à une douleur abdominale, comportements relatifs à une douleur au pied ou à un membre, et comportements relatifs à une céphalée ou une douleur dentaire. Aux fins d'illustration des différentes manifestations de la douleur selon la situation, le tableau 1.1 synthétise brièvement certains exemples de comportements équins étudiés dans Ashley et coll. (2005). Soulignons que la liste n'est pas exhaustive et qu'il existe de nombreux autres indicateurs, par exemple la dorsalgie (Rochais et coll., 2015).

Tableau 1.1 : Exemples de signes comportementaux de la douleur présentés par des équidés, classés par type

Catégorie de signe comportemental de la douleur	Exemples de comportements
Non spécifique	<ul style="list-style-type: none">- Agitation considérable, nervosité et anxiété- Posture rigide et réticence à bouger- Port de tête bas- Regard fixe et naseaux dilatés, mâchoires serrées- Agressions contre les personnes qui les manient, d'autres chevaux (par exemple son propre poulain), soi-même ou des objets
Douleur abdominale	<ul style="list-style-type: none">- Hennissements (gémissements profonds)- Roulades

	<ul style="list-style-type: none">- Coups de sabot sur l'abdomen- Regards vers les flancs- Étirement- Apathie et dépression
Douleur à un pied ou un membre	<ul style="list-style-type: none">- Transfert de poids entre membres- Évitement de tout contact avec les membres- Répartition du poids anormal- Tendance à déposer en pince, rotation et suspension anormale des membres- Mouvement anormal (par exemple tentatives de se coucher)- Réticence à bouger
Céphalée ou douleur dentaire	<ul style="list-style-type: none">- Encensement (secouement de la tête)- Comportement oral anormal- Alimentation modifiée, anorexie, nourriture recrachée pendant la mastication, conservation de nourriture entre les dents et les joues- Mouvements saccadés de la tête (Thomson et coll., 2020; décrits pendant que le cheval est monté)

En plus de comportements particuliers, des changements globaux du temps alloué aux comportements (c'est-à-dire le temps passé par les équidés à exprimer certains comportements comme se reposer, manger, etc.) ont aussi été cités comme de possibles indicateurs de la douleur (Ashley et coll., 2005). À partir de ces indicateurs, des scientifiques ont conçu des évaluations de la douleur axées sur le comportement (Price et coll., 2003; Sutton et coll., 2013; Pehkonen et coll., 2019; Oliveira et coll., 2021 [ânes]; Trindade et coll., 2021) ainsi qu'un éthogramme de l'inconfort (Toricivia et McDonnell, 2021). Ces évaluations de la douleur peuvent comprendre l'examen de l'animal comme un tout ou l'examen de zones du cheval en particulier (par exemple les membres). Ainsi, lors de l'examen d'un animal après une intervention chirurgicale, on peut observer tout l'équidé pour enregistrer à la fois la prévalence et la durée du comportement normal (comme se tenir debout et manger) ainsi que les comportements anormaux comme un transfert de poids inhabituel, un léchage excessif, une locomotion vacillante, comme le décrivent Price et coll. (2003) au moyen d'un éthogramme défini. S'appuyant sur une démarche similaire, Oliveira et coll. (2021) et Trindade et coll. (2021) ont créé un éthogramme fondé sur une revue de littérature approfondie afin de tenir compte de toute la gamme de comportements antérieurs et postérieurs à une opération de castration. Comparons cette méthode à celle adoptée par Pehkonen et coll. (2019) qui, lorsqu'ils ont demandé à des propriétaires d'évaluer le comportement de leurs chevaux après une intervention chirurgicale dentaire, se sont concentrés uniquement sur les comportements les plus susceptibles d'être touchés par l'opération, en l'occurrence sur le fait de manger et boire (par exemple conservation de nourriture entre les dents et la joue, réticence à boire de l'eau froide) plutôt que d'évaluer tout l'animal.

Les évaluations de la douleur comportementale peuvent aussi utiliser des situations douloureuses connues (par exemple la castration) pour enregistrer et évaluer tous les comportements exprimés par les équidés en réponse à la douleur. Dans leur éthogramme de l'inconfort, Toricivia et McDonnell (2021) se sont efforcés de définir clairement tous les signes d'inconfort possible à partir de séquences vidéo de chevaux considérés comme normaux et sains, d'une part, et de chevaux admis comme patients dans un hôpital vétérinaire, d'autre part; ils en ont conclu qu'aucun comportement à lui seul ne suffisait comme indicateur de l'inconfort. En effet, l'évaluation de l'inconfort était meilleure si elle tenait compte de la présence de plusieurs de ces comportements regroupés, et la fréquence et la combinaison des comportements procurait plus de renseignements utiles que chaque comportement séparément (Toricivia et McDonnell, 2021). Toricivia et McDonnell (2021) ont aussi constaté que les chevaux présentaient des réponses individuelles à l'inconfort et pouvaient avoir un profil propre et unique de combinaisons de comportements en réponse à une situation identique.

Comme pour les mesures physiologiques, les évaluations comportementales ne sont pas sans comporter certains défis. Les évaluations strictement comportementales nécessitent un temps considérable (Ashley et coll., 2005) ainsi que des connaissances de référence ou une observation antérieure à l'expérience douloureuse pour permettre d'estimer adéquatement la réponse de l'animal (de Grauw et van Loon, 2016). Les chercheurs ont utilisé des questionnaires adressés aux propriétaires pour saisir leurs perceptions concernant les comportements globaux de leur cheval afin de tirer profit du fait qu'ils et elles connaissaient bien l'animal. Howard et coll. (2024) ont pu affiner un questionnaire sur les signes comportementaux de la douleur comportant une série de quinze questions, dans lesquelles ils demandaient aux propriétaires d'évaluer la position debout, la position de la tête et de l'encolure pendant la prise de nourriture, la position des oreilles et des yeux, le mouvement, ainsi que l'attitude et le comportement globaux. Le questionnaire a été rempli par les propriétaires de chevaux chez lesquels une ostéoarthrite avait été diagnostiquée et a également servi à évaluer cinq chevaux témoins. Les déclarations par les propriétaires ne sont pas sans biais. Néanmoins, ce type de questionnaire sert de pont entre les éthogrammes des signes comportementaux de la douleur plus scientifiques et les échelles conçues pour être utilisées par les propriétaires moyens de chevaux. Ils doivent faire l'objet d'un complément d'enquête dans le cadre d'études ultérieures de validation (Howard et coll., 2024).

De plus, comme les mesures strictement physiologiques, les mesures comportementales peuvent aussi être non spécifiques et être causées par d'autres facteurs, comme un environnement nouveau (de Grauw et van Loon, 2016), une contention, voire l'anticipation d'une expérience douloureuse (Wagner 2010; Hall et Kay, 2024). Enfin, la plupart des évaluations des comportements sont conçues pour être réalisées quand le cheval est dans un box et facilement observable, ce qui peut aussi présenter des difficultés. Parce qu'ils sont des proies, les équidés réagissent généralement à la présence d'un observateur ou d'une observatrice en réduisant l'expression de leurs signes comportementaux de la douleur, comme l'ont constaté Price et coll. (2003). Dans une configuration plus expérimentale, Toricivia et McDonnell (2020) ont pu quantifier les variations de l'expression d'un comportement de douleur ou d'inconfort par des animaux hébergés dans un hôpital équin après une intervention chirurgicale. Au moyen d'images de vidéosurveillance prises 24 heures sur 24, les scientifiques ont enregistré la présence des comportements d'inconfort (par exemple s'appuyer sur des objets, position couchée atypique) des patients équins et constaté une diminution significative de la fréquence de ces

comportements quand la personne les soignant s'approchait, notamment la cessation totale desdits comportements chez 30 % des chevaux. Il ne faut par conséquent pas sous-estimer l'effet de la présence humaine sur l'expression de signes comportementaux de la douleur, qui pourrait ne pas correspondre à l'intensité de la douleur.

Le lien entre l'intensité de la douleur et les signes comportementaux de la douleur associés n'est pas toujours de type 1:1. Dans des travaux comprenant des comparaisons entre les lésions tissulaires et les indices de boiterie, Ijichi et coll. (2014) ont constaté que la personnalité du cheval – mesurée selon son névrosisme (par exemple une prédisposition à l'anxiété), son extraversion (par exemple une réaction proactive à la nouveauté), son stoïcisme et sa tolérance – avait plus d'effets sur les indices de boiterie que les lésions tissulaires associées. En substance, les chevaux présentant plus de névrosisme étaient plus susceptibles de montrer plus de comportements de boiterie malgré un degré de lésion tissulaire moindre, et l'inverse était vrai pour les chevaux faiblement extravertis (c'est-à-dire un indice de boiterie faible pour un degré comparativement élevé de lésion tissulaire; Ijichi et coll., 2014). On connaît insuffisamment l'effet de la personnalité, ainsi que du style d'adaptation, sur la douleur chez les chevaux et les autres équidés, bien que l'on sache que les individus et les races présentent différents types de personnalité (Lloyd et coll., 2008; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2021).

1.2 Mesurer et évaluer la douleur : échelles de douleur

Les faiblesses inhérentes à l'utilisation des seules mesures physiologiques ou comportementales ont entraîné la création d'échelles de la douleur des équidés plus précises. Nombre d'entre elles ont été mises à l'essai et perfectionnées par plusieurs itérations sur divers types de douleur. Trois grappes d'échelles de douleur similaires sont les plus fréquentes dans les textes scientifiques : l'échelle de douleur composite, les échelles d'évaluation faciale et l'éthogramme de la douleur chez le cheval monté. On les désigne par le terme « grappes » en raison de leurs similitudes méthodologiques, malgré certaines différences en raison de modifications des résultats de leurs prédecesseurs par les chercheuses et chercheurs visant à améliorer la validité, la fiabilité ou la reproductibilité de chaque itération de l'échelle. En 2018, ces types d'échelle ont été examinés par van Loon et van Dierendonck, et de nouvelles données ont été publiées depuis cette revue de littérature.

1.2.1 Échelles de douleur composites

La première de ces grappes, l'échelle de douleur composite, est comme son nom l'indique une échelle utilisant plusieurs mesures, généralement physiologiques et comportementales. Bien qu'elle ne soit pas décrite comme une échelle de mesure de la douleur composite dans l'article publié, Pritchett et coll. (2003) illustrent cette méthode par combinaison, dans laquelle les chercheuses et chercheurs examinent les données physiologiques (fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, concentration de cortisol plasmatique) ainsi que les données comportementales pour évaluer les signes comportementaux de la douleur dans un groupe témoin ($n=10$), un groupe ayant subi seulement une anesthésie ($n=10$), et un groupe ayant subi une intervention chirurgicale ($n=7$). Les échelles de douleur composites sont souvent utilisées dans la recherche sur les équidés (Pritchett et coll., 2003; Sellon et coll., 2004; Bussières et coll., 2008; Dutton et coll., 2009; Sanz et coll., 2009; Lindegaard et coll., 2009, 2010; van Loon et coll., 2020, 2014; Graubner et coll., 2011; Pader et coll., 2011; Sutton et coll., 2013;

Minghella et Auckburally, 2014; Taffarel et coll., 2015; Urayama et coll., 2019; Lawson et coll., 2020; Barreto da Rocha et coll., 2021; Lanci et coll., 2022 [sur les poulains en particulier]; Trindade et coll., 2023) et apportent des connaissances considérables sur l'expérience de la douleur dans tout le corps. En général, les mesures physiologiques prises en compte dans une échelle de douleur composite sont la fréquence cardiaque et respiratoire, et les mesures comportementales se concentrent sur la posture, l'appétit, la position couchée du cheval et sa réaction en cas d'interaction avec des humains. Une partie des études utilisant des échelles de mesure de la douleur composites sont synthétisées ci-dessous (Tableau 1.2).

Tableau 1.2 : Résumé des échelles de douleur composites

Auteurs	Type de douleur	Mesures physiologiques	Mesures comportementales
Pritchett et coll., 2003	Postopératoire (chirurgie pour maladie gastro-intestinale aiguë)	fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, concentration de cortisol plasmatique	catégories des comportements d'activité, de locomotion, de douleur, de repos (éthogramme)
Sellon et coll., 2004	Postopératoire (cœliotomie)	fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, température rectale, indice de l'auscultation du système gastro-intestinal, fréquence de défécation, concentration de cortisol plasmatique, poids corporel	signes comportementaux de la douleur, position de la tête, position des oreilles, emplacement dans le box, locomotion spontanée, réaction à l'ouverture de la porte du box, réaction aux circonstances (par exemple approche) (échelle numérique)
Bussières et coll., 2008	Douleur orthopédique	fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, bruits digestifs, température rectale	comportement interactif, réaction à la palpation, aspect général, transpiration, coups de sabot sur l'abdomen, grattage du sol, posture, mouvement de la tête, appétit (échelle numérique)
Dutton et coll., 2009*	Douleur au sabot	fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, pouls digité, fasciculation musculaire	comportement en position debout, comportement de marche, comportement à la manipulation, transpiration, mouvements saccadés de la tête, volonté de bouger, comportement en position couchée (échelle numérique et séquentielle, indice de douleur combiné)
Sanz et coll., 2009	Castration (postopératoire)	fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, température	signes comportementaux de la douleur globaux, position de la tête,

		rectale, motilité du tractus gastro-intestinal, débit fécal, consommation d'eau et de foin	position des oreilles, emplacement dans le box, locomotion spontanée, réaction à l'approche, au levé du pied, réaction à la fourniture de grains, position debout/couchée (échelle visuelle analogue et échelle de notation numérique)
Lindegaard et coll., 2009	Marquage au fer chaud et implantation de micropuce	fréquence cardiaque, température cutanée, sensibilité cutanée, œdème, concentrations d'amyloïde A et de cortisol dans le sérum	indice de comportement numérique basé sur la réaction et échelle visuelle analogue (tirée de Pritchett et coll., 2003)
Lindegaard et coll., 2010	Synovite induite de l'articulation radiocarpienne	fréquence cardiaque, aspect général et couleur des membranes muqueuses, temps de remplissage capillaire, auscultation de l'abdomen, température rectale, fréquence respiratoire	boiterie, signes comportementaux de la douleur globaux, répartition du poids, position de la tête, emplacement dans le box, réaction à l'ouverture de la porte du box, réaction à l'approche d'un observateur ou d'une observatrice (compilés dans un indice de douleur unique, adapté de Pritchett et coll., 2003)
van Loon et coll., 2014	Douleur chronique	fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, borborygmes, température rectale	aspect général, posture corporelle, répartition du poids, transfert de poids, port de la tête, alimentation, changements de comportement envers d'autres chevaux, expressions faciales (échelle numérique)

van Loon et coll., 2020	Synovite induite	fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, température rectale	alimentation, marche, position debout immobile, fait de se coucher, fait de se rouler au sol, transfert de poids (éthogramme – fréquence et durée), réactions à la palpation (échelle numérique)
Graubner et coll., 2011	Postopératoire (chirurgie abdominale)	fréquence cardiaque, fréquence respiratoire	évaluation subjective générale, comportement postural, comportement interactif, réponse aux aliments, comportement en coliques, stimulation des muscles, réaction à la palpation de la zone de l'incision (échelles numériques, indices additionnés pour l'obtention de l'indice total)
Pader et coll., 2011	Postopératoire (ovariectomie bilatérale élective)	fréquence cardiaque	niveaux d'activité, échelle de notation numérique axée sur la posture et la socialisation; adaptée de Pritchett et coll., 2003, et Sellon et coll., 2004
Taffarel et coll., 2015	Castration (postopératoire)	fréquence cardiaque	posture, comportement interactif, appétit, activité, palpation, divers
Urayama et coll., 2019	Réaction inflammatoire provoquée	fréquence cardiaque, température corporelle, fréquence respiratoire, indice de douleur comportementale, température de la surface de la paroi du sabot, facteur de nécrose tumorale α dans le	signes comportementaux de la douleur globaux, position de la tête, position des oreilles, emplacement dans le box, locomotion spontanée, interactions, réaction aux grains (échelle numérique; adaptée de Pritchett et coll., 2003)

		plasma, cortisol, numération leucocytaire	
Lawson et coll., 2020	Colique	fréquence cardiaque, fréquence respiratoire	expressions faciales de la douleur, signes comportementaux de la douleur globaux, niveaux d'activité, emplacement dans le box/le pâturage, position de la tête, attention à la zone douloureuse, interaction, réponse aux aliments
Barreto da Rocha et coll., 2021	Postopératoire (liste exhaustive d'opérations notamment celles réalisées sur les membres, les dents, les cordes vocales et la castration)	fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, bruits digestifs, température	utilisation d'une échelle de douleur élaborée par Taffarel et coll., 2015, et Bussières et coll., 2008
Lanci et coll., 2022**	Générale (axée sur les poulains)	fréquence cardiaque, température rectale, fréquence respiratoire, motilité intestinale	éléments d'expression faciale, éléments comportementaux (posture, appétit, boiterie), réaction à la palpation
Trindade et coll., 2023	Intervention chirurgicale orthopédique et des tissus mous	S.O. – utilisation seulement d'échelles comportementales tirées d'échelles de douleur composites élaborées antérieurement	utilisation de l'échelle de douleur élaborée par Taffarel et coll., 2015, et Bussières et coll., 2008
van Dierendonck et coll., 2020	Ânes (douleur aiguë)	fréquence respiratoire, fréquence cardiaque, température rectale, transpiration, bruits digestifs	aspect général, bruits indiquant une douleur, posture, changements de comportement du compagnon/groupe, distribution du poids, alimentation, fait de se coucher/de rouler, mouvement, port de la tête, position des oreilles,

			réaction à un observateur ou une observatrice, fouettement de la queue, réaction à la palpation, coups de sabot sur l'abdomen, grattage du sol
Medeiros do Nascimento et coll., 2023	Ânes (orchidectomie post-inguinale)	fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, température rectale, protéines de phase aiguë	utilisation de l'échelle de douleur élaborée par Taffarel et coll., 2015, et Oliveira et coll., 2021

* *Étude de cas*

** *Étude pilote*

Comme le montre le Tableau 1.2, bien qu'elles utilisent des mesures physiologiques et des échelles comportementales similaires, les échelles de mesure de la douleur composites sont rarement identiques, ce qui rend leur comparaison particulièrement difficile. Les éthogrammes de signes comportementaux de la douleur, bien que similaires, sont tout aussi divers : certains se limitent à un petit nombre (≤ 5) de comportements (par exemple Pritchett et coll., 2003; Sellon et coll., 2004) tandis que d'autres utilisent un grand nombre de comportements et/ou une échelle numérique aux fins d'évaluation (et non pas un éthogramme, par exemple van Loon et coll., 2014). Dans certains cas, les indices comportementaux et/ou physiologiques sont combinés en une seule valeur d'échelle de douleur attribuée à l'animal (par exemple Sellon et coll., 2004; Bussières et coll., 2008). Dans une perspective plus critique, les échelles de mesure de la douleur composites nécessitent des observatrices et observateurs suffisamment formés (ainsi que des techniciennes et techniciens de laboratoire très compétents), et l'échelle doit reposer sur des études solides et être correctement validée (de Grauw et van Loon, 2016).

1.2.2 Échelles d'évaluation faciale

La seconde grappe, celle des échelles d'évaluation faciale, comprend plusieurs échelles conçues pour déterminer l'intensité de la douleur équine au moyen du seul examen du visage et des structures connexes (par exemple les oreilles pour la position des oreilles). Bien que les échelles d'évaluation faciale soient principalement utilisées dans la recherche, on sait que les expressions faciales sont aussi employées dans d'autres configurations pour déterminer la douleur des équidés. Par exemple, des propriétaires en Bosnie-Herzégovine, qui pourtant ne connaissaient pas les échelles de douleur, ont déclaré qu'ils s'appuyaient surtout sur les expressions faciales et le comportement de leur cheval pour évaluer la douleur (Spahija et coll., 2023). Parce qu'ils comprenaient cette expressivité, Wathan et coll. (2015) ont documenté la myriade de façons par lesquelles les muscles de la tête du cheval pouvaient bouger (par exemple le cheval tire la commissure des lèvres, ferme l'œil), et ont ainsi souligné la complexité des expressions faciales des chevaux et la possibilité de s'en servir pour évaluer la douleur.

À la suite de l'élaboration d'échelles comparables pour les rongeurs et les lapins, Dalla Costa et coll. (2014) ont créé la Horse Grimace Scale (HGS, échelle de grimaces du cheval), une échelle d'évaluation faciale qui note six unités d'action faciale clairement définies : oreilles raides et tournées vers l'arrière, rétrécissement orbital, tension au-dessus de la zone de l'œil, muscles de la mastication tendus et saillants, bouche tendue avec menton saillant, et naseaux tendus avec aplatissement du profil. En raison de son exactitude de détection de 73,3 % chez les chevaux souffrant de douleur post-castration et de sa fiabilité inter-observateurs élevée (coefficient de corrélation intraclass = 0,92), il a été reconnu que l'HGS était un instrument possible d'évaluation d'autres types de douleur (Dalla Costa et coll., 2014). L'HGS a ensuite servi dans d'autres études à déterminer avec succès une douleur aiguë due à une fourbure (Dalla Costa et coll., 2016) et une douleur dentaire (Coneglian et coll., 2023), mais elle a été très peu efficace, voire inefficace, pour déterminer une douleur gastrique (Ferlini Agne et coll., 2023). Elle a aussi servi de fondement pour l'élaboration d'autres échelles d'évaluation des expressions faciales similaires, conçues pour mesurer une douleur inflammatoire provoquée expérimentalement (Carvalho et coll., 2022), mais leurs résultats ont été peu concluants. L'HGS continue d'être redéfinie (Werner et coll., 2024), par la description des unités d'action faciale en termes plus anatomiques afin que sa fiabilité soit améliorée, mais ce type de modifications peut rendre difficile la mise en œuvre de l'échelle hors du cadre de recherches scientifiques.

Récemment, l'échelle des grimaces a aussi été appliquée aux ânes (Orth et coll. 2020); elle a examiné des unités d'action faciale similaires comme la position des oreilles, la tension des naseaux/bout du nez, la forme de l'œil et le rétrécissement orbital, et elle a aussi évalué l'aplomb et l'aspect globaux. Comme dans Dalla Costa et coll. (2014), l'échelle a été mise à l'essai sur des ânes post-castration pour évaluer la douleur et mesurer la sensibilité de l'échelle, sa spécificité et son exactitude, qui allaient de 36,91 % à 64,25 % selon la mesure (Orth et coll., 2020).

Globalement, l'aplomb anormal et l'aspect général anormal enregistraient le résultat le plus élevé dans les trois catégories (>60 %), mais des recherches supplémentaires devront être entreprises avant que l'outil puisse être utilisé de façon fiable sur les ânes (Orth et coll., 2020). En effet, les ânes présentent une difficulté particulière pour ce qui est des notations fondées sur les comportements, car ils affichent des signes de douleur plus subtils, et les signes comportementaux de la douleur observés sur les chevaux pourraient ne pas être des indicateurs de la douleur utiles chez l'âne (examen par Ashley et coll., 2005).

Bien qu'elle n'emploie pas l'expression « unités d'action faciale », l'*Equine Utrecht University Scale for Facial Assessment of Pain* (EQUUS-FAP, Échelle d'évaluation faciale de la douleur équine de l'Université d'Utrecht) adopte une démarche ressemblant à cette de l'échelle de grimaces. L'échelle évalue le mouvement de la tête, la position des paupières, l'accommodation de l'œil, la relaxation des naseaux, la relaxation des commissures de la bouche/des lèvres, le tonus musculaire de la tête, les réactions de flehmen et/ou le bâillement, le grincement de dents ou gémissement, et la position des oreilles (van Loon et van Dierendonck, 2015). L'EQUUS-FAP a affiché des résultats élevés pour la sensibilité (87,5 %), la spécificité (88,0%) et la fiabilité inter-observateurs (coefficients de corrélation intraclasse = 0,93) quand elle a été mise à l'essai pour des chevaux souffrant de douleurs de coliques (van Loon et van Dierendonck, 2015). Par la suite, l'efficacité de l'échelle a été validée de nouveau sur les douleurs de coliques (van Dierendonck et van Loon, 2016), puis sur des chevaux souffrant de diverses douleurs liées à la tête (par exemple dentaire, oculaire, postopératoire, traumatique; van Loon et van Dierendonck, 2017). De plus, des recherches préliminaires ont été réalisées sur une version conçue pour l'évaluation des ânes, dite EQUUS-DONKEY-FAP, qui a obtenu un succès similaire (van Dierendonck et coll., 2020).

L'équitation peut considérablement nuire à l'utilisation des échelles d'évaluation de la douleur fondées sur les expressions faciales. C'est pourquoi Mullard et coll. (2016) ont élaboré un éthogramme destiné aux chevaux montés. Cet éthogramme a des caractéristiques en commun avec d'autres échelles d'expressions faciales (par exemple expression des yeux, position des oreilles), mais il intègre aussi la salivation, la position de la langue, la position de la tête et la verticalité de la tête (Mullard et coll., 2016). La fiabilité inter-observateurs moyenne constatée est de 69 %, mais les chercheuses et chercheurs ont aussi enregistré une fiabilité inférieure de la capacité des observatrices et observateurs à noter certaines catégories d'expression faciale (par exemple aplatissement du bout du nez) comparativement à l'HGS (Mullard et coll., 2016).

Avec les progrès de l'intelligence artificielle, il sera plus facile d'apprendre aux programmes d'analyse d'images à reconnaître la douleur à partir de photographies ou de vidéos, en s'appuyant sur les échelles d'évaluation faciale de la douleur en raison de leur utilisation fréquente. Bien que ce domaine de recherche soit en cours de développement, des premiers

résultats prometteurs dans l'évaluation des états émotionnels et de la douleur ont été obtenus au moyen de divers modèles exploratoires (Andersen et coll., 2018, 2021; Corujo et coll., 2021; Lencioni et coll., 2021; Broomé et coll., 2022; Feighelstein et coll., 2024). Les progrès sont toutefois entravés par le manque d'ensembles de données permettant d'élaborer et d'entraîner des modèles basés sur l'intelligence artificielle (Chiavaccini et coll., 2024).

1.2.3 Éthogramme de la douleur du cheval monté

Les chevaux ne sont pas toujours en position debout immobile ni dans un box quand ils ressentent de la douleur. C'est ce qui a motivé la mise au point de la troisième grappe, l'Éthogramme de la douleur du cheval monté (*Ridden Horse Pain Ethogram*), visant à évaluer la douleur pendant les activités d'équitation. L'Éthogramme de la douleur du cheval monté (publié pour la première fois par Dyson et coll. en 2018) est une échelle d'évaluation reposant sur vingt-quatre comportements définis axés sur la position de la tête, la position des oreilles, la position des yeux, de la bouche et de la langue, l'activité de la queue, l'allure, le mouvement global, et le fait de se cabrer/ruer. Depuis sa conception, il a été mis à l'essai par Dyson et coll. sur des chevaux de dressage (Dyson et Pollard, 2021a, 2021b; Dyson et coll., 2022), des chevaux de concours complet d'équitation (Dyson et Pollard, 2022), des chevaux de centre d'équitation (Dyson et Pollard, 2020), et des chevaux ressentant une douleur liée à une boiterie (Dyson et van Dijk, 2020; Dyson et coll., 2020; Dyson et Pollard 2023), ainsi que par d'autres chercheuses et chercheurs cherchant à le valider (Garcia et coll., 2022; Pineau et coll., 2024). La possibilité que l'Éthogramme de la douleur du cheval monté soit influencé par de nombreux facteurs externes a été discutée en profondeur, notamment la difficulté à totalement éliminer le biais de l'observateur qui note (Dyson et Pollard, 2020) et les effets possibles de la taille de la personne qui monte, ses compétences, l'ajustement de l'équipement et des états préexistants sur la note finale (Berger et coll., 2022; Ladewig et coll., 2022). Une étude pilote réalisée sur des chevaux islandais par Garcia et coll. (2022) a aussi souligné l'importance de s'assurer que l'échelle soit applicable à d'autres allures que le pas, le trot et le galop (par exemple le tölt). Bien que la facilité d'emploi et la fiabilité de l'échelle aient été largement démontrées, elle gagnerait à être validée par d'autres études comme celle de Dyson et van Dijk (2020), qui a montré que l'anesthésie diminuait les indices de douleur des chevaux, plutôt que de s'appuyer seulement sur la boiterie comme indicateur de la douleur.

1.2.4 Échelles en cours d'élaboration

Historiquement, les échelles d'évaluation et de mesure de la douleur s'intéressaient surtout aux chevaux ayant subi une intervention chirurgicale. Or, ce n'est pas la seule source de douleur dans la vie d'un cheval. C'est pourquoi des échelles applicables à d'autres sources de douleur (par exemple la douleur chronique) ont commencé à apparaître. L'évaluation de la douleur chronique a suscité un intérêt particulier en raison de sa relation avec la qualité de vie. Deux échelles ont été conçues à cette fin : l'une portant sur la douleur chronique non spécifique (chevaux, van Loon et Macri, 2021; ânes, van Loon et coll., 2024) et deux portant essentiellement sur la douleur musculosquelettique chronique (Auer et coll., 2023; Howard et coll. 2024). Dans ces deux échelles, les chercheuses et chercheurs ont conjugué l'évaluation intégrale d'une échelle de douleur composite avec une échelle d'évaluation faciale de la douleur et obtenu des résultats préliminaires satisfaisants en matière de détermination de la douleur chez des chevaux et des ânes souffrant de douleurs chroniques. Certaines études ont aussi cherché à remplacer des évaluations auparavant subjectives par de nouvelles échelles, comme l'échelle d'évaluation et de

mesure des dorsalgies, élaborée par Mayaki et coll. (2020), ou à créer des échelles pour des douleurs sous-étudiées, comme la douleur ophtalmique (Ortolani et coll., 2021; Nannarone et coll., 2023).

De plus, en vue de simplifier des échelles de douleur composites très complètes et de fournir une échelle nécessitant relativement peu de formation, Maskato et coll. (2020) ont créé une échelle descriptive utilisant neuf signes comportementaux de la douleur classés par ordre croissant de gravité (par exemple regarder vers les flancs recevait un indice de 1, considéré comme moyen, tandis que faire des roulades recevait un indice de 5, considéré comme grave). Ils ont validé cette échelle par rapport à une échelle visuelle analogue et les résultats médicaux du cheval après une admission clinique pour douleur abdominale.

Toutes les échelles en développement nécessitent des études supplémentaires pour valider la possibilité d'une généralisation de leur utilisation, tout en tenant compte de la gamme et de la spécificité des signes comportementaux de la douleur exprimés par les équidés. De plus, les échelles en développement mettent en lumière la nécessité d'échelles plus facilement utilisables dans les exploitations équines si elles doivent servir en dehors des contextes de recherche.

1.3 Mesurer et évaluer la douleur : détermination de la douleur

La compréhension des causes et des signes de la douleur chez les équidés peut aider à mieux prendre soin de ses animaux. La détermination de la douleur chez les chevaux se heurte à deux difficultés de taille : premièrement, les proies affichent généralement des signes de douleur subtils (Burden et Thiemann, 2015; Gleerup 2018; Taylor et coll., 2002, applicable aux chevaux et aux ânes) et deuxièmement, les douleurs ne se manifestent pas toutes par les mêmes symptômes comportementaux ou physiologiques (de Grauw et van Loon, 2016). De plus, la détermination de la douleur peut être compliquée par des facteurs humains. Ainsi, Hausberger et coll. (2021) ont constaté que la perception des propriétaires de ce qui constitue le bien-être des chevaux (dont l'absence de douleur) peut être influencée négativement par plusieurs facteurs, comme l'anthropomorphisme, des préjugés culturels, des croyances populaires et la sous-évaluation générale du bien-être comme formant un tout.

Dans une enquête portant sur les propriétaires de chevaux de l'industrie équine brésilienne et canadienne, respectivement 94 % et >95 % des personnes interrogées ont indiqué qu'ils pensaient que les chevaux pouvaient ressentir la douleur (Hötzl et coll., 2018; DuBois et coll., 2018). De même, par des entretiens avec des propriétaires d'ânes au Pakistan, Bukhari et coll. (2023) ont constaté que la majorité (81,3 %) estimait que les ânes pouvaient ressentir la douleur. La possibilité que les équidés puissent ressentir la douleur est par conséquent considérée comme admise par les individus de l'industrie. Cette connaissance ne se traduit toutefois pas toujours par une prise de conscience ou des mesures de soin. Alors que 81,3 % des propriétaires estimaient que les ânes pouvaient ressentir la douleur, cette proportion élevée ne se reflétait ni dans le nombre de propriétaires utilisant un rembourrage ou un tapis sous la selle ni dans le nombre de propriétaires indiquant qu'ils alimentaient ou abreuaient leur âne pendant la journée de travail (Bukhari et coll., 2023). Dans des conclusions ne concernant pas uniquement la douleur, Horseman et coll. (2017) indiquaient que les propriétaires minimisaient la gravité en matière de bien-être de situations qui reflétaient leurs pratiques de régie; cela pourrait expliquer la dichotomie entre la prise de conscience de la douleur équine et les pratiques de régie.

D'après des opinions de spécialistes de l'industrie au Royaume-Uni, l'incapacité à reconnaître la douleur est un problème important pour le bien-être des équidés (Rioja-Lang et coll., 2020). Cette conclusion est étayée par Watney et coll. (2024) dans leur enquête sur les connaissances des propriétaires de chevaux dans le monde. De façon pratique, sur les propriétaires interrogés à propos de la dorsalgie chez leurs chevaux ($n=161$), seulement 11,8 % ont déclaré que leurs chevaux avaient une dorsalgie, alors qu'une dorsalgie avait été diagnostiquée sur 49,7 % de leurs chevaux au moyen d'une palpation par un chiropraticien expérimenté ou par électromyographie de surface statique (Lesimple et coll., 2013). Ireland et coll. (2012) aussi ont montré que les propriétaires sous-déclaraient de façon significative les problèmes dentaires (24,5 % constatés par les propriétaires contre 95,4 % par examen vétérinaire), les souffles cardiaques (0,5 % par les propriétaires contre 20 % par examen vétérinaire), la boiterie (23 % par les propriétaires contre 50 % par examen vétérinaire), et les anomalies du sabot (27 % par les propriétaires contre 80 % par examen vétérinaire) chez leurs chevaux âgés. Ce phénomène ne se limite pas à la douleur. Après le visionnage de vidéos de chevaux affichant des signes de détresse, des membres de l'industrie équine estimaient que certains des individus ressentaient des états affectifs positifs, alors que les spécialistes notant les mêmes vidéos constataient uniquement des états affectifs négatifs (Bell et coll., 2019). De plus, même si certains participants et participantes de l'étude indiquaient que le cheval ressentait un état affectif négatif, une minorité statistique continuerait de permettre que leurs chevaux soient traités de cette manière (Bell et coll., 2019). Cela pourrait s'expliquer par le fait que les comportements liés à la douleur sont souvent attribués au « caractère pas sage » des chevaux (Rioja-Lang et coll., 2020). Les travaux de Merkies et Trudel (2024) corroborent les résultats de Bell et coll. (2019), les participantes et participants à la notation des vidéos ayant obtenu des indices d'état affectif d'un cheval identiques à ceux des spécialistes dans seulement 52,5 % ($n = 534$) des fois. Merkies et Trudel (2024) ont aussi constaté que les participantes et participants réussissaient moins bien à identifier les signes plus subtils des états positifs comme négatifs.

Les avis divergent aussi entre individus sur les pratiques considérées comme douloureuses ainsi que sur le degré de douleur supportable par un animal avant qu'une intervention vétérinaire soit nécessaire. Sellon et coll. (2021) ont constaté des différences significatives entre la perception de la gravité de la douleur chez des propriétaires et des vétérinaires spécialistes des équidés auxquels les mêmes cas étaient présentés (castration, abcès sous la sole, laceration, coliques flatulentes, fracture du paturon, râpage dentaire, ainsi qu'une sélection d'interventions chirurgicales et d'actes vétérinaires). Dans certains cas (par exemple abcès sous la sole), les vétérinaires donnaient constamment un indice supérieur à celui donné par les propriétaires, tandis que l'inverse était vrai dans d'autres cas (par exemple fracture du paturon), ce qui aboutissait à une fourchette large pour les deux groupes même si la situation était identique (Sellon et coll., 2021). Pourtant, la majorité des propriétaires de chevaux interrogés (87,7 %, $n=533$) déclaraient qu'ils et elles avaient confiance en leur capacité à évaluer la douleur et 91,2 % avaient confiance en la capacité de leur vétérinaire à évaluer la douleur (Sellon et coll., 2021). En outre, Price et coll. (2002) ont constaté une variance élevée dans la perception de la gravité de la douleur par les vétérinaires quand ils classaient la gravité de la castration, les lésions traumatiques de tissus mous, une fourbure aiguë mineure, une fourbure aiguë grave, un abcès solaire et une tendinite aiguë. Lors de l'examen des choix d'analgésiques, Price et coll. (2002) ont aussi constaté que les vétérinaires indiquaient que la puissance d'action était leur

facteur de décision le plus important, mais qu'ils et elles ne choisissaient pas les analgésiques ayant la puissance d'action la plus élevée d'après des sources scientifiques, ce qui laisse supposer que leurs décisions étaient avant tout fondées sur l'expérience qu'ils avaient de l'analgésique choisi.

De plus, plusieurs études ont examiné les déclarations faites par les propriétaires concernant les soins donnés à des chevaux souffrant de coliques et ont remarqué que, non seulement, les propriétaires ne possédaient pas certaines connaissances élémentaires (par exemple fréquence cardiaque au repos normale; Bowden et coll. 2020), mais aussi qu'ils et elles feraient appel à un ou une vétérinaire seulement si les symptômes de colique étaient extrêmes (Bowden et coll., 2020; Costa et coll., 2022). Un phénomène similaire a été décrit par Dixon et coll. (2000), selon lesquels les propriétaires consultaient en cas de douleur dentaire de leur cheval seulement à un stade avancé du mal.

1.4 Recherches futures

1. Il faudrait approfondir les recherches concernant les facteurs influant sur l'expression individuelle de la douleur (par exemple le tempérament), notamment le style d'adaptation, pour mieux comprendre l'expression de la douleur des équidés.
2. Il faudrait développer et modifier les échelles d'évaluation de la douleur pour que les propriétaires, les personnes leur fournissant des soins et les vétérinaires puissent s'en servir dans les exploitations équines et qu'elles soient ainsi utiles hors des contextes de recherche scientifique.
3. Il faudrait élaborer d'autres échelles d'évaluation de la douleur, ou mettre à l'essai des échelles existantes, dans des situations de douleur autre qu'une douleur postopératoire, par exemple la douleur chronique.
4. Il faudrait valider davantage les échelles de douleur pour les ânes.

1.5 Références

Andersen P.H., Gleerup K.B., Wathan J., Coles H., Kjellström H., Broomé S., Lee Y.J., Rashid M., Sonder C., Rosenberger E. & Forester D. (2018) Can a Machine Learn to See Horse Pain? An Interdisciplinary Approach Towards Automated Decoding of Facial Expressions of Pain in the Horse. Measuring Behaviour. Manchester, UK, June 6–8. June, 2018. *Proceedings of Measuring Behavior* 2018:146–152.

Andersen P.H., Broomé S., Rashid M., Lundblad J., Ask K., Li Z., Hernlund E., Rhodin M. & Kjellström H. (2021) Towards Machine Recognition of Facial Expressions of Pain in Horses. *Animals* 11:1643.

Ashley F.H., Waterman-Pearson A.E. & Whay H.R. (2005) Behavioural assessment of pain in horses and donkeys: Application to clinical practice and future studies. *Equine Veterinary Journal* 37:565–75.

- Auer U., Kelemen Z., Vogl C., von Ritgen S., Haddad R., Torres Borda L., Gabmaier C., Breteler J. & Jenner F. (2024) Development, refinement, and validation of an equine musculoskeletal pain scale. *Frontiers in Pain Research (Lausanne)* 19:1292299.
- Bardell D. (2017) Managing orthopaedic pain in horses. *In Practice* 39:420–427.
- Barreto da Rocha P., Driessen B., McDonnell S.M., Hopster K., Zarucco L., Gozalo-Marcilla M., Hopster-Iversen C., Trindade P.H.E., da Rocha T.K.G., Taffarel M.O., Alonso B.B., Schauvliege S. & Luna S.P.L. (2021) A critical evaluation for validation of composite and unidimensional postoperative pain scales in horses. *PLoS One* 16:e0255618.
- Bell C., Rogers S., Taylor J. & Busby D. (2019) Improving the recognition of equine affective states. *Animals (Basel)* 9:1124.
- Berger J., Bondi A., Dyson S., Ellis A., Lindegaard C., Martin C., Mullard J., Pollard D., Quiney L., Routh J. & Thomson K. (2022) Commentary on Ladewig et coll.: The uses, values, and limitations of the Ridden Horse Pain Ethogram. *Journal of Veterinary Behavior* 57:31–34.
- Bowden A., Burford J.H., Brennan M.L., England G.C.W. & Freeman S.L. (2020) Horse owners' knowledge, and opinions on recognising colic in the horse. *Equine Veterinary Journal* 52:262–267.
- Broomé S., Ask K., Rashid-Engström M., Haubro Andersen P. & Kjellström H. (2022) Sharing pain: Using pain domain transfer for video recognition of low grade orthopedic pain in horses. *PLoS One* 17:e0263854.
- Bukhari S.S.U.H., McElligott A.G., Rosanowski S.M. & Parkes R.S.V. (2023) Recognition of emotion and pain by owners benefits the welfare of donkeys in a challenging working environment. *PeerJ* 8:e15747.
- Burden F. & Thiemann A. (2015) Donkeys are different. *Journal of Equine Veterinary Science* 35:376–382.
- Bussières G., Jacques C., Lainay O., Beauchamp G., Leblond A., Cadore J.L., Desmaizieres L.M., Cuveliez S.G. & Troncy E. (2008) Development of a composite orthopaedic pain scale in horses. *Research in Veterinary Science* 85:294–306.
- Carvalho J.R.G., Trindade P.H.E., Conde G., Antonioli M.L., Funnicelli M.I.G., Dias P.P., Canola P.A., Chinelatto M.A. & Ferraz G.C. (2022) Facial expressions of horses using weighted multivariate statistics for assessment of subtle local pain induced by polylactide-based polymers implanted subcutaneously. *Animals (Basel)* 12:2400.
- Chiavaccini L., Gupta A. & Chiavaccini G. (2024) From facial expressions to algorithms: A narrative review of animal pain recognition technologies. *Frontiers in Veterinary Science* 11:1436795.
- Coneglian M.M., Weber S.H. & Michelotto Junior P.V. (2023) Influence of oral health on the facial expressions and on the acupuncture examination in equine. *Brazilian Journal of Veterinary and Animal Sciences* 75:415–424.
- Corujo L.A., Kieson E., Schloesser T. & Gloor P.A. (2021) Emotion Recognition in Horses with Convolutional Neural Networks. *Future Internet* 13:250.

Costa M.H.D.S., Medeiros P.R., Melo U.P., de Souza R.F., da Silva G.E.L., Ferreira C., de Assis D.B., da Silva L.P. & de Brito E.L. (2022) Survey on the recognition, attitudes, and experience of horse owners during episodes of equine colic in Rio Grande do Norte, Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine* 44:e003022.

Dalla Costa E., Minero M., Lebelt D., Stucke D., Canali E. & Leach M.C. (2014) Development of the Horse Grimace Scale (HGS) as a pain assessment tool in horses undergoing routine castration. *PLoS ONE* 9:e92281.

Dalla Costa E., Stucke D., Dai F., Minero M., Leach M.C. & Lebelt D. (2016) Using the Horse Grimace Scale (HGS) to assess pain associated with acute laminitis in horses (*Equus caballus*). *Animals (Basel)* 6:47.

de Grauw J.C., van de Lest C.H., Brama P.A., Rambags B.P. & van Weeren P.R. (2009a) In vivo effects of meloxicam on inflammatory mediators, MMP activity and cartilage biomarkers in equine joints with acute synovitis. *Equine Veterinary Journal* 41:693–699.

de Grauw J.C., van de Lest C.H. & van Weeren P.R. (2009b) Inflammatory mediators and cartilage biomarkers in synovial fluid after a single inflammatory insult: A longitudinal experimental study. *Arthritis Research and Therapy* 11:R35.

de Grauw J.C. & van Loon J.P. (2016) Systematic pain assessment in horses. *Veterinary Journal* 209:14–22.

Dixon P., Tremaine W., Pickles K., Kuhns L., Hawe C., McCann J., McGorum B.C., Railton D.I. & Brammer S. (2000) Equine dental disease part 4: A long-term study of 400 cases: Apical infections of cheek teeth. *Equine Veterinary Journal* 32:182–194.

Domańska-Kruppa N., Wierzbicka M. & Stefanik E. (2024) Advances in the clinical diagnostics to equine back pain: A review of imaging and functional modalities. *Animals (Basel)* 14:698.

DuBois C., Nakonechny L., Derisoud E. & Merkies K. (2018) Examining Canadian equine industry participants' perceptions of horses and their welfare. *Animals (Basel)* 8:201.

Dutton D.W., Lashnits K.J. & Wegner K. (2009) Managing severe hoof pain in a horse using multimodal analgesia and a modified composite pain score. *Equine Veterinary Education* 21:37–43.

Dyson S., Carson S. & Fisher M. (2015) Saddle fitting, recognising an ill-fitting saddle and the consequences of an ill-fitting saddle to horse and rider. *Equine Veterinary Education* 27:533–543.

Dyson S., Berger J., Ellis A.D. & Mullard J. (2018) Development of an ethogram for a pain scoring system in ridden horses and its application to determine the presence of musculoskeletal pain. *Journal of Veterinary Behavior* 23:47–57.

Dyson S., Thomson K., Quiney L., Bondi A. & Ellis A.D. (2020) Can veterinarians reliably apply a whole horse ridden ethogram to differentiate nonlame and lame horses based on live horse assessment of behaviour? *Equine Veterinary Education* 32:112–120.

Dyson S. & Pollard D. (2020) Application of a Ridden Horse Pain Ethogram and its relationship with gait in a convenience sample of 60 riding horses. *Animals (Basel)* 10:1044.

Dyson S. & van Dijk J. (2020) Application of a ridden horse ethogram to video recordings of 21 horses before and after diagnostic analgesia: Reduction in behaviour scores. *Equine Veterinary Education* 32:104–111.

Dyson S. & Pollard D. (2021a) Application of the Ridden Horse Pain Ethogram to elite dressage horses competing in World Cup Grand Prix competitions. *Animals (Basel)* 11:1187.

Dyson S. & Pollard D. (2021b) Application of the Ridden Horse Pain Ethogram to horses competing at the Hickstead-Rotterdam Grand Prix Challenge and the British Dressage Grand Prix National Championship 2020 and comparison with World Cup Grand Prix competitions. *Animals (Basel)* 11:1820.

Dyson S., Marin C., Bondi A. & Ellis A.D. (2022) The influence of rider skill on ridden horse behaviour, assessed using the Ridden Horse Pain Ethogram, and gait quality. *Equine Veterinary Education* 34:e308-e317.

Dyson S. & Pollard D. (2022) Application of the Ridden Horse Pain Ethogram to horses competing in British eventing 90, 100 and novice one-day events and comparison with performance. *Animals (Basel)* 12:590.

Dyson S. & Pollard D. (2023) Application of the Ridden Horse Pain Ethogram to 150 horses with musculoskeletal pain before and after diagnostic anaesthesia. *Animals (Basel)* 13:1940.

Feighelstein M., Riccie-Bonot C., Hasan H., Weinberg H., Rettig T., Segal M., Distelfeld T., Shimshoni I., Mills D.S. & Zamansky A. (2024) Automated recognition of emotional states of horses from facial expressions. *PLoS One* 19:e0302893.

Ferlini Agne G., May B.E., Lovett A., Simon O., Steel C., Santos L., Guedes do Carmo L., Barbosa B., Werner L.C., Daros R.R., Somogyi A.A., Sykes B. & Franklin S. (2023) Horse Grimace Scale does not detect pain in horses with equine gastric ulcer syndrome. *Animals (Basel)* 13:1623.

Garcia H.D., Lindegaard C. & Dyson S. (2022) Application of a Ridden Horse Pain Ethogram in Icelandic horses: A pilot study. *Equine Veterinary Education* 35:478–488.

Gleerup K.B. & Lindegaard C. (2016) Recognition and quantification of pain in horses: A tutorial review. *Equine Veterinary Education* 28:47–57.

Gleerup K.B. (2018) Assessing pain in horses. *In Practice* 40:457–463.

Goldberg M.E. & Shaffran N. (2014) Analgesia in equine practice. In: *Pain Management for Veterinary Technicians and Nurses*. Ames IA: John Wiley & Sons, Inc., pp.157–184.

Graubner C., Gerber V., Doherr M. & Spadavecchia C. (2011) Clinical application and reliability of a post abdominal surgery pain assessment scale (PASPAS) in horses. *Veterinary Journal* 188:178–183.

Hall C. & Kay R. (2024) Living the good life? A systematic review of behavioural signs of affective state in the domestic horse (*Equus caballus*) and factors relating to quality of life. Part 2: Horse-human interactions. *Animal Welfare* 33:e41.

- Hausberger M., Lesimple C. & Henry S. (2021) Detecting welfare in a non-verbal species: Social/cultural biases and difficulties in horse welfare assessment. *Animals* 11:2249.
- Horseman S.V., Buller H., Mullan S., Knowles T.G., Barr A.R.S. & Whay H.R. (2017) Equine welfare in England and Wales: Exploration of stakeholders' understanding. *Journal of Applied Animal Science* 20:9–23.
- Hötzl M.J., Vieira M.C. & Leme D.P. (2019) Exploring horse owners' and caretakers' perceptions of emotions and associated behaviors in horses. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research* 29:18–24.
- Howard D.L., Lancaster B. & de Grauw J. (2024) Development and preliminary validation of an equine brief pain inventory for owner assessment of chronic pain due to osteoarthritis in horses. *Animals (Basel)* 14:181.
- Hunt R.J. (2002) Laminitis in the geriatric horse. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 18:439–452.
- Ijichi C., Collins L.M. & Elwood R.W. (2014) Pain expression is linked to personality in horses. *Applied Animal Behaviour Science* 152:38–43.
- Ireland J.L., Clegg P.D., McGowan C.M., McKane S.A., Chandler K.J. et Pinchbeck G.L. (2012) Comparison of owner-reported health problems with veterinary assessment of geriatric horses in the United Kingdom. *Equine Veterinary Journal* 44:94–100.
- Ladewig J., McLean A.N., Wilkins C.L., Fenner K., Christensen J.W. & McGreevy P.D. (2022) A review of The Ridden Horse Pain Ethogram and its potential to improve ridden horse welfare. *Journal of Veterinary Behavior* 54:54–61.
- Lanci A., Benedetti B., Freccero F., Castagnetti C., Mariella J., van Loon J.P.A.M. & Padalino B. (2022) Development of a composite pain scale in foals: A pilot study. *Animals (Basel)* 12:439.
- Lawson A.L., Opie R.R., Stevens K.B., Knowles E.J. & Mair T.S. (2020) Application of an equine composite pain scale and its association with plasma adrenocorticotropic hormone concentrations and serum cortisol concentrations in horses with colic. *Equine Veterinary Education* 32:20–27.
- Lencioni G.C., de Sousa R.V., de Souza Sardinha E.J., Corrêa R.R. & Zanella A.J. (2021) Pain assessment in horses using automatic facial expression recognition through deep learning-based modeling. *PLoS One* 16:e0258672.
- Lesimple C., Fureix C., Biquand V. & Hausberger M. (2013) Comparison of clinical examinations of back disorders and humans' evaluation of back pain in riding school horses. *BMC Veterinary Research* 9:209.
- Lindegaard C., Vaabengaard D., Christophersen M.T., Ekstøm C.T. & Fjeldborg J. (2009) Evaluation of pain and inflammation associated with hot iron branding and microchip transponder injection in horses. *American Journal of Veterinary Research* 70:840–847.
- Lindegaard C., Thomsen M.H., Larsen S. & Andersen P.H. (2010) Analgesic efficacy of intra-articular morphine in experimentally induced radiocarpal synovitis in horses. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* 37:171–185.

Lloyd A.S., Martin J.E., Bornett-Gauci H.L.I. & Wilkinson R.G. (2008) Horse personality: Variation between breeds. *Applied Animal Behaviour Science* 112:369–383.

Maskato Y., Dugdale A.H.A., Singer E.R., Kelmer G. & Sutton G.A. (2020) Prospective feasibility and revalidation of the equine acute abdominal pain scale (EAAPS) in clinical cases of colic in horses. *Animals (Basel)* 10:2242.

Mayaki A.M., Abdul Razak I.S., Adzahan N.M., Mazlan M. & Rasedee A. (2020) Clinical assessment and grading of back pain in horses. *Journal of Veterinary Science* 21:e82.

McGreevy P.D. & McLean A.N. (2009) Punishment in horse-training and the concept of ethical equitation. *Journal of Veterinary Behavior* 4:193–197.

Medeiros do Nascimento R.C., Graboschii A.C.G., da Fonseca L.S., Silva A.R., Souto P.C., da Fonseca L.A., Goulart M.O.F. & Escodro P.B. (2023) Pain assessment and acute phase response in donkeys submitted to inguinal orchietomy. *Journal of Equine Veterinary Science* 123:104223.

Mellor D.J. (2020) Mouth pain in horses: Physiological foundations, behavioural indices, welfare implications, and a suggested solution. *Animals (Basel)* 10:572.

Merkies K. & Trudel K. (2024) How well can you tell? Success of human categorisation of horse behavioural responses depicted in media. *Animal Welfare* 33:e50.

Minghella E. & Auckburally A. (2014) A preventive multimodal analgesic strategy for bilateral rostral mandibulectomy in a horse. *Equine Veterinary Education* 26:66-71.

Mullard J., Berger J.M., Ellis A.D. & Dyson S. (2016) Development of an ethogram to describe facial expressions in ridden horses (FEReq). *Journal of Veterinary Behavior* 18:7–12.

Nannarone S., Ortolani F., Scilimati N., Gialletti R & Menchetti L. (2023) Refinement and revalidation of the Equine Ophthalmic Pain Scale: R- EOPS a new scale for ocular pain assessment in horses. *The Veterinary Journal* 304:106079.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2021) *A Review of Methods for Detecting Soreness in Horses*. Washington DC: The National Academies Press.

Oliveira M.G.C., Paula V.V., Mouta A.N., Lima I.O., Macêdo L.B., Nunes T.L., Trindade P.H.E. & Luna S.P.L. (2021) Validation of the Donkey Pain Scale (DOPS) for assessing postoperative pain in donkeys. *Frontiers in Veterinary Science* 8:671330.

Orth E.K., Navas González F.J., Iglesias Pastrana C., Berger J.M., Jeune S.S.L., Davis E.W. & McLean A.K. (2020) Development of a donkey grimace scale to recognize pain in donkeys (*Equus asinus*) post castration. *Animals (Basel)* 10:1411.

Ortolani F., Scilimati N., Gialletti R., Menchetti L. & Nannarone S. (2021) Development and preliminary validation of a pain scale for ophthalmic pain in horses: The Equine Ophthalmic Pain Scale (EOPS). *Veterinary Journal* 278:105774.

Pader K., Freeman L.J., Constable P.D., Wu C.C., Snyder P.W. & Lescun T.B. (2011) Comparison of transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery (NOTES®) and

laparoscopy for elective bilateral ovarioectomy in standing mares. *Veterinary Surgery* 40:998–1008.

Pehkonen J., Karma L. & Raekallio M. (2019) Behavioral signs associated with equine periapical infection in cheek teeth. *Journal of Equine Veterinary Science* 77:144–150.

Pineau V., Ter Woort F., Julien F., Vernant M., Lambey S., Hébert C., Hanne-Poujade S., Westergren V. & van Erck-Westergren E. (2024) Improvement of gastric disease and ridden horse pain ethogram scores with diet adaptation in sport horses. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, epub ahead of print.

Price J., Marques J.M., Welsh E.M. & Waran N.K. (2002) Pilot epidemiological study of attitudes towards pain in horses. *The Veterinary Record* 151:570–575.

Price J., Catriona S., Welsh E.M. & Waran N.K. (2003) Preliminary evaluation of a behaviour-based system for assessment of post-operative pain in horses following arthroscopic surgery. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* 30:124–137.

Pritchett L.C., Ulibarri C., Roberts M.C., Schneider R.K. & Sellon D.C. (2003) Identification of potential physiological and behavioral indicators of postoperative pain in horses after exploratory celiotomy for colic. *Applied Animal Behaviour Science* 80:31–43.

Rioja-Lang F.C., Connor M., Bacon H. & Dwyer C.M. (2020) Determining a welfare prioritization for horses using a Delphi method. *Animals (Basel)* 10:647.

Rochais C., Fureix C., Lesimple C. & Hausberger M. (2015) Lower attention to daily environment: A novel cue for detecting chronic horses' back pain? *Scientific Reports* 6:20117.

Sanz M.G., Sellon D.C., Cary J.A., Hines M.T. & Farnsworth K.D. (2009) Analgesic effects of butorphanol tartrate and phenylbutazone administered alone and in combination in young horses undergoing routine castration. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 235:1194–203.

Sellon D.C., Roberts M.C., Blikslager A.T., Ulibarri C. & Papich M.G. (2004) Effects of continuous rate intravenous infusion of butorphanol on physiologic and outcome variables in horses after celiotomy. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 18:555–563.

Sellon D.C., Sanz M., Kopper J.J. & Mattei D. (2021) Pain severity scores for common equine disorders as provided by horse owners and equine veterinarians. *Equine Veterinary Journal* 54:1094–1102.

Spahija N., Lutvikadić I., Ćoso A. & Maksimović A. (2023) Current attitudes and self-rated abilities of Bosnia and Herzegovina veterinarians toward pain recognition and quantification in domestic animals. *Animal Welfare* 32:e50.

Sutton G.A., Dahan R., Turner D. & Paitiel O. (2013) A behaviour based pain scale for horses with acute colic: Scale construction. *Veterinary Journal* 196:394–401.

Taffarel M.O., Luna S.P.L., de Oliveira F.A., Cardoso G.S., de Moura A., Pantoja J.C., Brondani J.T., Love E., Taylor P., White K. & Murrell, J.C. (2015) Refinement and partial validation of the UNESP-Botucatu multidimensional composite pain scale for assessing postoperative pain in horses. *BMC Veterinary Research* 11:83.

- Taylor P.M., Pascoe P.J. & Mama K.R. (2002) Diagnosing and treating pain in the horse. Where are we today? *The Veterinary Clinics of North America Equine Practice* 18:1–19.
- Thomson K., Chan C. & Dyson S. (2020) Head tossing behaviour in six horses: Trigeminal-mediated head-shaking or musculoskeletal pain? *Equine Veterinary Education* 32:58–64.
- Toricivia C. & McDonnell S. (2021) Equine Discomfort Ethogram. *Animals (Basel)* 11:580.
- Trindade P.H.E., Taffarel M.O. & Luna S.P.L. (2021) Spontaneous behaviors of post-orchiectiony pain in horses regardless of the effects of time of day, anesthesia, and analgesia. *Animals (Basel)* 11:1629.
- Trindade P.H.E., Barreto da Rocha P., Driessen B., McDonnell S.M., Hopster K., Zarucco L., Gozalo-Marcilla M., Hopster-Iversen C., da Rocha T.K.G., Taffarel M.O., Alonso B.B., Schauvliege S., de Mello J.F.S. & Luna S.P.L. (2023) Predictive modeling toward refinement of behavior-based pain assessment horses. *Applied Animal Behaviour Science* 267:106059.
- Tuomola K., Mäki-Kihniä N., Sirviö R. & Valros A. (2024) Is rein tension associated with horse behaviour and mouth injuries in harness racing trotters? – Pilot study. *Applied Animal Behaviour Science* 277:106356.
- Urayama S., Tanaka A., Kusano K., Sato H., Nagashima T., Fukuda I., Fujisawa C. & Matsuda H. (2019) Oral administration of meloxicam suppresses low-dose endotoxin challenge-induced pain in thoroughbred horses. *Journal of Equine Veterinary Science* 77:139–143.
- van Dierendonck M.C. & van Loon J.P.A.M. (2016) Monitoring acute equine visceral pain with the Equine Utrecht University Scale for Composite Pain Assessment (EQUUS-COMPASS) and the Equine Utrecht University Scale for Facial of Pain (EQUUS-FAP): A validation study. *Veterinary Journal* 216:175–177.
- van Dierendonck M.C., Burden F.A., Rickards K. & van Loon J.P.A.M. (2020) Monitoring acute pain in donkeys with the Equine Utrecht University Scale for Donkeys Composite Pain Assessment (EQUUS-DONKEY-COMPASS) and the Equine Utrecht University Scale for Donkey Facial Assessment of Pain (EQUUS-DONKEY-FAP). *Animals* 10:354.
- van Loon J.P., Jonckheer-Sheehy V.S., Back W., van Weeren P.R. & Hellebrekers L.J. (2014) Monitoring equine visceral pain with a composite pain scale score and correlation with survival after emergency gastrointestinal surgery. *Veterinary Journal* 200:109–115
- van Loon J.P. & van Dierendonck M.C. (2015) Monitoring acute equine visceral pain with the Equine Utrecht University Scale for Composite Pain Assessment (EQUUS-COMPASS) and the Equine Utrecht University Scale for Facial Assessment of Pain (EQUUS-FAP): A scale-construction study. *Veterinary Journal* 206(3):356–364.
- van Loon J.P. & van Dierendonck M.C. (2017) Monitoring equine head-related pain with the Equine Utrecht University scale for facial assessment of pain (EQUUS-FAP). *Veterinary Journal* 220:88–90.
- van Loon J.P.A.M. & van Dierendonck M.C. (2018) Objective pain assessment in horses (2014–2018). *Veterinary Journal* 242:1–7.

van Loon J.P., de Grauw J.C., van Dierendonck M., L'ami J.J., Back W. & van Weeren P.R. (2020) Intra-articular opioid analgesia is effective in reducing pain and inflammation in an equine LPS induced synovitis model. *Equine Veterinary Journal* 42:412–419.

van Loon J.P.A.M. & Macri L. (2021) Objective assessment of chronic pain in horses using the Horse Chronic Pain Scale (HCPS): A scale-construction study. *Animals (Basel)* 11:182.

van Loon J.P.A.M., de Grauw J.C., van Dierendonck M.C., Burden F. & Rickards K. (2024) Objective assessment of chronic pain in donkeys using the Donkey Chronic Pain Scale. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* 51:531–538.

Wagner A.E. (2010) Effects of Stress on Pain in Horses and Incorporating Pain Scales for *Equine Practice*. *Veterinary Clinics: Equine Practice* 26:481 - 492.

Wathan J., Burrows A.M., Waller B.M. & McComb K. (2015) EquiFACS: The Equine Facial Action Coding System. *PLOS ONE* 10(9): e0137818.

Watney M., Lancaster B. & Randle H. (2024) Horse owners' knowledge of fundamental care and their perceptions on the implementation of a mandatory certificate of knowledge. *Journal of Applied Animal Welfare Science* 28:1–20.

Werner L.C., de Oliveira G.M., Daros R.R., Costa E.D. & Michelotto P.V. (2024) Enhancing the Horse Grimace Scale (HGS): Proposed updates and anatomical descriptors for pain assessment. *Veterinary Journal* 307:106223.

2 Castration

CONCLUSIONS

- 1. La castration est une technique chirurgicale employant des méthodes si variées que la comparaison des études scientifiques est difficile. On ne dispose pas de données probantes permettant de déterminer avec certitude la technique à privilégier.**
- 2. La définition du terme complication n'est pas non plus uniforme, ce qui entraîne des taux globaux d'incidence de complications allant de 6,9 % à 60 %. Les complications les plus courantes sont l'enflure et la fièvre, et l'incidence de complications potentiellement fatales (par exemple une hémorragie majeure) est faible. Cependant, la castration n'est pas sans risques importants et parce que cette opération est élective, les risques doivent entrer en considération dans les décisions concernant les soins.**
- 3. La castration est un acte douloureux. Il est nécessaire de prendre en charge la douleur périopératoire et postopératoire par des mesures propres à chaque espèce.**

2.1 Méthodes de castration

La castration est une intervention chirurgicale élective réalisée sur les équidés pour plusieurs raisons, dont la sécurité à la manipulation et la facilité de la régie de façon individuelle et en groupe (Green, 2001). L'utilisation de l'animal (par exemple dans le sport) et l'incidence du comportement non souhaité contribuent fortement à la décision de l'âge de castration des équidés (Green, 2001), mais l'âge idéal de la castration est principalement déterminé par la taille des testicules, la présence d'un comportement sexuel et le risque de problèmes de santé non diagnostiqués (par exemple une hernie) chez les animaux les plus jeunes (Woodford, 2020). Des recherches préliminaires n'ont pas constaté d'effets à long terme ni sur le développement ostéoarticulaire (Rouge et coll., 2023) ni sur les comportements (Cognie et coll., 2022) chez des chevaux castrés alors qu'ils avaient seulement trois jours. On sait que la castration pratiquée après l'âge de trois ans augmente considérablement les risques de la procédure (Green, 2001; Hodgson et Pinchbeck, 2019). Il n'existe pas de méthode unique de castration, et Owens et coll. (2018a) ont indiqué qu'il manquait, de façon générale, une « technique chirurgicale optimale ou un protocole périopératoire optimal ». Les méthodes diffèrent entre elles en matière de complications, de risques, de coûts et de suivi (Mason et coll., 2005; Robinson et coll., 2023), et certaines sont plus souvent examinées par la littérature que d'autres. Pour résumer, la castration des équidés se pratique en milieu hospitalier ou sur le terrain (généralement dans l'exploitation où se trouve l'animal), sur un cheval en position debout ou couchée, au moyen d'une des trois techniques principales : ouverte, fermée ou semi-fermée (Searle et coll., 1999; Green, 2001).

Alors que les noms des trois techniques sont très courants, leur définition n'est pas toujours uniforme (Green, 2001; Rodden et coll., 2024). Les termes « ouverte », « fermée » et « semi-

fermée » désignent l'état de la tunique vaginale (l'enveloppe membranaire autour du testicule) pendant la procédure. Cette enveloppe est soit coupée avant l'application des émasculateurs (ouverte) soit elle n'est pas ouverte et l'émasculateur est placé sur la tunique contenant les testicules et les vaisseaux (fermée); certaines personnes considèrent toutefois la méthode de castration dans laquelle la tunique vaginale est ouverte puis refermée comme étant une technique fermée (Green, 2001). La technique semi-fermée (dite parfois technique ouverte modifiée) nécessite une ouverture plus sélective de la tunique vaginale, comme son nom l'indique (Green, 2001). Ajoutons que certains documents examinent l'utilisation exploratoire d'une technique sous-capsulaire (castration réalisée par une incision dans le scrotum; Ibrahim et coll., 2021) et de l'incision parascrotale (castration réalisée par une incision dans la région latérale du scrotum; Barrêto et coll., 2022); ces deux techniques ont été utilisées chez l'âne.

En plus des techniques décrites, la castration nécessite l'utilisation d'un type d'émasculateur, qui peut couper seulement, couper et écraser (Comino et coll., 2018), ou réaliser une torsion du cordon spermatique au moyen d'un outil appelé instrument de castration Henderson (Owens et coll., 2018a). Il est possible d'utiliser une ligature et cela est fortement recommandé pour les ânes et les mules (Sprayson et Thielmann, 2007) ainsi que les chevaux âgés (Hodgson et Pinchbeck, 2019) en raison du risque d'hémorragie. Des descriptions détaillées des trois techniques et de l'utilisation des émasculateurs ont été synthétisées dans des diagrammes par Green (2001). De nombreuses études proposent une revue de littérature sur le processus, les techniques actuelles et les risques connexes, principalement chez le cheval (Moll et coll., 1995; Searle et coll., 1999; Green, 2001; Kilcoyne, 2013; Kilcoyne et coll., 2013; Robert et coll., 2017; Hodgson et Pinchbeck, 2019; Baldwin, 2023; Rodden et coll., 2024). Les risques seront abordés plus précisément dans la prochaine section, mais soulignons que toutes les techniques présentent un certain degré de risque inhérent.

Certaines recherches ont examiné, au moyen d'enquêtes, les méthodes que préféraient utiliser les vétérinaires en Australie (Owens et coll., 2018a) et au Royaume-Uni (Price et coll., 2005; Kamps et coll., 2024). En Australie, Owens et coll. (2018a) ont indiqué que les vétérinaires préféraient ($\geq 50\%$) les castrations sur le terrain employant la technique ouverte. La prévalence des castrations réalisées en milieu hospitalier était très faible, Owens et coll. (2018a) ayant constaté que seulement 4 % des 134 personnes interrogées effectuaient la majorité des castrations dans un bloc opératoire. En réponse à une question sur l'utilisation de produits pharmaceutiques périopératoires, les vétérinaires déclaraient utiliser de la pénicilline et des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS, majoritairement de la phénylbutazone) dans des quantités et des durées de prescription variables (seulement avant l'intervention, une fois avant et une fois après, ou une fois avant et après pendant trois à cinq jours; Owens et coll., 2018a). Sur les 115 personnes ayant répondu aux questions sur les protocoles périopératoires, 25 % n'utilisaient pas du tout d'AINS (Owens et coll., 2018a).

Au Royaume-Uni, Kamps et coll. (2024) ont indiqué que les vétérinaires préféraient aussi les castrations sur le terrain employant la méthode ouverte, avec en plus une préférence pour les castrations en position debout. Kamps et coll. (2024) n'ont pas approfondi le sujet des techniques, mais ils ont constaté un taux élevé de blessures chez les personnes pratiquant la castration en raison de la position debout de l'animal (49,5 %; 150/303 des personnes interrogées). Tout comme Owens et coll. (2018a), dans une étude antérieure, Price et coll. (2005)

ont observé la diversité des techniques de castration (mais toujours avec une préférence pour la position debout), de l'emploi de médicaments et des stratégies de suivi postopératoire dans la pratique des vétérinaires au Royaume-Uni. À la question concernant le soulagement de la douleur, 45,4 % (128/282 des personnes interrogées) déclaraient qu'ils ou elles ne fournissaient pas d'analgésie après la castration (Price et coll., 2005). En cas d'analgésie, la phénylbutazone était encore une fois le traitement le plus commun (Price et coll., 2005). Des enquêtes plus récentes, lorsqu'elles seront disponibles, pourraient nous apprendre si ce pourcentage correspond aux pratiques actuelles.

Il manque des données sur la castration au Canada concernant les techniques privilégiées ainsi que les différences entre celles adoptées par les vétérinaires et celles des non-spécialistes autorisés légalement à castrer des équidés en Alberta et en Saskatchewan (*Veterinary Profession Act*, RSA 2000; *The Veterinarians Act*, 1987). Dans la revue exploratoire la plus récente sur la castration des équidés publiée par Rodden et coll. (2024), seules cinq des 71 études admissibles étaient des expériences réalisées sur des chevaux canadiens. Parmi les recherches portant sur une population de chevaux canadiens uniquement, Stover et Caulkett (2021) ont présenté une étude de cas sur dix mustangs apprivoisés castrés sur le terrain en Alberta, qui s'intéressait au protocole anesthésique intramusculaire utilisé pour faciliter la castration par technique fermée en position couchée. Dans le cadre du protocole, de la lidocaïne était administrée avant l'intervention chirurgicale, de la phénylbutazone en intraveineuse pendant l'intervention, et rien n'indiquait qu'un analgésique avait été fourni après l'intervention (Stover et Caulkett, 2021).

2.2 Complications et risques

Avant l'intervention chirurgicale, il est important de réaliser un examen minutieux pour s'assurer que les deux testicules sont descendus et sont présents (Searle et coll., 1999), car la castration de chevaux aux testicules non descendus ou absents nécessite une opération plus complexe. De plus, des complications chirurgicales et post-chirurgicales peuvent se produire, y compris sur un équidé apparemment en bonne santé. Le taux de complications diffère considérablement selon les études, et la diversité des techniques rend difficile toute comparaison directe.

Le taux le plus bas a été constaté par Carmalt et coll. (2008), avec 6,9 % de complications (9/131) chez des poulains de trait subissant une castration en position couchée. Par ailleurs, une évaluation rétrospective d'Hinton et coll. (2019) a observé des complications chez 27 des 252 chevaux (10,7 %) castrés au moyen d'un outil Henderson. Ce résultat était similaire au taux de complications (33/324 chevaux; 10,2 %) constaté par Kilcoyne et coll. (2013) dans une analyse rétrospective de castrations d'équidés effectuées de routine dans une même installation de 1998 à 2008. Kilcoyne et coll. (2013) ont fait état de l'utilisation à la fois de la technique fermée et de la technique semi-fermée ainsi que de castrations pratiquées sur des équidés en position couchée ou debout. Cette utilisation de multiples méthodes a été montrée dans une analyse rétrospective d'Hodgson et Pinchbeck (2018), qui rapportent un taux de complications de 11,2 % (44/495 castrations).

Des incidences plus élevées de complications ont été rapportées, allant de 16 % à 29,4 %, d'après des études expérimentales et des déclarations de personnes interrogées lors d'une enquête (Robert et coll., 2017; Racine et coll., 2018; Owens et coll., 2018b). Enfin, Rosanowski et coll. (2017) ont constaté le plus haut taux de complication, à 60 % (150/250), chez des

chevaux castrés au moyen d'une combinaison de technique ouverte et de position debout; ce résultat a toutefois été attribué au fait que les auteurs considéraient une enflure mineure comme une complication (alors que cette catégorie était exclue des autres études). Tout comme pour la définition des techniques, qui manque d'uniformité, Rodden et coll. (2024) ont souligné que la définition de « complication » varie selon les chercheurs et chercheuses, qui classent parfois comme complications certains éléments habituels liés à la chirurgie (par exemple une enflure mineure) tandis que d'autres fois, ils s'intéressent uniquement aux conséquences extrêmes (par exemple éviscération). Une telle classification de symptômes bénins dans les complications, plutôt que de réservé le terme complication pour les symptômes les plus graves, pourrait avoir un effet sur l'incidence de complications constatée dans d'autres études (par exemple Kummer et coll., 2009).

Les différentes complications à la suite d'une castration ont été synthétisées dans de nombreuses revues de littérature, principalement rétrospectives (Moll et coll., 1995; Searle et coll., 1999; Green, 2001; Kilcoyne, 2013; Kilcoyne et coll., 2013; Robert et coll., 2017; Hodgson et Pinchbeck, 2019; Baldwin, 2023; Kilcoyne et Spier, 2021; Rodden et coll., 2024) et ont été compilées dans le Tableau 2.1 ci-dessous. Quand elle était connue, l'incidence de chaque complication a été indiquée.

Tableau 2.1 : Description des complications chirurgicales et postopératoires de la castration

Complication	Incidence Fourchette en %	% de cas déclarés
Enflure postopératoire, hématome et/ou formation de sérome (poche de liquide)	3,8 %–27,6 %	27,6 % (6 400/23 229; Moll et coll., 1995) 3,8 % (5/131; Carmalt et coll., 2008) 24,3 % (58/238; Kummer et coll., 2009 – comprend des symptômes bénins à graves) 4,9 % (16/324; Kilcoyne et coll., 2013) 9,4 % (15/159; Robert et coll., 2017) 5 % (2/38; Crosa et Desjardins 2018) 9,7 % (38/392; Hodgson et Pinchbeck, 2019)
Infection	3,4 %–4,6 %	3,43 % (796/23 229; Moll et coll., 1995) 2,1 % (7/324; Kilcoyne et coll., 2013) 4,6 % (18/392; Hodgson et Pinchbeck, 2019)
Hémorragie excessive	1,8 %–2,4 %	2,44 % (566/23 229; Moll et coll., 1995) 2,3 % (3/131; Carmalt et coll., 2008) 2,1 % (5/238; Kummer et coll., 2009) 1,8 % (6/324; Kilcoyne et coll., 2013)

Boiterie	1,17 %	1,17 % (272/23 229; Moll et coll., 1995)
Éventration (descente d'une portion des intestins et sa saillie par l'incision de la castration; Kilcoyne, 2013)	0,1 %–4,8 %	0,2 % (47/23 229; Moll et coll., 1995) 4,8 % (27/568; Shoemaker et coll., 2004)* 0,3 % (1/324; Kilcoyne et coll., 2013) 0,20 % (82/41 664; Haffner et coll. 2018) 0,1 % (5/5 100; Owens et coll., 2018a) 1 % (4/392; Hodgson et Pinchbeck, 2019)
Funiculite (inflammation du cordon spermatique; Searle et coll., 1999)	4,4 %	4,4 % (4/90; Koenig et coll., 2019)
Péritonite (inflammation de la membrane tapissant l'abdomen)	0,02 %	0,02 % (5/23 229; Moll et coll., 1995)
Hydrocèle (accumulation de liquide dans la tunique vaginale; Searle et coll., 1999)	0,26 %	0,26 % (61/23 229; Moll et coll., 1995)
Lésion du pénis	0,004 %	paralysie – 0,004 % (1/23 229; Moll et coll., 1995)
Prolapsus omental ou hernie (descente d'une portion de la membrane tapissant l'abdomen et sa saillie par l'incision de la castration; Carmalt et coll., 2008)	0,76 %–2,8 %	2,8 % (16/568; Shoemaker et coll., 2004)* 0,76 % (1/131; Carmalt et coll., 2008) 1,1 % (1/90; Koenig et coll., 2019)
Pyrexie (fièvre)	0,6 %–21,4 %	2,56 % (595/23 229; Moll et coll., 1995)

		21,4 % (51/238; Kummer et coll., 2009 – comprend des symptômes bénins à graves) 0,6 % (2/324; Kilcoyne et coll., 2013) 2,5 % (4/159; Robert et coll., 2017)
Tétanos	Incidence non indiquée	Incidence non indiquée
Colique	3,8 %-8,8 %	8,8 % (21/238; Kummer et coll., 2009) 3,8 % (6/159; Robert et coll., 2017)
Conservation d'un comportement d'éton (≥1 an)	20-30 %	20-30 % (Line et coll., 1985)
Mortalité anesthésique	0,02 %	0,02 % (4/23 229; Moll et coll., 1995)**

* Indication de pourcentage inhabituellement élevé

** Indication de pourcentage inhabituellement faible comparativement à la mortalité anesthésique globale moyenne chez le cheval, qui est de 1 % (Deutsch et Taylor, 2022)

Les raisons des complications varient, les études citent notamment : la race (Moll et coll., 1995; Robert et coll., 2017), la technique employée (Moll et coll., 1995; Searle et coll., 1999; Kilcoyne et coll., 2013), l'émasculateur choisi (Moll et coll., 1995), l'âge du cheval (May et Moll, 2002; Robert et coll., 2017; Hodgson et Pinchbeck, 2019), un traumatisme tissulaire (Hunt, 1991), des exercices inadéquats après l'intervention chirurgicale (Hunt, 1991), un champ stérile compromis (Hunt, 1991; Hodgson et Pinchbeck, 2019), et l'utilisation d'une anesthésie supplémentaire pendant l'intervention chirurgicale (Kilcoyne et coll., 2013). L'utilisation d'une ligature est aussi citée comme une cause de complications (Moll et coll., 1995), mais les études dans lesquelles des ligatures étaient pratiquées sont difficilement comparables en raison de leurs méthodologies différentes (Kilcoyne, 2013). Le rôle joué par les connaissances et l'expérience du chirurgien ou de la chirurgienne n'a pas encore été étudié, mais on sait qu'elles déterminent largement l'incidence des complications (Kilcoyne et Spier, 2021). La plupart des complications sont considérées comme bénignes et facilement résolubles (Kilcoyne et coll., 2013; Kilcoyne et Spier, 2021), mais ce n'est pas le cas de l'éventration, l'hémorragie, l'infection et la péritonite (Kilcoyne, 2013; Kilcoyne et coll., 2013). La persistance d'un comportement d'étalon (par exemple monte), quelle que soit la durée après la castration, n'est pas suffisamment documentée. Dans l'examen de la question par Baldwin (2023), la poursuite du comportement non souhaité est simplement décrite comme étant « innée » ou attribuée à une castration incomplète. Les recherches sur le sujet sont limitées et non actualisées.

2.3 Soulagement de la douleur

Les mesures des réactions physiologiques et des réponses comportementales au moyen d'échelles de douleur indiquent que la castration est douloureuse pour les équidés (par exemple Ashley et coll., 2005; Sanz et coll., 2009; Dalla Costa et coll., 2014; Abass et coll., 2018; Trindade et coll., 2021). Cependant, il n'y a pas de consensus sur le degré de douleur causé par la castration. Ainsi, après avoir interrogé des vétérinaires au Royaume-Uni, Waran et coll. (2010) ont observé qu'ils et elles attribuaient à la douleur de la castration une note allant de 4/10 à 7/10, avec une cohorte de 20 % lui donnant la note soit de 1/10 soit de 10/10. Price et coll. (2002) ont constaté que les cliniciens et cliniciennes considéraient la douleur de la castration comme peu grave. En revanche, dans une enquête auprès de vétérinaires canadiens, les personnes interrogées attribuaient au niveau de douleur moyen ressenti par des chevaux castrés sans analgésie une note de 7,4 (intervalle de confiance de 95 %, 7,2–7,6), qui était plus élevée que celle de l'extraction dentaire (6,2) et de l'ulcère cornéen (6,0) (Hewson et coll., 2007). De plus, la reconnaissance de la douleur peut représenter un défi, comme cela a été amplement discuté dans la section précédente. Il peut être particulièrement difficile de l'évaluer chez l'âne et la mule en raison de leur stoïcisme (de Oliveira et coll., 2019; McLean et coll., 2019).

C'est ce qui explique que l'administration d'analgésiques avant et après l'intervention chirurgicale varie considérablement, comme le déclarent des vétérinaires ou le décrivent des protocoles de recherche. D'après Owens et coll. (2018a), 25 % des personnes interrogées en Australie n'administraient pas d'AINS avant l'intervention chirurgicale et <50 % en administraient après une intervention chirurgicale. Cette utilisation limitée des AINS après l'opération était comparable à celle des personnes pratiquant cette chirurgie aux États-Unis (51 %, Moll et coll., 1995) et au Royaume-Uni (45 %, Price et coll., 2005; 39 %, Hodgson et Pinchbeck, 2019). Par opposition aux réponses d'Owens et coll. (2018a) et de Price et coll. (2005), 95,8 % des 585 vétérinaires canadiens ayant répondu aux questions utilisaient une forme

d'analgésie pendant la castration des équidés, la xylazine et la kétamine étant les deux choix les plus courants (Hewson et coll., 2007). Cependant, la xylazine et la kétamine sont toutes deux principalement utilisées comme anesthésiant et leur efficacité analgésique dépend fortement du type de douleur ressentie (Goldberg et Shaffran, 2014). Souvent, la méthodologie de recherche ne mentionne pas l'analgésique postopératoire sauf si l'objet de l'étude est le soulagement de la douleur; Kilcoyne et coll. (2013), quant à eux, indiquaient que seuls 29 des 324 (9,0 %) équidés impliqués dans la procédure qu'ils documentaient avaient reçu des AINS après l'intervention chirurgicale. En revanche, selon une étude plus récente de Sellon et coll. (2023), 76,7 % (112/146) des vétérinaires spécialistes des équidés aux États-Unis administraient un anti-inflammatoire non stéroïdien (AINS) au moment de la castration, et un nombre comparable recommandait aussi l'administration d'AINS après l'opération. De plus, Sellon et coll. (2023) ont constaté que les nouveaux diplômés et les nouvelles diplômées d'école vétérinaire étaient plus susceptibles de prendre en charge la douleur pendant et après la castration comparativement aux vétérinaires ayant obtenu leur diplôme avant 2002.

Les recherches examinant l'utilisation d'analgésiques après la castration ont été examinées dans une revue exploratoire de Rodden et coll. (2024) et elles ont été évaluées par un groupe de spécialistes de la British Equine Veterinary Association (Bowen et coll., 2020). Rodden et coll. (2024) comme Bowen et coll. (2020) ont constaté un manque de données probantes permettant d'étayer l'emploi d'un protocole analgésique unique, qui nécessiterait un corpus de données plus large, comprenant un système normalisé de notation de la douleur des équidés post-castration. Bowen et coll. (2020) ont conclu que la littérature actuelle appuyait l'utilisation d'un anesthésique local et d'un analgésique systémique pendant l'intervention chirurgicale, ce qui correspondait à la recommandation de la British Equine Veterinary Association. De plus, bien que la certitude indiquée soit « modérée » dans la littérature examinée, le groupe de spécialistes a aussi recommandé l'administration d'une analgésie pendant au moins trois jours après l'intervention chirurgicale (Bowen et coll., 2020). Par ailleurs, des études à l'aveugle ont été réalisées concernant l'efficacité du méloxicam (AINS) pendant la période postopératoire (Olson et coll., 2015), ainsi que l'efficacité de la buprénorphine (opioïde) comparativement au butorphanol (morphinomimétique) chez les poneys (Rigotti et coll., 2014), de la mépivacaïne en administration locale chez les chevaux (Abass et coll., 2018), et de la lidocaïne en intra-funiculaire chez des ânes de grande taille (Suriano et coll., 2014). À l'heure actuelle, les données ne permettent toutefois pas de déterminer précisément le protocole analgésique le plus efficace, particulièrement pour ce qui est de l'utilisation d'AINS (Bowen et coll., 2020). Il faudrait étudier davantage la question, particulièrement chez les équidés autres que les chevaux, qui réagissent différemment aux analgésiques (Grosenbaugh et coll., 2011).

Bien que les avis divergent sur les pratiques exemplaires de soulagement de la douleur suivant la castration chez les équidés, la nécessité de traiter la douleur après l'opération est largement acceptée pour d'autres gros animaux castrés à des fins de régie (bovins et porcs; revue de littérature de Kleinhenz et coll., 2021)

2.4 Recherches futures

1. Il serait utile d'approfondir la recherche sur les techniques les plus répandues et l'utilisation des analgésiques, en vue de définir une pratique commune de référence pour le pays.

2. Le rôle des connaissances et de l'expérience du chirurgien ou de la chirurgienne dans les taux de complication n'a pas encore été étudié, particulièrement pour ce qui est de l'incidence des complications. Des recherches sur ce sujet seraient nécessaires.
3. Il faudrait étudier davantage la persistance d'un comportement « d'étonnement » après la castration, qui est peu documentée.
4. Il faudrait mener des recherches afin de déterminer le protocole analgésique idéal pour la castration et de savoir quand, pendant quelle durée et à quelles doses l'analgésique doit être fourni pour optimiser le bien-être après l'intervention chirurgicale.

2.5 Références

- Abass M., Picek S., Garzon J.F.G., Kühnle C., Zaghlou A. & Bettschart-Wolfensberger R. (2018) Local mepivacaine before castration of horses under medetomidine isoflurane balanced anaesthesia is effective to reduce perioperative nociception and cytokine release. *Equine Veterinary Journal* 50:733–8.
- Ashley F.H., Waterman-Pearson A.E. & Whay H.R. (2005) Behavioural assessment of pain in horses and donkeys: Application to clinical practice and future studies. *Equine Veterinary Journal* 37:565–575.
- Baldwin C.M. (2023) A review of prevention and management of castration complications. *Equine Veterinary Education* 36:97–106.
- Barrêto R.A., Jr, Rodrigues L.A., Albuquerque J.P., de Sousa F.J.A., Firmino P.R., Sousa R.S., Pedrosa V.J., do Amaral T.R. & Minervino A.H.H. (2022) A novel orchietomy surgical procedure in donkeys (*Equus asinus africanus*) with parascrotal access. *Polish Journal of Veterinary Sciences* 25:295–302.
- Bowen I.M., Redpath A., Dugdale A., Burford J.H., Lloyd D., Watson T. & Hallowell G.D. (2020) BEVA primary care clinical guidelines: Analgesia. *Equine Veterinary Journal* 52:13–27.
- Carmalt J.L., Shoemaker R.W. & Wilson D.G. (2008) Evaluation of common vaginal tunic ligation during field castration in draught colts. *Equine Veterinary Journal* 40:597–598.
- Cognie J., Freret S., Lansade L., Parias C., Barrière P., Gesbert A., Reigner F. & Deleuze S. (2022) Early castration in foals: Consequences on physical and behavioural development. *Equine Veterinary Journal* 55:214–221.
- Comino F., Guisto G., Caramello V. & Gandini M. (2018) Do different characteristics of two emasculators make a difference in equine castration? *Equine Veterinary Journal* 50:141–144.
- Crosa A.T. et Desjardins M.R. (2018) Minimally invasive, compartmentalized, modified open castration technique with primary closure in equids. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 253:897–906.

- Dalla Costa E., Minero M., Lebelt D., Stucke D., Canali E. & Leach M.C. (2014) Development of the Horse Grimace Scale (HGS) as a pain assessment tool in horses undergoing routine castration. *PLoS One* 9:e92281.
- de Oliveira M.G.C., Luna S.P., Nunes T.L., Firmino P.R., de Lima A.G.A., Ferreira J., Trindade P.H., Júnior R.A. & de Paula V.V. (2019) Post-operative pain behaviour associated with surgical castration in donkeys (*Equus asinus*). *Equine Veterinary Journal* 53:261–266.
- Deutsch J. & Taylor P.M. (2022) Mortality and morbidity in equine anaesthesia. *Equine Veterinary Education* 34:152–168.
- Goldberg M.E. et Shaffran N. (2014) Analgesia in equine practice. In: *Pain Management for Veterinary Technicians and Nurses*. Ames IA: John Wiley & Sons, pp.157–184.
- Green P. (2001) Castration techniques in horses. *In Practice* 23:250–261.
- Grosenbaugh D.A., Reinemeyer C.R. & Figueiredo M.D. (2011) Pharmacology and therapeutics in donkeys. *Equine Veterinary Education* 23:523–530.
- Haffner J.C., Vidal G. & Davis E.W. (2018) Online survey: Evisceration post equine castration with evaluation of independent variables of method, position, and breed. American Association of Equine Practitioners Annual Convention 2018. San Francisco, CA, December 1–5, 2018. *Proceedings of the 64th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners* 64:408–310.
- Hewson C.J., Dohoo I.R., Lemke K.P. & Barkema H.W. (2007) Canadian veterinarians' use of analgesics in cattle, pigs, and horses in 2004 and 2005. *Canadian Veterinary Journal* 48:155–164.
- Hinton S., Schroeder O., Aceto H.W., Berkowitz S. & Levine D. (2019) Prevalence of complications associated with use of the Henderson equine castrating instrument. *Equine Veterinary Journal* 51:163–166.
- Hodgson C. et Pinchbeck G. (2019) A prospective multicentre survey of complications associated with equine castration to facilitate clinical audit. *Equine Veterinary Journal* 51:435–439.
- Hunt R.J. (1991) Management of complications associated with equine castration. *Compendium: Continuing Education for Veterinarians* 13:1835–1873.
- Ibrahim A., Mahmoud U.T., Ali M.M. & Ragab S.M.M. (2021) Evaluation of the subcapsular technique for primary closure castration in donkeys (*Equus asinus*). *Scientific Reports* 11:14080.
- Kamps M., Colgate V.A. & Hollis A.R. (2024) Equine field castrations in the UK and Ireland: An update on technique and safety [abstract]. British Equine Veterinary Association Congress 2024. Liverpool, UK, September 11–14, 2024. *Equine Veterinary Journal (Supplement)* 56:7–8.
- Kleinhenz M.D., Viscardi A.V. & Coetze J.F. (2021) Invited review: On-farm pain management of food production animals. *Applied Animal Science* 37:77–87.
- Kilcoyne I. (2013) Equine castration: A review of techniques, complications and their management. *Equine Veterinary Education* 25:476–482.

Kilcoyne I., Watson J.L., Kass P.H. & Spier S.J. (2013) Incidence, management, and outcome of complications of castration in equids: 324 cases (1998–2008). *Journal of the American Veterinary Medicine Association* 242:820–825.

Kilcoyne I. & Spier S.J. (2021) Castration complications: A review of castration techniques and how to manage complications. *The Veterinary Clinics of North America Equine Practice* 37:259–273.

Koenig J.B., Sinclair M & Sorge U.S. (2019) Comparison of the use of a braided multifilament transfixation suture for field castration with other castration techniques. *Equine Veterinary Education* 31:427–31.

Kummer M., Gygax D., Jackson M., Bettschart-Wolfensberger R. & Furst A. (2009) Results and complications of a novel technique for primary castration with an inguinal approach in horses. *Equine Veterinary Journal* 41:547–551.

Line S.W., Hart B.L. & Sanders L. (1985) Effect of prepubertal versus postpubertal castration on sexual and aggressive behaviour in male horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 186:249–251.

Mason B.J., Newton J.R., Payne R.J. & Pilsworth R.C. (2005) Costs and complications of equine castration: A UK practice-based study comparing “standing nonsutured” and “recumbent sutured” techniques. *Equine Veterinary Journal* 37:468–472.

May K.K. et Moll H.D. (2002) Recognition and management of equine castration complications. *Compendium: Continuing Education for Veterinarians* 24:150–162.

McLean A.K., Navas González F.J. & Canisso I.F. (2019) Donkey and mule behavior. *The Veterinary Clinic of North America Equine Practice* 35:575–588.

Moll H.D., Pelzer K.D., Pleasant R.S., Modransky P.D. & May K.A. (1995) A survey of equine castration complications. *Journal of Equine Veterinary Science* 15:522–526.

Olson M.E., Fierheller E., Burwash L., Ralston B., Schatz C & Matheson-Bird H. (2015) The efficacy of meloxicam oral suspension for controlling pain and inflammation after castration in horses. *Journal of Equine Veterinary Science* 34:724–730.

Owens C.D., Hughes K.J., Hilbert B.J., Heller J., Nielsen S. & Trope G.D. (2018a) Survey of equine castration techniques, preferences and outcomes among Australian veterinarians. *Australian Veterinary Journal* 96:39–45.

Owens C.A.P., Morley M. & Cathcart M.P. (2018b) Retrospective, multicentre analysis of the prevalence of post-operative castration complications in first-opinion equine practice [abstract]. British Equine Veterinary Association Congress 2018. Birmingham, UK, September 12–15, 2018. *Equine Veterinary Journal* 50:21–22.

Price J., Marques J.M., Welsh E.M. & Waran N.K. (2002) Pilot epidemiological study of attitudes towards pain in horses. *The Veterinary Record* 151:570–575.

Price J., Eager R.A., Welsh E.M. & Waran N.M. (2005) Current practice relating to equine castration in the UK. *Research in Veterinary Science* 78:277–280.

Racine J., Vidondo B., Ramseyer A. & Koch C. (2018) Complications associated with closed castration using the Henderson equine castration instrument in 300 standing equids. *Veterinary Surgery* 48:21–28.

Rigotti C., De Vries A. & Taylor P.M. (2014) Buprenorphine provides better anaesthetic conditions than butorphanol for field castration in ponies: results of a randomised clinical trial. *Veterinary Record* 175:623–623.

Robert M.P., Chapuis R.J.J., de Fourmestraux C. & Geffroy O.J. (2017) Complications and risk factors of castration with primary wound closure: Retrospective study in 159 horses. *Canadian Veterinary Journal* 58:466–471.

Robinson N., Parker R., Shrubb J., Tucker R., Ashby J. & Dean R. (2023) Post-operative complications following equine castration: A prospective clinical audit [abstract]. British Equine Veterinary Association Congress 2023. Birmingham, UK, September 13–16, 2023. *Equine Veterinary Journal* 55:21–21.

Rodden E.B.K., Suthers J.M., Busschers E., Burford J.H. & Freeman S.L. (2024) A scoping review on intraoperative and postoperative surgical castration complications in domesticated equids. *Equine Veterinary Journal* 56:1115–1128.

Rosanowski S.M., MacEoin F., Graham R.J.T.Y. & Riggs C.M. (2017) Open standing castration in Thoroughbred racehorses in Hong Kong: Prevalence and severity of complications 30 days post-castration. *Equine Veterinary Journal* 50:327–332.

Rouge M., Legendre F., Elkhatib R., Delalande C., Cognié J., Reigner F., Barrière P., Deleuze S., Hanoux V., Galéra P. & Bouraïma-Lelong H. (2023) Early castration in horses does not impact osteoarticular metabolism. *International Journal of Molecular Sciences* 24:16778.

Sanz M.G., Sellon D.C., Cary J.A., Hines M.T. & Farnsworth K.D. (2009) Analgesic effects of butorphanol tartrate and phenylbutazone administered alone and in combination in young horses undergoing routine castration. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 235:1194–1203.

Searle D., Dart A.J., Dart C.M. & Hodgson D.R. (1999) Equine castration: Review of anatomy, approaches, techniques and complications in normal, cryptorchid and monorchid horses. *Australian Veterinary Journal* 77:428–434.

Sellon D.C., Sanz M.G. & Kopper J.J. (2023) Perioperative pain management protocols of veterinarians in the United States for horses undergoing routine orchietomy (castration). *Equine Veterinary Education* 36:133–139.

Shoemaker R., Bailey J., Jansen E. & Wilson D.G. (2004) Evisceration and omental herniation in 568 draft colts following routine castration. *Equine Veterinary Journal* 36:336–340.

Sprayson T. & Thielmann A. (2007) Clinical approach to castration in the donkey. *In Practice* 29:526–531.

Stover B.C. & Caulkett N.A. (2021) Anesthesia techniques used for field castration of 10 intractable horses. *Canadian Veterinary Journal* 62:501–504.

Suriano R., Varasano V., Robbe D., Carluccio A., Straticò P., Contri A. & Petrizzi L. (2014) Intraoperative analgesic effect of intrafunicular lidocaine injection during orchiectomy in isoflurane-anesthetized Martina Franca donkeys. *Journal of Equine Veterinary Science* 34:793–798.

Trindade P.H.E., Taffarel M.O. & Luna S.P.L. (2021) Spontaneous behaviors of post-orchiectomy pain in horses regardless of the effects of time of day, anesthesia, and analgesia. *Animals (Basel)* 11:1629.

Waran N., Williams V.M., Clarke N. & Bridge I.S. (2010) Recognition of pain and use of analgesia in horses by veterinarians in New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal* 58:274–280.

Woodford N. (2020) Guide to performing equine castration. *In Practice* 42:289–296.

The Veterinarians Act, 1987, SS 1986-87-88, c V-5.1. <https://canlii.ca/t/56bpr>. Retrieved: January 3, 2025.

Veterinary Profession Act, RSA 2000, c V-2. <https://canlii.ca/t/55xbt>. Retrieved: January 3, 2025.

3 Principes d'entraînement et théorie de l'apprentissage

CONCLUSIONS

- 1. Des données expérimentales probantes montrent que les chevaux sont capables d'apprendre et de se rappeler de tâches diverses. La réussite de l'apprentissage et de l'exécution des tâches dépend de plusieurs facteurs, dont le sexe, la race, la motivation, le stress et le type de renforcement employé.**
- 2. L'entraînement des équidés d'une manière correspondant à leurs capacités physiques et mentales est un élément essentiel au bien-être équin. Il faut utiliser les concepts de la théorie de l'apprentissage de façon uniforme et appropriée afin de favoriser des résultats positifs et sécuritaires pour les équidés et les personnes qui les entraînent et réduire les comportements non souhaités.**
- 3. Les cavaliers et cavalières amateurs ont du mal à définir les concepts de la théorie de l'apprentissage, même quand des scénarios leur sont présentés.**

Il est crucial d'interpréter correctement les comportements des chevaux pour leur assurer une bonne qualité de vie (Hall et Kay, 2024). Depuis une vingtaine d'années, un corpus de recherche croissant examine les interactions entre les humains et les chevaux, particulièrement pendant l'entraînement, la manipulation et l'équitation, sous le terme générique de « science de l'équitation » (McGreevy, 2007). En élaborant une méthode plus rigoureuse d'évaluation des interactions humains–chevaux pendant ces périodes de contact, la science de l'équitation cherche non seulement à comprendre les capacités cognitives des chevaux, mais aussi à favoriser des manières positives d'être avec des chevaux, qui appuient leur bien-être, améliorent leurs performances, et réduisent le risque pour les manieurs et manieuses (Starling et coll., 2016). Depuis quelques années, les travaux publiés par des scientifiques des sciences de l'équitation ont servi à éclairer les pratiques et à modifier les politiques en soutien à l'amélioration du bien-être des équidés (Randle et Waran, 2017). Ce corpus a permis aux scientifiques de l'équitation de mieux comprendre les modes d'apprentissage des chevaux, ce qui motive leur apprentissage, les facteurs externes jouant un rôle dans l'apprentissage, et comment des techniques d'entraînement involontairement mauvaises ou non uniformes entraînaient des résultats indésirables. D'un point de vue humain, d'autres recherches cherchent à savoir dans quelle mesure les entraîneurs et entraîneuses, les vétérinaires et les personnes maniant des équidés comprennent les principes sous-jacents des modes d'apprentissage animal dans le but d'améliorer, d'une part, la connaissance de la théorie de l'apprentissage des équidés et, d'autre part, son application dans les interactions entre humains et chevaux.

3.1 Comprendre l'apprentissage chez les équidés

Avant tout, il est important de comprendre le mode d'apprentissage des chevaux et des autres équidés. La revue de littérature de McBride et coll. (2017) décrit la neurophysiologie sous-jacente du cheval. En bref, McBride et coll. (2017) décrit le rôle de la dopamine dans le façonnage du comportement, à la fois par un renforcement positif (par exemple quand l'animal

reçoit une récompense) et négatif (par exemple quand l'animal réussit à échapper à un stimulus désagréable), en expliquant les processus chimiques qui soutiennent l'apprentissage. Pour simplifier brièvement, la dopamine agit comme une « jauge » chimique indiquant si l'activité doit être réalisée de nouveau, appuyant le comportement de recherche de récompense et d'évitement du stimulus aversif respectivement par une production accrue ou réduite (Lopez et Lerner, 2025). Ces processus permettent de mieux comprendre les principes fondamentaux, comme le seuil auquel un cheval cesse de travailler en échange d'un aliment non essentiel, ou le point auquel un renforçateur négatif (par exemple une pression de la jambe) se transforme en punition (par exemple une pression de la jambe augmentée sévèrement sans répit alors que le comportement souhaité a été réalisé), ce qui crée des signaux contradictoires (McBride et coll., 2017). De nombreux essais cognitifs et comportementaux sur les chevaux ont cherché à déterminer leurs capacités, notamment par des exercices d'apprentissage par l'extinction (utilisation d'une récompense alimentaire pour enseigner une tâche, suivie du retrait de la récompense alimentaire pendant les essais ultérieurs; par exemple Hemmings et coll., 2007) et de biais de jugement (les animaux sont entraînés à reconnaître un stimulus positif et un stimulus négatif, puis on leur présente un stimulus ambigu qui n'est ni l'un ni l'autre; par exemple Freymond et coll., 2014). Roberts et coll. (2017) ont été en mesure de valider un système portable entièrement automatisé (c'est-à-dire un système ne nécessitant pas de contact direct avec un humain ni de signaux directs) pour mettre à l'essai la fonction cognitive ; cela pourrait contribuer à la normalisation future de ce type d'essais et éliminer l'influence de la personne qui manie le cheval. Dans ce système, les chevaux sont entraînés à sélectionner correctement un écran blanc (tous les autres sont noirs) en réaction à un signal auditif (Roberts et coll., 2017). Globalement, des données abondantes montrent que les chevaux sont de bons apprenants et peuvent réaliser des tâches qui correspondent ou non à leurs comportements naturels.

3.1.1 Mémoire

La mémoire est une composante essentielle de tout apprentissage réussi, qui se matérialise par la rétention de la tâche ou de l'acquis. Soulignons toutefois que la conception des essais jouerait, apparemment, un rôle significatif dans les résultats des études traitant de la mémoire. C'est pourquoi les recherches concernant les capacités de mémoire à court terme et à long terme des chevaux sont contradictoires. McLean (2004) a constaté qu'après une durée de 10 secondes, les chevaux ne pouvaient pas retrouver correctement un aliment caché, tandis que Murphy (2009) a observé que les chevaux pouvaient retrouver un aliment après une durée de 12 secondes à un taux trop élevé pour être du hasard. En intégrant un obstacle dans la même tâche (processus nommé « problème du détour »), Baragli et coll. (2011b) ont par ailleurs observé que les chevaux pouvaient retrouver correctement un objet caché même après une durée de 10 ou de 20 secondes. Comme Baragli et coll. (2011b) et Murphy (2009), Hanggi (2010) a réalisé des essais dans lesquels les chevaux y parvenaient après une durée allant jusqu'à 30 secondes, cette fois-ci avec un essai à deux choix dans lequel les chevaux devaient retrouver un aliment placé dans un des deux seaux qui leur étaient présentés.

Les études sur la mémoire à long terme sont plus difficiles à réaliser et les résultats sont tout aussi divergents. Dans une étude de Gabor et Gerken (2018), une tâche était enseignée à trois poneys, qu'on laissait ensuite tranquilles pendant un an avant de les remettre à l'épreuve. Aucun des poneys n'a réussi à accomplir la tâche de capacité à distinguer qu'ils avaient apprise (discriminer différentes quantités de symboles géométriques, par exemple trois au lieu de deux),

tous les poneys pouvaient accomplir les étapes nécessaires pour réaliser l'essai (c'est-à-dire entrer volontairement dans le box d'essai, attendre le signal avant de répondre à la question de l'essai, et sortir en reculant quand ils ont terminé) sans aucun encouragement (Gabor et Gerken, 2018). Gabor et Gerken (2018) en ont conclu que les différentes tâches étaient retenues différemment, si elles l'étaient, et que la rétention pouvait se fonder en partie sur la plus grande « valeur » des tâches. Dans d'autres expériences sur la mémoire à long terme, des chevaux ont montré leur capacité à se rappeler le bon chemin dans un labyrinthe une semaine et deux mois plus tard (Marinier et Alexander, 1994), se sont rappelés comment ouvrir un coffre en bois pour obtenir une récompense alimentaire quatre semaines plus tard (Le Scolan et coll., 1997; Wolff et Hausberger, 1996), ont pu se rappeler, un an plus tard, d'une tâche (marcher sur une bâche) à laquelle ils avaient été entraînés (Heleski et Bello, 2010), et ont pu réaliser parfaitement, 22 mois plus tard, deux tâches qui leur avaient été apprises (les tâches consistaient à reculer à la demande et à traverser un obstacle au son d'une cloche pour éviter un stimulus négatif; Valenchon et coll., 2013a).

Par ailleurs, plusieurs recherches se sont intéressées à la cognition et la mémoire chez les ânes et les mules. Par des tests de recherche d'objet caché durant 90 secondes et des essais avec obstacle utilisant une récompense alimentaire, McLean et coll. (2024) ont pu montrer que les ânes miniatures pouvaient réaliser ces essais au même niveau que les chevaux. De plus, Baragli et coll. (2011a) et Osthaus et coll. (2013) ont utilisé des variations des tests du détour où des ânes ou des mules devaient atteindre une cible en contournant un obstacle ou, dans le cas de Baragli et coll. (2011a), ils devaient se rappeler l'emplacement d'un objet caché. Les ânes ont été capables de retenir, 30 secondes plus tard, l'emplacement d'un objet même s'il était dissimulé (Baragli et coll., 2011a). Pour ce qui est de se frayer un chemin à travers des obstacles, Osthaus et coll. (2013) ont démontré que les mules étaient considérablement plus rapides que les ânes et les chevaux. Il a aussi été montré que les mules étaient significativement meilleures dans une tâche d'apprentissage visuel (capacité à distinguer un stimulus) comparativement à des ânes et des chevaux (Proops et coll., 2009). Il faudrait approfondir les recherches dans ce domaine pour mieux connaître les capacités des ânes et des mules.

3.1.2 Facteurs influençant l'apprentissage

Un grand nombre de facteurs peuvent influer sur la capacité d'un cheval à apprendre ou à réussir un exercice d'apprentissage, notamment le sexe, la race, le statut social et des facteurs génétiques (Brubaker et Udell, 2016). Le tempérament, en particulier, a fait l'objet d'un intérêt renouvelé depuis une décennie et de nombreux chercheurs et chercheuses essaient de créer un système de mesure de la personnalité pour mieux classer les chevaux aux fins de certaines questions de recherche ou à des fins de reproduction (par exemple Lansade et coll., 2016; Suwała et coll., 2015; Lee et Yoon, 2019; Rankins et Wickens, 2020). Bien qu'aucun système de mesure de la personnalité unique n'ait été créé (Rankins et Wickens, 2020), Lansade et coll. (2016) se sont concentrés sur les dimensions de la crainte et de la sensibilité tactile et ont ainsi observé que les chevaux plus craintifs et les moins sensibles tactilement étaient plus difficiles à monter, mais qu'ils obtenaient de meilleures performances pendant les compétitions. Par ailleurs, Calviello et coll. (2016) ont cherché à mesurer la réactivité des chevaux comme étant une facette de leur tempérament et ont ainsi constaté que cette composante était ce qui influait le plus sur les interactions entre chevaux et humains, particulièrement pendant l'entraînement. La réactivité a été mesurée au moyen d'un indice composite des comportements (mouvement, position des

oreilles et des yeux, respiration, miction) et des réactions des animaux à un test d'approche imposé par une personne inconnue (Calveillo et coll., 2016).

Concernant les conditions ou les situations particulières susceptibles d'accroître ou d'entraver l'apprentissage, Olczak et coll. (2016) ont mis en avant la motivation et le stress comme étant les deux facteurs contributifs les plus importants. Olczak (2021) a indiqué que les chevaux étaient manifestement motivés par les aliments, mais que cette seule motivation ne suffisait pas à influer sur le résultat des tests d'apprentissage et de peur. Hall et Kay (2024) ont déconseillé toute pratique d'entraînement restreignant le mouvement, indiquant que non seulement cela était inutile, mais aussi que cela participait au masquage des comportements de réaction à la personne qui le manie et entraînait des expériences aversives, potentiellement douloureuses, pour le cheval. La séparation aussi est contraire aux instincts naturels du cheval, qui est un animal grégaire, mais peu de recherches portent sur les effets de la présence d'un compagnon pendant l'entraînement. Hartmann et coll. (2011) ont constaté qu'il n'y avait pas de différence d'efficacité de l'entraînement chez des juments qui apprenaient une tâche qu'elles aient un compagnon ou non, mais que les chevaux avec un compagnon présentaient une fréquence cardiaque significativement réduite. De plus, Christensen et coll. (2008) et Rørvang et coll. (2018) ont encouragé l'utilisation de chevaux habitués pour qu'ils apprennent à des chevaux inexpérimentés comment s'habituer aux stimuli effrayants (notamment les poulains; Christensen, 2016). Il faudrait étudier ce sujet plus en profondeur.

3.1.3 Conception des essais

Au-delà des capacités innées du cheval et des stimuli externes, la conception des essais joue un rôle crucial dans les résultats de toute expérience d'apprentissage. Les capacités physiques d'un cheval – sa vision particulièrement – ont donné des résultats aux essais significativement différents après un simple changement de l'emplacement des objets utilisés (Brubaker et Udell, 2016). Concernant les signaux, en plus des récompenses alimentaires, les chevaux et les poneys répondent adéquatement aux signaux visuels et auditifs donnés par les manieuses et manieurs humains quand on leur demande de sélectionner le bon seau dans un test de choix (Prendergast et coll., 2016). Lovrovich et coll. (2015) ont aussi constaté que les chevaux semblaient capables de décider, selon la situation, s'ils devaient se fier ou non aux commandes associées au manieur ou à la manieuse quand on leur demandait d'effectuer une tâche semblable. Dans cette expérience, les chevaux étaient chargés de trouver une carotte cachée sous un seau alors qu'ils avaient vu ou qu'ils n'avaient pas vu le manieur ou la manieuse les cacher (Lovrovich et coll., 2015). Dans les essais ultérieurs, dans lesquels aucun cheval n'avait vu où la carotte avait été cachée, les chevaux faisant partie du groupe qui avait vu auparavant un manieur/une manieuse cacher une carotte ont été plus susceptibles de commencer par choisir les seaux placés le plus près de cette personne, puis de modifier leurs estimations qui sont devenues identiques à celles du groupe qui n'avait jamais vu la personne cacher de carotte, quand leurs premières tentatives n'ont pas augmenté leur chance de réussite (Lovrovich et coll., 2015). L'examen des capacités cognitives des chevaux par Brubaker et Udell (2016) a trouvé que les équidés pouvaient reconnaître des personnes, réagir différemment selon qu'ils connaissaient ou non la personne qui les maniait, et déterminer si cette personne les regardait ou ne faisait pas attention à eux. Les chevaux ont aussi montré un certain degré de socialisation acquise à partir de leurs congénères, mais les résultats sont variables et semblent dépendre fortement de la tâche (Nicol, 2002; Murphy et Arkins, 2007; Brubaker et Udell, 2016; McVey et coll., 2018). Comme l'a montré

l'examen de la socialisation chez les chevaux de Rørvang et coll. (2018), les chevaux expriment des comportements indiquant davantage une transmission sociale qu'un apprentissage social, de sorte que la présence d'un congénère augmente la motivation du cheval à agir pareillement (par exemple interaction avec un objet avec lequel un membre du troupeau est en train d'interagir).

Ajoutons que le type de renforcement utilisé dans un essai (positif ou négatif) peut produire des résultats différents, et la réussite de l'apprentissage d'une tâche au moyen d'un renforcement ne signifie pas toujours la réussite de cet apprentissage quand l'autre type de renforcement est employé (Visser et coll., 2003; Ahrendt et coll., 2015). Visser et coll. (2003) ont ainsi observé que le meilleur type de renforcement différait selon les chevaux, ce qui laisse supposer que l'individualité entre en ligne de compte dans les préférences. Cet avis a été étayé dans la revue de littérature de Murphy et Arkins (2007) et le commentaire ultérieur d'Heitor et Vicente (2007), qui ont mis en garde contre la généralisation des capacités de quelques individus à toute une espèce. Soulignons aussi que la majorité des études sur l'apprentissage des équidés s'appuient sur le renforcement positif, en se servant de récompenses pour enseigner aux chevaux diverses tâches (par exemple Baragli et coll., 2011b; Christensen et coll., 2012; Valençhon et coll., 2013b), un style d'apprentissage en décalage avec les méthodes prédominantes d'entraînement des chevaux dans l'industrie équine (McGreevy et McLean, 2010).

3.2 L'entraînement des équidés : l'élément humain

Un grand nombre d'interactions entre humains et chevaux se passent pendant l'entraînement, quand un manieur ou une manieuse, un cavalier ou une cavalière cherche activement à changer ou renforcer un comportement. L'entraînement est défini comme « la modification intentionnelle de la fréquence ou de l'intensité de réponses comportementales précises » (Goodwin et coll., 2009). Aux fins du présent chapitre, le terme désigne la modification de comportement et ne comprend pas l'action d'entraîner les chevaux pour améliorer leur condition physique. À terme, que le cheval soit monté ou non, le but de tout type d'entraînement à un comportement est le contrôle (Doherty, 2025). La manière d'entraîner les chevaux est extrêmement importante. Les personnes les maniant et les entraînant ont l'obligation éthique de les entraîner d'une manière conforme aux capacités cognitives des équidés qui permet d'obtenir le résultat souhaité en faisant subir un stress minimal à l'animal. Cela est important non seulement dans la perspective du bien-être animal, mais aussi pour la sécurité des humains. Des chevaux entraînés par des méthodes déficientes développent de mauvais comportements qui contribuent considérablement au gaspillage (Carroll et coll., 2023) et aux blessures causées aux professionnelles et professionnels régulièrement tenus de fournir des soins que les chevaux peuvent trouver rebutants (par exemple vaccinations par des vétérinaires; Doherty et coll., 2017).

Par ailleurs, l'entraînement des chevaux influence considérablement la perception des sports équestres, qui sont moins acceptés socialement quand ils sont mal perçus. Plus simplement, la population ne veut pas voir se perpétuer des méthodes d'entraînement jugées nuisibles ou aversives pour le cheval (Bartlett et coll., 2024b). Luke et coll. (2024) ajoutent que la crédibilité du secteur est en baisse et que la population fait de moins en moins confiance à l'industrie pour faire « ce qui est le mieux pour le cheval » tout en considérant le bien-être comme la plus grande priorité (Jijelava et Vanclay, 2017; Prno et Slocombe, 2012; Douglas et coll., 2022; Luke et coll., 2024). Les répercussions éventuelles que ceci peut avoir sur l'industrie dans son ensemble, dont ses membres équidés, ne sont pas encore tangibles. Néanmoins, cette perception

complexifie les discussions sur le sujet, surtout en considérant l'élément humain dans la paire cheval-humain. Luke et coll. (2024) ont aussi constaté que les propriétaires de chevaux donnaient la priorité à leurs objectifs d'équitation et étaient fortement motivés par les compétitions et le rendement de leur capital investi. Notons aussi que les croyances influent sur les méthodes d'entraînement, comme l'ont montré Bartlett et coll. (2024b); d'après eux, les propriétaires estimant que les chevaux pouvaient ressentir de la douleur étaient moins susceptibles de déclarer utiliser des techniques basées sur des stimuli aversifs. De plus, les propriétaires pensant que les chevaux pouvaient intentionnellement mal se comporter étaient plus susceptibles d'utiliser des techniques basées sur un stimulus aversif (Bartlett et coll., 2024b). La connaissance de ces éléments de motivation est très précieuse pour comprendre les facteurs externes en jeu et leur rôle dans les modes de manipulation et d'entraînement des chevaux.

3.3 Entrainement des équidés : le cheval

Fondamentalement, la manipulation et l'entraînement des chevaux nécessitent de les faire travailler à l'encontre de plusieurs de leurs instincts naturels (par exemple solitude, présence de stimuli effrayants), de les faire communiquer avec des non-équidés (humains), et potentiellement d'être entraînés et réentraînés dans différentes disciplines pendant leur durée de vie (Brubaker et Udell, 2016). Bien que les conséquences de cet état de fait ne soient pas claires (McGreevy et coll., 2009; Brubaker et Udell, 2016), elles méritent d'être prises en considération dans l'évaluation des méthodes d'entraînement et de leurs effets potentiels à court et long terme sur le bien-être du cheval.

Deux revues de littérature portant sur l'entraînement ont été réalisées très récemment par Bartlett et coll. (2024a) et Doherty (2025); elles comprennent notamment des explications minutieuses de la terminologie. Doherty (2025) a proposé une histoire et une explication des méthodes d'entraînement passées et modernes, ainsi qu'une explication de la théorie de l'apprentissage, dans l'optique de leur utilité potentielle pour les vétérinaires et leurs patients équidés. Bartlett et coll. (2024a) ont réalisé une revue des études publiées portant sur l'entraînement des équidés pour déterminer les approches les plus courantes, leur terminologie et les incohérences dans les descriptions de chaque méthode. Ils ont mis l'accent sur la nécessité d'approches d'entraînement claires, concises et dont la méthodologie est reproductible, pour accroître la crédibilité de leurs résultats (Bartlett et coll., 2024a). Globalement, Bartlett et coll. (2024a) ont constaté que le langage servant à discuter des méthodes d'entraînement était plus clair pour celles basées sur un conditionnement opérant et classique, et qu'il devenait plus « flou » et subjectif concernant les autres approches (par exemple équitation « naturelle »). De plus, les détails méthodologiques étaient souvent très vagues, ce qui rend difficile la reproduction des études sur l'approche d'entraînement (Bartlett et coll., 2024a).

Bartlett et coll. (2024a) ont tout de même réussi à diviser les approches d'entraînement en dix catégories : renforcement positif, renforcement négatif, punition positive, combinaison de renforcements (renforcement positif et négatif), apprentissage par évitement (combinaison de punition positive et de renforcement négatif), habituation, congénère (techniques reposant fortement sur l'interaction humain-cheval par l'utilisation d'un langage corporel ressemblant à celui du cheval; par exemple, la technique de consentement dit aussi « *join up* », « équitation naturelle »), entraînement classique, imprégnation, et une méthode spéciale nommée méthode de conscience équine Tellington ou Tellington-TTouch, qui comprend un renforcement négatif et un

travail sur le corps. Le présent rapport s'appuiera sur les divisions ci-dessus pour examiner les recherches sur les différentes catégories, sauf l'entraînement classique et la méthode Tellington-TTouch, car ils ne reposent pas sur une méthodologie uniforme. Bartlett et coll. (2024a) ont tenu à souligner que les études sur l'entraînement reflétaient en majorité l'état de la communauté scientifique et ses perceptions et méthodologies; cela explique pourquoi les méthodes employées ne reflètent pas encore nécessairement la manière dont les chevaux sont manipulés et entraînés à l'heure actuelle hors des contextes expérimentaux. C'est en partant de cette constatation que des chercheurs comme Fenner et coll. (2020) ont commencé à élaborer un questionnaire normalisé sur l'entraînement, les pratiques de régie et le comportement des chevaux dans leur environnement, pour déterminer non seulement l'évolution des pratiques, mais aussi ce qui constitue un comportement normal en situation réelle.

3.3.1 *Le renforcement*

Le renforcement positif, qui désigne « l'ajout de stimuli agréables après l'exécution d'un comportement pour augmenter la probabilité de répétition dudit comportement », est l'approche d'entraînement prédominante dans la littérature (Bartlett et coll., 2024a). Le renforçateur le plus courant est la nourriture ($n=41$ études, 97,6 %), mais le renforcement tactile (par exemple caresse ou grattage du garrot) était aussi employé dans les études examinées par Bartlett et coll. (2024a). L'importance de la nourriture comme récompense recherchée a été démontrée par Williams et coll. (2004), qui n'ont trouvé aucune différence entre des chevaux entraînés seulement au moyen de récompenses alimentaires et des chevaux entraînés au moyen d'un cliquet (*clicker*) et d'une récompense alimentaire. En revanche, les commandes dites d'une voix apaisante (Heleski et coll., 2015) et l'emploi du mot « bien » comme récompense après qu'il ait été associé à une récompense alimentaire (Lansade et Calandreu, 2018) n'ont pas suffi à améliorer significativement la capacité des chevaux à exécuter une tâche pendant des essais expérimentaux. Les récompenses alimentaires ont aussi permis d'entraîner des ânes à une tâche opérante (pousser un bouton) en seulement quatre séances (Seganfreddo et coll., 2022). Le renforcement positif est accepté comme méthode efficace d'entraînement des chevaux, mais elle est souvent critiquée parce qu'elle serait difficilement applicable hors des environnements calmes et contrôlés, où les chevaux seraient attirés par d'autres centres d'intérêt ou des distractions considérables, par exemple d'autres chevaux ou des stimuli effrayants (Doherty, 2025). L'utilisation d'un renforcement positif peut aussi transformer l'attente (d'une récompense alimentaire) en frustration si la récompense tarde ou n'est pas accessible (Ricci-Bonot et Mills, 2023; Phelipon et coll., 2024). Soulignons aussi qu'en général, les recherches sur le renforcement positif ne portent pas sur des comportements relatifs à l'équitation même (Bartlett et coll., 2024) et qu'il faudrait approfondir les études sur le sujet pour améliorer cette approche d'entraînement.

Le renforcement négatif désigne « le retrait de stimuli aversifs après l'exécution d'un comportement pour augmenter la probabilité de répétition dudit comportement » (Bartlett et coll., 2024a). Ce type d'entraînement est majoritaire dans l'industrie équine (Ahrendt et coll., 2015), la pression étant le stimulus aversif le plus utilisé (Bartlett et coll., 2024a). Comparativement au renforcement positif, 25 % (5/20) des études qui ont employé un renforcement négatif ont porté sur des comportements relatifs à l'équitation (Bartlett et coll., 2024a). La réponse des chevaux au renforcement négatif est probablement la raison de sa prévalence et de sa réussite dans les contextes d'entraînement. Eisersiö et coll. (2021), par

exemple, ont effectué des essais sur la tension des rênes chez 20 chevaux à sang chaud et ont conclu que la tension des rênes pouvait être réduite de moitié en seulement huit essais pour en arriver au même résultat. De même, Ahrendt et coll. (2015) ont effectué un essai normalisé pour évaluer l'apprentissage résultant d'un renforcement négatif, en mesurant la quantité de force requise pour obtenir le résultat souhaité (par exemple pas latéral), la modification de cette force dans le temps, et le nombre d'essais nécessaires pour constater le changement. Les chevaux ont été en mesure d'apprendre la tâche en un seul jour et la force requise a diminué significativement (Ahrendt et coll., 2015). L'effet a toutefois atteint un plateau entre les jours 2 et 3 et les chevaux n'ont pas pu transférer les tâches apprises du côté gauche au côté droit (Ahrendt et coll., 2015). Par ailleurs, il est apparu que le choix du comportement souhaité était important quand on employait un renforcement négatif. Medeiros et coll. (2020) ont constaté que l'entraînement par renforcement négatif était plus efficace pour les comportements associés à une tâche (par exemple être mené en laisse, reculer, s'éloigner du fouet), tandis qu'une association (par exemple un signal vocal) conjuguée soit à un renforcement négatif soit à une punition n'a pas produit de changement de comportement dans les exercices à la longe ou d'inhibition de la morsure.

3.3.2 La punition

La punition négative désigne l'action de « refuser quelque chose d'attrayant comme de la nourriture » (McGreevy et McLean, 2010) pour réduire la probabilité qu'un comportement se répète et, généralement, elle n'est pas utilisée directement dans les contextes de recherche (Bartlett et coll., 2024a). La punition positive, quant à elle, est « l'ajout de stimuli aversifs après l'exécution d'un comportement pour réduire la probabilité qu'il se répète » (Bartlett et coll., 2024a). Bartlett et coll. (2024a) ont trouvé une seule publication rapportant l'emploi de la technique de punition positive. La punition, utilisée adéquatement, est un facteur puissant d'entrave à un comportement (Dworetzky, 1994); son efficacité repose toutefois sur le moment où elle est donnée pour que le cheval associe correctement l'action précédente à la punition (Mills, 1998; Hockenhull et Creighton, 2013). Il a été montré qu'une punition trop intense, donnée au mauvais moment, trop fréquente ou employée à tort et à travers est peu efficace et pourrait causer une habituation ou une impuissance apprise (Mills et Nankervis, 1999; McGreevy, 2004). De plus, la punition positive, en particulier, peut très facilement se transformer en mauvais traitement en cas d'utilisation inadéquate et violente (Mills et Nankervis, 1999; McGreevy et McLean, 2010). Le but d'une punition est l'extinction d'un comportement; si ce dernier persiste, l'action employée pour le faire cesser n'est plus considérée comme une punition (Foster, 2025).

3.3.3 Combinaison d'approches

L'approche par combinaison de renforcement positif et négatif consiste à appliquer un stimulus aversif puis, quand l'animal exécute la réponse souhaitée, il reçoit en plus une récompense alimentaire (Bartlett et coll., 2024a). Encore une fois, Bartlett et coll. (2024a) ont souligné la difficulté à fournir un renforcement positif pendant les activités liées à l'équitation, constatant que l'étude fournissant un renforcement positif aux fins de l'entraînement à l'arrêt le faisait au moyen d'un « dispositif de récompense à contrôle télématique » qui distribuait de l'eau à la mélasse (Warren-Smith et McGreevy, 2007). Une autre approche par combinaison, nommée « apprentissage par évitement », consistait à utiliser une punition positive et un renforcement négatif pour obtenir le résultat souhaité (Bartlett et coll., 2024a). Selon Bartlett et coll. (2024a), cette approche est celle qui ressemble le plus à la manière dont les chevaux sont entraînés à

l'heure actuelle. À titre d'exemple, quand on demande à un cheval d'aller vers l'avant au moyen d'une pression de la jambe, ce stimulus aversif est augmenté par une punition positive (par exemple un petit coup de fouet) et une pression de la jambe plus forte jusqu'à ce que le cheval réagisse adéquatement et qu'à ce moment-là, la pression de la jambe soit relâchée (renforcement négatif). Ces deux approches d'entraînement mêlant deux méthodes sont relativement rares dans les recherches. Néanmoins, Heleski et Bello (2010) ont indiqué que lors d'une évaluation de chevaux ayant été entraîné à marcher sur une bâche un an auparavant, ceux éduqués au moyen d'une combinaison de renforcement négatif et positif parvenaient à terminer la tâche et atteindre les « niveaux de calme idéaux » décidés expérimentalement plus vite que les chevaux éduqués uniquement au moyen d'un renforcement négatif.

3.3.4 Congénères

La catégorie des congénères est peut-être la plus diverse du point de vue méthodologique. En effet, elle comporte une palette de techniques qui prétendent se fonder sur les comportements exprimés par des chevaux à l'égard d'autres chevaux (Bartlett et coll., 2024a). Ces approches comprennent des méthodes comme « la technique du travail au rond de longe », « le consentement » dit aussi « *join up* », « l'équitation naturelle », et elles constituent un éventail large de méthodes tendant à utiliser l'immersion (qui empêche les chevaux de fuir des stimuli effrayants), le façonnage (qui renforce les étapes du comportement souhaité), la prévention de la réponse (par exemple en empêchant un cheval de s'éloigner d'un stimulus désagréable), l'habituat, le renforcement négatif et la punition positive, quand les principes d'apprentissage sont identifiables, ce qui n'est pas toujours le cas (Bartlett et coll., 2024a; Doherty, 2025). Les affirmations des personnes pratiquant ces méthodes d'entraînement selon lesquelles elles parleraient le « langage des chevaux » ont été remises en question, particulièrement étant donné l'emphase placée par plusieurs méthodes sur la dominance (Doherty, 2025). En effet, dans leur examen des styles d'entraînement au rond de longe, Henshall et McGreevy (2014) ont indiqué une trop grande insistance sur les comportements agonistiques et une importance insuffisante accordée aux interactions d'affiliation, ce qui est à l'exact opposé des comportements naturels du cheval. De plus, l'examen de la dominance et du caractère de chef de troupeau chez les chevaux par Hartmann et coll. (2017) a conclu qu'il était « peu probable que le statut social cheval–cheval se traduise en interactions analogues humain–cheval, et que le concept de leadership, tel qu'il est défendu dans de nombreux manuels d'entraînement se révèle non fiable chez le cheval... ». Par conséquent, les résultats de l'approche des congénères sont plus probablement attribuables au renforcement du résultat souhaité par une récompense constante qu'à un quelconque lien avec la dominance perçue (Hartmann et coll., 2017). Par ailleurs, d'après Fenner et coll. (2019), il est très important de ne pas pousser les chevaux au-delà de seuils d'excitation sécuritaires, ce qui est susceptible de se produire quand on fait appel à une réaction de fuite dans un entraînement au rond de longe. Les chevaux ressentant un niveau élevé d'excitation sont nettement plus susceptibles d'exprimer des comportements défensifs et on sait que les états d'excitation élevé nuisent à l'apprentissage (Fenner et coll., 2019). Enfin, l'utilisation de styles propres à chaque entraîneur et entraîneuse rend difficile la comparaison entre ces techniques (Bartlett et coll., 2024a).

3.3.5 Habituat et imprégnation

L'habituat, qui désigne « l'exposition répétée à des stimuli qui ne conduisent ni à un renforcement ni à une punition, de façon à obtenir une réduction de la réponse au stimulus », est

difficile à isoler dans les recherches sur l'entraînement parce que de nombreux entraîneurs et entraîneuses l'utilisent parfois sans l'indiquer dans leur méthodologie (Bartlett et coll., 2024a). Pourtant, il a été montré que l'habituation aidait les chevaux à faire face à des circonstances effrayantes ou à s'y adapter plus efficacement grâce à la désensibilisation (Christensen et coll., 2006), et parvenait de manière remarquable à réduire la crainte pendant le chargement (Yngvesson et coll., 2016). Enfin, l'entraînement par imprégnation désigne « le fait d'exposer des poulains à une gamme variée de stimuli et de techniques de manipulation peu après leur naissance » (Bartlett et coll., 2024a). Les résultats de l'imprégnation sont mitigés : certaines études montrent qu'elle diminue la réactivité (Simpson, 2002; Spier et coll., 2004), tandis que d'autres constatent l'absence d'effets positifs de la manipulation à long terme et la possibilité d'effets nuisibles à long terme en raison de l'immersion (Williams et coll., 2002, 2003). De plus, les résultats de la manipulation dès un très jeune âge diffèrent selon l'espèce d'équidé, comme l'a montré l'examen de McLean et coll. (2019).

3.3.6 Techniques compromettant le bien-être

Incorrectement employée, toute technique peut mettre en péril le bien-être des équidés, mais la littérature scientifique mettant particulièrement l'accent sur des méthodes d'entraînement « négatives » est extrêmement rare. En 2010, McLean et McGreevy ont publié un examen des techniques pour chevaux posant un risque précis pour le bien-être des équidés; il s'agissait, entre autres, de l'utilisation d'un signal pour plusieurs réponses (au moins deux); de l'utilisation simultanée de signaux contradictoires; de l'utilisation de matériel destiné à contrôler davantage ou modifier la tête du cheval ou la position de l'encolure ou à le forcer à fermer la bouche; et de la privation d'eau à des fins d'entraînement. Certaines techniques d'entraînement en particulier, comme le contrôle extrême de l'encolure conduisant à une hyperflexion, aussi dite « rollkür », ont fait l'objet d'une attention notable et croissante (McLean et McGreevy, 2010).

Comme on l'a vu plus haut, les cavaliers et cavalières sont extrêmement motivés par des objectifs liés aux compétitions (Luke et coll., 2024). Les méthodes d'entraînement fragilisant le bien-être peuvent alors être considérées comme normales si elles permettent d'atteindre ces objectifs. Il serait donc intéressant d'examiner les normes de performances pour déterminer s'il est possible de les atteindre sans mettre en péril le bien-être du cheval. À titre d'exemple, Hawson et coll. (2010) ont étudié l'idée de « soumission », comme qualité notée dans le dressage, et ce que la soumission est censée refléter en matière de bien-être et d'état d'esprit du cheval. Bien qu'en théorie, la définition ait été élaborée pour être positive, De Cartier d'Yves et Ödberg (2005) ont constaté que des juges expérimentés n'étaient pas en mesure de reconnaître la « légèreté » (c'est-à-dire une tension faible des rênes sur le mors dans la bouche du cheval) et que les paramètres de qualités comme la « soumission » se fondaient sur des définitions anthropomorphiques vagues, non évaluables de manière fiable.

3.4 Comportements indésirables

La production de « mauvais » comportements ou de comportements non souhaités en raison d'un entraînement déficient fait courir au cheval un risque considérable d'adoption et d'euthanasie, et augmente par conséquent le gaspillage de chevaux (Carroll et coll., 2023). Bien que tous les comportements indésirables ne soient pas le résultat d'un entraînement déficient, Carroll et coll. (2023) ont remarqué qu'une part importante était due aux punitions ou à l'utilisation inadéquate du renforcement négatif, en citant aussi la peur, la frustration et la confusion. De plus, Doherty

(2025) a constaté que souvent, les comportements non souhaités étaient renforcés involontairement, ce qui augmente les résultats d'entraînement indésirables et, par conséquent, la frustration du cheval et de la personne qui l'entraîne. On ne peut minimiser l'importance de la prévalence des comportements indésirables chez les chevaux, et de leur perception négative par les personnes devant s'en occuper, comme les vétérinaires en particulier. Dans une enquête auprès de vétérinaires spécialistes des équidés, Pearson et coll. (2021) ont rapporté que 95 % des vétérinaires déclaraient travailler avec un « cheval difficile » chaque mois. En raison de ces chevaux difficiles, plus de 80 % des personnes interrogées avaient subi une blessure causée par un cheval dans les cinq dernières années (Pearson et coll., 2021). La prise en charge des comportements non souhaités passait principalement par une contention physique ou chimique (Pearson et coll., 2021), qui est susceptible de nuire encore plus au bien-être des équidés et de causer des associations négatives à vie avec les vétérinaires ou certains actes vétérinaires (Doherty, 2025).

Les solutions autres que la contention physique ou chimique sont souvent plus chronophages, mais elles contribuent à entraver l'intensification des comportements indésirables, particulièrement en présence de vétérinaires. Dans sa revue de littérature sur l'entraînement des chevaux, Doherty (2025) cite l'habituation (Pearson, 2015b), la désensibilisation systématique, le contre-conditionnement (Droguett et coll., 2024), le conditionnement par l'approche (retrait de l'objet effrayant quand le cheval s'en approche), le masquage (présentation simultanée de deux stimuli de sorte que l'un masque l'autre), la prévention de la réponse, le façonnage (décomposition d'un changement de comportement en petites étapes; Pearson, 2015b), et le renforcement positif et négatif (Pearson, 2015a) comme méthodes d'entraînement aidant à régler les comportements « problématiques » et à favoriser une manipulation sans danger et propice au bien-être dans les actes vétérinaires. Ces approches sont aussi décrites longuement par McLean et Christensen (2017). Plusieurs de ces méthodes ont des caractéristiques communes, par lesquelles le cheval est exposé graduellement à des stimuli effrayants ou aversifs tout en restant calme. Par ailleurs, ces méthodes sont aussi utilisées en tandem (par exemple exposition du cheval au son de la tondeuse puis utilisation d'une récompense alimentaire pour l'encourager à rester calme quand il entend ce son). Dans des termes plus simples, Payne et coll. (2015) décrivent sept approches de la manipulation des équidés et des canidés contribuant à la réduction du stress et, par conséquent, des risques pour les vétérinaires, à savoir : la constance du comportement, la compréhension des apprentissages antérieurs, l'utilisation du renforcement positif, la minimisation des stimuli aversifs, la minimisation des menaces, la rétention de l'attention du cheval, et l'utilisation du comportement d'affiliation (Payne et coll., 2015). Outre les vétérinaires, les maréchaux-ferrants jouent un rôle important dans la manipulation des chevaux aux fins d'actes qui peuvent être aversifs ou non. Toutefois, à l'heure actuelle, les avantages possibles de techniques similaires de manipulation réduisant le stress n'ont pas été suffisamment étudiés.

3.5 Comprendre la théorie de l'apprentissage : l'aspect humain

Au-delà du cadre des recherches scientifiques, l'assimilation de la théorie de l'apprentissage par les cavaliers et cavalières a posé considérablement plus de difficultés, en partie parce qu'il est difficile de comprendre les définitions de chacun des quatre quadrants (renforcement positif et négatif, punition positive et négative). Plus particulièrement, les renforcements positif et négatif sont jugés « mal compris et mal appliqués » (Carroll et coll., 2023), ce qui entraîne de graves

conséquences pour les résultats d'entraînement. Plusieurs chercheurs ont interrogé différents groupes de cavaliers et cavalières pour déterminer leur degré de compréhension des concepts de la théorie de l'apprentissage, ainsi que leur capacité à reconnaître correctement ces concepts dans des situations empiriques. Dans une enquête menée par Bornmann et coll. (2016) sur plus de 1 000 cavaliers et cavalières, 95,82 % affirmaient qu'ils et elles comprenaient comment les chevaux apprenaient. Malgré cette affirmation, un nombre important prenait du renforcement négatif pour du renforcement positif et ne savait pas expliquer comment le renforcement négatif modifiait les comportements (Bornmann et coll., 2016). Dans une enquête de Brown et Connor (2017) sur des cavaliers et cavalières au Royaume-Uni ayant en moyenne 12,4 années d'expérience de l'industrie, seulement un peu plus de 30 % des personnes se considérant comme des professionnels et professionnelles savaient définir correctement les termes « punition positive » et « renforcement négatif ». Ces valeurs ressemblaient à celles rapportées par Telatin et coll. (2016), selon lesquelles seulement 34 % des personnes interrogées (n=376) savaient définir correctement le « renforcement négatif ». De plus, 41% des personnes interrogées seulement pouvaient décrire correctement le mode d'utilisation du fouet et seulement 39 % pouvaient décrire comment utiliser la jambe aux fins d'un renforcement négatif approprié. Par ailleurs, Rankins et coll. (2025) ont indiqué que les instructeurs d'équitation adaptée et thérapeutique se heurtaient aux mêmes difficultés quand il leur était demandé de définir la terminologie de la théorie de l'apprentissage.

Luke et coll. (2023) ont constaté que la connaissance de théorie de l'apprentissage par les cavaliers et cavalières n'avait pas de relation significative ni avec l'amélioration du bien-être du cheval ni avec la sécurité de la personne qui le monte, mais cette conclusion pourrait être due à l'incapacité relative des cavaliers et cavalières à définir les concepts. Dans la langue parlée, l'emploi de mots comme « négatif » ou « punition » produit des images très précises, et la mauvaise compréhension de la terminologie fait courir le risque d'une application déficiente des techniques (Brown et Connor, 2017). McLean (2005) et McLean et Christensen (2017) ont souligné les confusions possibles quand les termes de la théorie de l'apprentissage sont employés hors du monde scientifique, surtout si le public présuppose que tout procédé qualifié de « négatif » représente quelque chose de désagréable ou de « mauvais » pour le cheval. Il reste que la compréhension des principes sous-jacents, particulièrement de la façon correcte d'appliquer une punition et un renforcement, est impérative pour les cavaliers, les cavalières et leurs entraîneurs, car ils appliquent ces principes à chaque séance d'entraînement, consciemment ou inconsciemment.

3.6 Recherches futures

1. Il faudrait étudier davantage les facteurs influant sur la capacité ou la volonté d'apprendre des chevaux. La compréhension plus juste du tempérament (particulièrement de la réactivité), de la motivation et des effets possibles des congénères permettrait de produire des recommandations de programme d'entraînement fondées sur des données probantes.
2. Il serait intéressant d'approfondir les recherches sur le réentraînement des chevaux dans de nouvelles disciplines et ses conséquences éventuelles sur le bien-être des équidés, qui sont actuellement sous-étudiés.
3. La littérature de la science de l'équitation est dominée par les recherches portant sur les chevaux. Il faudrait augmenter le nombre d'études sur les autres équidés pour savoir s'ils

apprennent différemment et si d'autres méthodes d'entraînement leur conviendraient mieux.

4. Il faudrait étudier davantage l'utilisation des approches de la théorie de l'apprentissage concernant la manipulation dans les actes de maréchalerie.

3.7 Références

- Ahrendt L.P., Labouriau R., Malmkvist J., Nicol C.J. & Christensen J.W. (2015) Development of a standard test to assess negative reinforcement learning in horses. *Applied Animal Behaviour Science* 169:38–42.
- Baragli P., Paoletti E., Vitale V. & Sighieri C. (2011a) Looking in the correct location for a hidden object: Brief note about the memory of donkeys (*Equus asinus*). *Ethology Ecology & Evolution* 23:187–192.
- Baragli P., Vitale P., Paoletti E., Mengoli M. & Sighieri C. (2011b) Encoding the object position for assessment of short term spatial memory in horses (*Equus caballus*). *International Journal of Comparative Psychology* 24:284–291.
- Bartlett E., Blackwell E.J., Cameron L.J. & Hockenhull J. (2024a) Are We on the Same Page? A Review of Horse Training Approaches, Terminology Use, and Method Reporting within the Scientific Literature. *International Journal of Equine Science* 3:88–99.
- Bartlett E., Blackwell E. J., Cameron L. J. & Hockenhull J. (2024b) Exploring the relationship between horse-owner attributes and their approach to horse training. *Journal of Applied Animal Welfare Science* 20:1–20.
- Bornmann T. (2016) Riders' perceptions, understanding and theoretical application of learning theory. *Journal of Veterinary Behavior* 15:79–80.
- Brown S.M. & Connor M. (2017) Understanding and application of learning theory in UK-based equestrians. *Anthrozoös* 30:565–579.
- Brubaker L. et Udell M.A. (2016) Cognition and learning in horses (*Equus caballus*): What we know and why we should ask more. *Behavioural Processes* 126:121–131.
- Calviello R.F., Titto E.A.L., Infante P., Leme-dos-Santos T.M. da C., Neto M.C., Pereira A.M.F. & Titto C.G. (2016) Proposal and validation of a scale of composite measure reactivity score to characterize the reactivity in horses during handling. *Journal of Equine Veterinary Science* 47:62–70.
- Carroll S.L., Sykes B.W. & Mills P.C. (2023) Understanding and treating equine behavioural problems. *The Veterinary Journal* 296–297:105985.
- Christensen J.W., Rundgren M. & Olsson K. (2006) Training methods for horses: Habituation to a frightening stimulus. *Equine Veterinary Journal* 38:439–443.
- Christensen J.W., Malmkvist J., Nielsen B.L. & Keeling L.J. (2008) Effects of a calm companion on fear reactions in naive test horses. *Equine Veterinary Journal* 4:46–50.

Christensen J.W., Ahrendt L.P., Lintrup R., Gaillard C., Palme R. & Malmkvist J. (2012) Does learning performance in horses relate to fearfulness, baseline stress hormone, and social rank? *Applied Animal Behaviour Science* 140:4–52.

Christensen J.W. (2016) Early-life object exposure with a habituated mother reduces fear reactions in foals. *Animal Cognition* 19:171–179.

De Cartier d'Yves A. & Ödberg F. (2005) A preliminary study on the relation between subjectively assessing dressage performance and objective welfare parameters. Melbourne, AUS, August 26–27, 2005. *1st International Equitation Science Symposium* 1:89–110.

Doherty O., McGreevy P.D. & Pearson G. (2017) The importance of learning theory and equitation science to the veterinarian. *Applied Animal Behaviour Science* 190:111–122.

Doherty O. (2025) Equine training and behavior modification: The good, the bad and the ugly. In: *Equine Welfare in Clinical Practice*. Cambridge MA: Academic Press, pp. 85–103.

Douglas J., Owers R. & Campbell M.L.H. (2022) Social licence to operate: What can equestrian sports learn from other industries? *Animals* 12:1987.

Droguett F., Miguez G., Quezada-Scholz V.E., Tadich T. & Laborda M.A. (2024) Assessing the effect of counterconditioning to reduce neophobic response in horses (*Equus Ferus Caballus*). *Applied Animal Behaviour Science* 28:106453.

Dworetzky J.P. (1994) *Psychology, 5th ed.* Minneapolis MN: West Publishing Company.

Eisersjö M., Yngvesson J., Byström A., Baragli P. & Egenvall A. (2021) A rein tension signal can be reduced by half in a single training session. *Applied Animal Behaviour Science* 243:105452.

Fenner K., Mclean A.N. et McGreevy P.D. (2019) Cutting to the chase: How round-pen, lunging, and high-speed liberty work may compromise horse welfare. *Journal of Veterinary Behavior* 29:88–94.

Fenner K., Dashper K., Serpell J., McLean A., Wilkins C., Klinck M., Wilson B. et McGreevy P. (2020) The development of a novel questionnaire approach to the investigation of horse training, management, and behaviour. *Animals* 10:1960.

Foster R. (2025) Principles of learning for equine clinicians. In: *Equine Welfare in Clinical Practice*. Cambridge MA: Academic Press, pp. 21–47.

Freymond S.B., Briefer E.F., Zollinger A., Gindrat-von Allmen Y., Wyss C. & Bachmann I. (2014) Behaviour of horses in a judgment bias test associated with positive or negative reinforcement. *Applied Animal Behaviour Science* 158:34–45.

Gabor V. et Gerken M. (2018) Study into long-term memory of a complex learning task in Shetland ponies (*Equus caballus*). *Applied Animal Behaviour Science* 198:60–66.

Goodwin D., McGreevy P., Waran N. et McLean A. (2009) How equitation science can elucidate and refine horsemanship techniques. *The Veterinary Journal* 181:5–11.

- Hall C. & Kay R. (2024) Living the good life? A systematic review of behavioural signs of affective state in the domestic horse (*Equus caballus*) and factors relating to quality of life. Part I: Fulfilment of species-specific needs. *Animal Welfare* 33:e40.
- Hanggi E.B. (2010) Short-term memory testing in domestic horses: Experimental design plays a role. *Journal of Equine Veterinary Science* 30:617–623.
- Hartmann E, Christensen J.W & Keeling L.J. (2011) Training young horses to social separation: Effect of a companion horse on training efficiency. *Equine Veterinary Journal* 43:580–584.
- Hartmann E., Christensen J.W. et McGreevy. P.D. (2017) Dominance and leadership: Useful concepts in human–horse interactions? *Journal of Equine Veterinary Science* 52:1–9.
- Hawson L. A., McLean A. N. et McGreevy P. D. (2010). Variability of scores in the 2008 Olympic dressage competition and implications for horse training and welfare. *Journal of Veterinary Behavior* 5:170–176.
- Heitor F. & Vicente L. (2007) Learning about horses: What is equine learning all about? *Behavioural Processes* 76:34–36.
- Heleski C.R. & Bello N.M. (2010) Evaluating memory of a learning theory experiment one year later in horses. *Journal of Veterinary Behavior* 5:213–213.
- Heleski C., Wickens C., Minero M., Dalla Costa E., Wu C., Czeszak E. & von Borstel U.K. (2015) Do soothing vocal cues enhance horses' ability to learn a frightening task? *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research* 10:41–47.
- Hemmings A., McBride S.D. & Hale C.E. (2007) Perseverative responding and the aetiology of equine oral stereotypy. *Applied Animal Behaviour Science* 104:143–150.
- Henshall C. et McGreevy P.D. (2014) The role of ethology in round pen horse training—A review. *Applied Animal Behaviour Science* 155:1–11.
- Hockenhull J. et Creighton E. (2013) Training horses: Positive reinforcement, positive punishment, and ridden behavior problems. *Journal of Veterinary Behavior* 8:245–252.
- Jijelava D. et Vanclay F. (2017) Legitimacy, credibility and trust as the key components of a social licence to operate: An analysis of BP's projects in Georgia. *Journal of Cleaner Production* 140:1077–1086.
- Lansade L., Philippon P., Hervé L. & Vidament M. (2016) Development of personality tests to use in the field, stable over time and across situations, and linked to horses' show jumping performance. *Applied Animal Behaviour Science* 176:43–51.
- Lansade L. & Calandreau L. (2018) A conditioned reinforcer did not help to maintain an operant conditioning in the absence of a primary reinforcer in horses. *Behavioural Processes* 146:61–63
- Le Scolan N., Hausberger M. & Wolff A. (1997) Stability over situations in temperamental traits of horses as revealed by experimental and scoring approaches. *Behavioural Processes* 41:257–266.
- Lee G. et Yoon M. (2021) Association of plasma concentrations of oxytocin, vasopressin, and serotonin with docility and friendliness of horses. *Domestic Animal Endocrinology* 74:106482.

- Lopez G.C. et Lerner T.N. (2025) How dopamine enables learning from aversion. *Current Opinion in Behavioral Sciences* 61:101476.
- Lovrovich P., Sighieri C. & Baragli P. (2015) Following human-given cues or not? Horses (*Equus caballus*) get smarter and change strategy in a delayed three choice task. *Applied Animal Behaviour Science* 166:80–88.
- Luke K.L., McAdie T., Warren-Smith A.K., Rawluk A. & Smith B.P. (2023) Does a working knowledge of learning theory relate to improved horse welfare and rider safety? *Anthrozoös* 36:703–719.
- Luke K.L., Rawluk A., McAdie T., Smith B.P. & Warren-Smith A.K. (2024) Investigating the motivational priorities underlying equestrians' horse-keeping and training practices. *Anthrozoös* 37:479–499.
- Marinier S.L. et Alexander A.J. (1994) The use of a maze in testing learning and memory in horses. *Applied Animal Behaviour Science* 39:177–182.
- McBride S.D., Parker M.O., Roberts K. & Hemmings A. (2017) Applied neurophysiology of the horse; Implications for training, husbandry and welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 190:90–101.
- McGreevy P.D. (2004) *Equine Behavior: A Guide for Veterinarians and Equine Scientists*. Edinburgh UK: Saunders.
- McGreevy P.D. (2007) The advent of equitation science. *The Veterinary Journal* 174:492–500.
- McGreevy P.D., Oddie C., Burton F.L. et McLean A.N. (2009) The horse–human dyad: Can we align horse training and handling activities with the equid social ethogram? *Veterinary Journal* 181:12–18.
- McGreevy P.D. et McLean A.N. (2010) *Equitation Science*. Oxford UK: Wiley-Blackwell, pp. 89–105.
- McLean A. N. (2004) Short-term spatial memory in the domestic horse. *Applied Animal Behaviour Science* 85:93–105.
- McLean A.N. (2005) The positive aspects of correct negative reinforcement. *Anthrozoös* 18:245–254.
- McLean A.N. et McGreevy P.D. (2010) Horse-training techniques that may defy the principles of learning theory and compromise welfare. *Journal of Veterinary Behavior* 5:187–195.
- McLean A.N. & Christensen J.W. (2017) The application of learning theory in horse training. *Applied Animal Behaviour Science* 190:18–27.
- McLean A.K., Navas González F.J. & Canisso I.F. (2019) Donkey and mule behavior. *The Veterinary Clinic of North America Equine Practice* 35:575–588.
- McLean A., Pinto M. & Navas Gonzalez F. (2024) Memory and cognition behavior in the miniature donkey (*Equus asinus*). *Journal of Veterinary Behavior* 76:73–77.

- McVey A., Wilkinson A. & Mills D.S. (2018) Social learning in horses: The effect of using a group leader demonstrator on the performance of familiar conspecifics in a detour task. *Applied Animal Behaviour Science* 209:47–54.
- Medeiros B.R., Silva M.M., Zanette P.R., Claus M.P. & Cardoso J. (2020) Miniature horse training (*Equus caballus*) for use in equine assisted therapy, according to equine learning theory. *Acta Veterinaria Brasilica* 14:21–29.
- Mills D.S. (1998) Applying learning theory to the management of the horse: The difference between getting it right and getting it wrong. *Equine Veterinary Journal Supplement* 27:44–48.
- Mills D.S. et Nankervis K. (1999) *Equine Behaviour: Principles and Practice*. Oxford UK: Blackwell Science Ltd.
- Murphy J. & Arkins S. (2007) Equine learning behaviour. *Behavioural Processes* 76:1–13.
- Murphy J. (2009) Assessing Equine Prospective Memory in a Y-Maze Apparatus. *Veterinary Journal* 181, 24–28.
- Nicol C. (2002) Equine learning: Progress and suggestions for future research. *Applied Animal Behavioural Science* 78:193–208.
- Olczak K., Nowicki J. & Klocek C. (2016) Motivation, stress and learning – Critical characteristics that influence the horses' value and training method – A review. *Annals of Animal Science* 16:641–652.
- Olczak K., Klocek C. & Christensen J. W. (2021) Hucul horses' learning abilities in different learning tests and the association with behaviour, food motivation and fearfulness. *Applied Animal Behaviour Science* 245:105498.
- Osthaus B., Proops L., Hocking I. & Burden F. (2013) Spatial cognition and perseveration by horses, donkeys and mules in a simple A-not-B detour task. *Animal Cognition* 16:301–305.
- Payne E., Boot M., Starling M., Henshall C., McLean A., Bennet P. et McGreevy P. (2015) Evidence of horsemanship and dogmance and their application in veterinary contexts. *Veterinary Journal* 204:247–254.
- Pearson G. (2015a) Practical application of equine learning theory, part 1. *In Practice* 37:251–254.
- Pearson G. (2015b) Practical application of equine learning theory, part 2. *In Practice* 37:286–292.
- Pearson G., Reardon R., Keen J. et Waran N. (2021) Difficult horses – Prevalence, approaches to management of and understanding of how they develop by equine veterinarians. *Equine Veterinary Education* 33:522–530.
- Phelipon R., Ascione A., Ruet A., Bertin A., Biau S., Arnould C., Boichot L. & Lansade L. (2024) Differences in behaviour, facial expressions and locomotion between positive anticipation and frustration in horses. *Applied Animal Behaviour Science* 274:106262.

- Prendergast K., Nansen C. & Blache D. (2016) Responses of domestic horses and ponies to single, combined and conflicting visual and auditory cues. *Journal of Equine Veterinary Science* 46:40–46.
- Prino J. & Slocombe D. (2012) Exploring the origins of “social license to operate” in the mining sector: Perspectives from governance and sustainability theories. *Resources Policy* 37:346–357.
- Proops L., Burden F. & Osthaus B. (2009) Mule cognition: A case of hybrid vigour? *Animal Cognition* 12:75–84.
- Randle H. et Waran N. (2017) Breaking down barriers and dispelling myths: The need for a scientific approach to equitation. *Applied Animal Behaviour Science* 190:1–4.
- Rankins E.M. & Wickens C.L. (2020) A systematic review of equine personality. *Applied Animal Behaviour Science* 231:105076.
- Rankins E.M., Reega S.J., Rudd C. & Peters B.C. (2025) Horse behavior and training in adaptive/therapeutic riding: A survey of instructors’ perceptions and knowledge in the United States. *Applied Animal Behaviour Science* 282:106490.
- Ricci-Bonot C. & Mills D.S. (2023) Recognising the facial expression of frustration in the horse during feeding period. *Applied Animal Behaviour Science* 265:1–13.
- Roberts K., Hemmings A.J., McBride S.D. & Parker M.O. (2017) Developing a 3-choice serial reaction time task for examining neural and cognitive function in an equine model. *Journal of Neuroscience Methods* 292:45–52.
- Rørvang M.V., Christensen J.W., Ladewig J. et McLean A. (2018) Social learning in horses—Fact or fiction? *Frontiers in Veterinary Science* 5:212.
- Seganfreddo S., Fornasiero D., De Santis M., Contalbrigo L., Mutinelli F. & Normando S. (2022) Investigation of donkeys learning capabilities through an operant conditioning. *Applied Animal Behaviour Science* 255:1–12.
- Simpson B.S. (2002) Neonatal foal handling. *Applied Animal Behaviour Science* 78:303–317.
- Spier S.J., Berger Pusterla J., Villarroel A. & Pusterla J. (2004) Outcome of tactile conditional of neonates, or “imprint training” on selected handling measures in foals. *The Veterinary Journal* 168:252–258.
- Starling M., McLean A. et McGreevy P. (2016) The contribution of equitation science to minimising horse-related risks to humans. *Animals (Basel)* 6:15.
- Suwala M., Górecka-Bruzda A., Walczak M., Ensminger J. & Jezierski T. (2016) A desired profile of horse personality—A survey study of Polish equestrians based on a new approach to equine temperament and character. *Applied Animal Behaviour Science* 180:65–77.
- Telatin A., Baragli P., Green B., Gardener O. & Bienas A. (2016) Testing theoretical and empirical knowledge of learning theory by surveying equestrian riders. *Journal of Veterinary Behavior* 15:79.

- Valenchon M., Lévy F., Górecka-Bruzda A., Calandreau L. & Lansade L. (2013a) Characterization of long-term memory, resistance to extinction, and influence of temperament during two instrumental tasks in horses. *Animal Cognition* 16:1001–1006.
- Valenchon M., Lévy F., Prunier A., Moussu C., Calandreau L. & Lansade L. (2013b) Stress modulates instrumental learning performances in horses (*Equus caballus*) in interaction with temperament. *PloS One* 8:1–10.
- Visser E.K., van Reenen C.G., Schilder M.B.H., Barneveld A. & Blokhuis H.J. (2003) Learning performances in young horses using two different learning tests. *Applied Animal Behaviour Science* 80:311–326.
- Warren-Smith A. et McGreevy P. (2007) The use of blended positive and negative reinforcement in shaping the halt response of horses (*Equus caballus*). *Animal Welfare* 16:481–488.
- Williams J.L., Friend T.H., Toscano M.J., Collins M.N., Sisto-Burt A. & Nevill C.H. (2002) The effects of early training sessions on the reactions of foals at 1, 2 and 3 months of age. *Applied Animal Behaviour Science* 77:105 - 114
- Williams J.L., Friend T.H., Collins M.N., Toscano M.J., Sisto-Burt A. & Nevill C.H. (2003) Effects of imprint training procedure at birth on the reactions of foals at age six months. *Equine Veterinary Journal* 35:127-32.
- Williams J. L., Friend T. H., Nevill C. H. & Archer G. (2004) The efficacy of a secondary reinforcer (clicker) during acquisition and extinction of an operant task in horses. *Applied Animal Behaviour Science* 88:331–341.
- Wolff A. & Hausberger M. (1996) Learning and memorisation of two different tasks in horses: the effects of age, sex and sire. *Applied Animal Behaviour Science* 46:137–143.
- Yngvesson J., de Boussard E., Larsson M. & Lundberg A. (2016) Loading horses (*Equus caballus*) onto trailers—Behaviour of horses and horse owners during loading and habituating. *Applied Animal Behaviour Science* 184:59–65.

4 Développement squelettique du jeune cheval et réponse à l'exercice

CONCLUSIONS

1. **Les jeunes chevaux connaissent une croissance squelettique rapide de la naissance à l'âge de vingt-quatre mois (en moyenne), pendant laquelle ils atteignent une portion importante de leur taille à maturité. La croissance squelettique et l'âge de maturité varient considérablement selon la race, mais c'est pendant cette période de croissance que le système musculosquelettique est le plus réactif aux agents stressants extérieurs, comme l'exercice.**
2. **Il a été montré que l'exercice chez les poulains, qui va au-delà de la mise en liberté au pâturage, améliorait le modelage et le remodelage des os chez les jeunes chevaux avant la maturité squelettique. La pratique d'activités sportives dès le plus jeune âge, comme le saut, peut aider les chevaux de moins de deux ans à améliorer leur équilibre, leur coordination et leur technique. Il n'existe toutefois pas de programme d'entraînement idéal pour jeunes chevaux à l'heure actuelle.**
3. **À tout âge, les chevaux incorrectement préparés aux exigences athlétiques de leur sport risquent des blessures musculosquelettiques.**
4. **Confiner un cheval et l'épuiser par l'exercice ont tous deux des incidences nocives sur le système musculosquelettique.**

4.1 Développement squelettique

L'âge adéquat pour mettre un cheval au travail est un sujet vivement débattu, particulièrement autour des préoccupations concernant les blessures musculosquelettiques. Pour connaître l'âge le plus approprié, il est important de d'abord se pencher sur la croissance naturelle de l'appareil locomoteur. La croissance est marquée par des changements longitudinaux des os longs, l'augmentation de la taille au garrot et de la longueur du corps et du dos, et l'augmentation globale de la masse corporelle, la maturité correspondant à la fin de la croissance osseuse (par exemple des vertèbres cervicales), la fermeture des plaques épiphysaires (cartilage à l'extrémité des os permettant la croissance) dans les membres, et l'ossification des os (Rogers et coll., 2021).

Dans leur examen comparatif des stades de croissance squelettique chez l'humain et le cheval, Rogers et coll. (2021) décrivent les étapes comme étant la croissance rapide du nourrisson, l'enfance, la puberté et la pointe de croissance post-pubertaire, puis la maturité. Chez les humains, le processus dure de la naissance à l'âge de dix-huit ans environ; chez le cheval, ce même processus de développement squelettique dure de la naissance à l'âge de vingt-quatre mois, soit environ deux ans. Rogers et coll. (2021) généralisent ce schéma à tous les chevaux, mais la majorité des études sur le sujet portaient sur des pur-sang anglais (Thoroughbred), et ne s'appliquaient pas nécessairement tout à fait à d'autres races.

La chronologie de la fusion de tous les os du corps du cheval varie fortement; en effet le squelette axial peut prendre jusqu'à 5,5 ans avant la fermeture des segments sacrés et entre 7 et 15 ans pour les apophyses épineuses des vertèbres crano-thoraciques (Haussler, 1999; Rogers et coll., 2021). De nombreuses études portant sur la fermeture de la plaque épiphysaire se sont concentrées sur le radius distal chez les pur-sang anglais (thoroughbred) et les trotteurs américains (standardbred) (Banks et coll., 1969; Koskinen et Katila, 1997; Uhlhorn et coll., 2000). Les études sur le squelette appendiculaire ont constaté que les plaques épiphysaires du radius distal se fermaient vers l'âge de 20 à 31 mois, avec une moyenne pour certaines races comme l'islandais allant de 27,4 à 32,0 mois. On observe de grandes variations dans l'âge de fermeture de la plaque épiphysaire du radius distal, même chez des individus d'une même race (Strand et coll., 2007). Bien que la majorité des recherches sur l'âge de fermeture des plaques épiphysaires se soient surtout intéressées au radius, d'autres études ont montré que les plaques épiphysaires du membre distal se fermaient plus tôt : deuxième phalange proximale (8,08–8,09 mois), première phalange proximale (7,9–13,6 mois), extrémité distale du troisième métacarpien (9,0–13,6 mois), et extrémité distale du troisième métatarsien (8,2–14,4 mois; Rogers et coll., 2021).

Par ailleurs, les premiers stades de croissance des poulains durent nettement moins longtemps que ceux des humains. En effet, très vite après sa naissance, un poulain doit être capable de se tenir debout et de se déplacer avec sa mère; on a ainsi observé que certains poulains parcouraient 10 km/jour, 9 jours seulement après leur naissance (Rogers et coll., 2012). Cela implique une période de croissance pendant laquelle les tendons, le cartilage et les tissus musculaires sont les plus sensibles au stress externe (par exemple à l'exercice), qui les façonnera et les préparera à leur activité d'adulte (Rogers et coll., 2012, 2020). Les différents éléments du système musculo-squelettique ont des capacités différentes de réponse aux stimuli externes. Ainsi, le muscle squelettique, par exemple, est très réactif à l'exercice, tandis que les tendons le sont beaucoup moins et sont moins susceptibles de changer significativement (Rogers et coll., 2020), une propriété qui rend les tendons encore moins réactifs à mesure que le cheval prend de l'âge (Smith et coll., 2010). De plus, la croissance n'est pas linéaire pendant cette période. Après avoir mesuré le changement de la croissance musculaire et de la masse corporelle d'un groupe de jeunes chevaux (âgés d'un à quatre ans), LaVigne et coll. (2015) ont déterminé que la croissance était significativement plus grande pendant les mois chauds (du printemps à l'automne) que pendant les mois froids (de l'automne au printemps suivant), y compris quand les chevaux étaient nourris de façon à conserver le même état corporel pendant les deux périodes. La croissance musculaire et la masse corporelle ont été mesurées par une échographie de la zone latéro-médiale entre la treizième et la quatorzième côte, l'indice d'état corporel, le poids et une biopsie musculaire. LaVigne et coll. (2015) ont suggéré que les facteurs environnementaux influant sur la dépense énergétique étaient par conséquent les plus importants pour la croissance.

4.2 Exercice

Outre la disponibilité des nutriments, le second facteur influençant la dépense énergétique est l'exercice, qui ne comprend pas seulement l'entraînement. Il a été montré, par exemple, que le jeu locomoteur chez les poulains avait des effets positifs sur leur squelette, particulièrement sur les os longs et l'état du cartilage (Roberts et coll., 2012). Dans la perspective de l'évolution, ce type de jeu – particulièrement le petit galop et le galop (Brama et coll., 2002; Kurvers et coll., 2006) – permet de « préparer » l'appareil locomoteur du poulain à ses futures activités pendant

toute sa vie (Roberts et coll., 2020). Si un poulain est destiné à une carrière exigeante sur le plan athlétique, il a été suggéré qu'il fallait le mettre au pâturage à un jeune âge afin de favoriser cette préparation, particulièrement pour ce qui est de son cartilage, à des niveaux d'exercice élevés (Brama et coll., 2001; Brommer et coll., 2003; Rogers et coll., 2007; Roberts et coll., 2020). La vitesse de déplacement d'un jeune cheval et le poids qu'il porte jouent aussi un rôle dans son développement. Dans une étude comparant des pur-sang arabes de deux ans soumis à un entraînement à l'endurance (exercices réguliers axés sur de longues distances à une vitesse plus lente) à un groupe témoin mis au pâturage (non soumis à un entraînement), aucune différence de contenu minéral osseux n'a été trouvée entre les deux groupes (Spooner et coll., 2008). Nielsen (2023) a suggéré que cela montrait l'importance du mouvement rapide pour le développement osseux. Concernant le poids, un groupe de jeunes chevaux portant des poids (contrairement au groupe témoin sans port de poids) qui s'était exercé dans un marcheur à chevaux pendant 78 jours ont présenté une augmentation significative de contenu minéral osseux comparativement aux individus du groupe témoin (Nielsen et coll., 2002). Il a aussi été montré chez le veau que les changements osseux pouvaient être inégaux si le mouvement se faisait seulement dans une direction (par exemple longe; Nielsen, 2023); il faudrait toutefois de nouvelles études pour documenter ces effets sur le cheval.

Les autres effets de l'exercice susceptibles de se produire sur les poulains mis au pâturage ont aussi été étudiés sur les chevaux de course (principalement les pur-sang anglais). L'entraînement à un jeune âge des poulains pur-sang anglais n'a pas causé d'effets négatifs mesurables sur le cartilage (Nugent et coll., 2004; Dykgraaf et coll., 2008; van Weeren et coll., 2008), les os (Dykgraaf et coll., 2008), ni les tendons (Moffat et coll., 2008) comparativement à des groupes témoins qui n'étaient pas entraînés. Firth et coll. (2011) ont aussi examiné le développement osseux de 32 poulains de la naissance à l'âge de dix-huit mois, élevés soit avec uniquement de l'exercice au pâturage soit avec de l'exercice imposé et de l'exercice au pâturage; ils ont constaté une augmentation de la croissance osseuse du troisième métacarpien (MC III) chez le groupe soumis à de l'exercice. Le troisième métacarpien est particulièrement intéressant, car il se trouve là où la plus grande partie du poids est portée (Logan et Nielsen, 2021). Des recherches ont été menées sur la consolidation des os du veau : Logan et coll. (2019) ont observé que des sprints de 71 mètres au moins un jour par semaine faisaient en sorte qu'il était 23 % plus difficile de fracturer (après abattage) le troisième et le quatrième métacarpien de jeunes veaux Holstein, comparativement aux mêmes os dans un groupe qui avait été confiné. Chez les chevaux, particulièrement ceux destinés à un travail très exigeant sur le plan athlétique comme les jeunes chevaux de course, la solidité osseuse du troisième métacarpien peut être cruciale pour leur longévité et réduire leur risque de blessure. Dans une étude sur le cheval, Hiney et coll. (2004) ont gardé deux groupes de poulains sevrés de moins d'un an dans des box, en faisant courir des sprints à un groupe sur 82 mètres par jour, cinq jours par semaine, pendant huit semaines. Quand ils ont examiné le contenu minéral et les dimensions de leurs os, ils ont constaté une augmentation des deux mesures chez les poulains confinés soumis aux sprints. De la même façon, dans une étude sur 19 poulains soumis à des exercices dans le cadre de leur entraînement de chevaux de course pendant deux ans, Firth et coll. (2011) ont observé que les chevaux pratiquant de l'exercice en plus de la simple mise au pâturage avaient des os de membres plus solides, et que les différences entre groupes expérimentaux persistaient jusqu'à la fin de l'étude (la fin de leur troisième année). L'entraînement à cet âge (trois ans) ne produisait pas de réponse osseuse significativement différente (Firth et coll., 2011).

En plus de la croissance et de la solidification osseuses nécessaires pour le travail athlétique, les jeunes chevaux peuvent aussi être exposés à l'entraînement nécessaire pour les préparer à leur utilisation future. Rietbroek et coll. (2007) ont observé que la coordination et l'équilibre de 19 chevaux à sang chaud ont augmenté quand ils ont été entraînés au moyen de saut libre (deux jours par semaine) et d'exercice léger dans un marcheur (trois jours par semaine), de leur sevrage à l'âge de trois ans. Ils ont aussi indiqué que cet entraînement a influé sur les caractéristiques musculaires (composition des types de fibres, surface des fibres, capacité oxydative), car les muscles se sont adaptés aux exigences de l'entraînement (Rietbroek et coll., 2007). De plus, il a été montré que les jeunes chevaux devaient s'entraîner pour s'habituer au poids du cavalier ou de la cavalière et qu'au début, un mauvais équilibre et le manque de coordination des mouvements augmentaient les activités enzymatiques des muscles, car les chevaux réalisaient des mouvements « inutiles » pendant les premiers temps où ils étaient montés (Clayton, 2004; Cotrel et Barrey, 2004; Szarska et coll., 2014). Ces niveaux supérieurs d'enzymes peuvent être présents chez les chevaux âgés de deux ans et de trois ans qui s'adaptent à leur entraînement (Szarska et coll., 2014). L'accroissement de l'équilibre et de la coordination grâce à la répétition est aussi illustré dans les travaux de Kusunose et Yamanobe (2002), qui ont mis à l'essai deux groupes de mâles pur-sang anglais âgés de 20 à 22 mois. Le premier groupe a été entraîné quotidiennement (30 minutes par jour) tandis que le second l'a été fait de façon intermittente (30 minutes par jour pendant quatre jours, puis une période de repos de trois jours). Quand les deux groupes ont été conduits et montés à la marche sur un parcours, le groupe entraîné quotidiennement a été significativement plus exact dans la réalisation du parcours (notation effectuée à partir de vidéos au moyen d'un système d'addition des erreurs).

L'âge auquel un cheval commence à travailler peut aussi avoir une incidence positive importante sur ses performances sportives à long terme. Deux axes de recherche différents s'intéressent à ce sujet : l'un centré sur les chevaux de course, qui sont généralement préparés et entraînés tôt à la course en compétition, parfois dès l'âge de deux ans, et l'autre s'intéressant aux chevaux à sang chaud, qui sont généralement préparés et entraînés à travailler à partir de trois ans, voire plus tard. Les exigences différentes de leurs sports conduisent à des programmes d'entraînement complètement différents, et les effets sur les jeunes chevaux ont été examinés dans les deux groupes.

Chez les chevaux de course, la majorité des recherches traitent de la prévention des blessures, qui sera abordée ultérieurement (section 4.3). Néanmoins, Ohmura et coll. (2013) ont examiné l'utilisation de tapis roulants comme méthode d'augmentation de la capacité aérobique et des performances de course sans soumettre les chevaux au poids d'un cavalier ou d'une cavalière. L'étude a porté sur 19 chevaux âgés d'un an (et de moins de deux ans). Ils ont ainsi montré une amélioration chez tous les groupes (cheval monté seulement, course par intervalles courts, course par intervalles longs) et n'ont pas constaté de boiterie, mais ils n'ont pas été en mesure de déterminer les essais qui constituaient la méthode d'entraînement optimale pour les jeunes chevaux (Ohmura et coll., 2013).

Dans une recherche sur les chevaux de type warmblood, Santamaría et coll. (2005) ont suivi une cohorte de chevaux (n initial=40 KWPN) âgés de six mois à cinq ans. Ils ont divisé les poulains en deux groupes : ceux qui avaient été entraînés tôt au saut et ceux qui ne l'avaient pas été.

L’entraînement au saut comprenait du saut libre deux fois par semaine et de la marche dans le marcheur deux fois par semaine pendant 30 mois. À six mois, il n’y avait pas de différence morphologique ni cinématique entre les deux groupes. Cependant, quand les chevaux ont été soumis à d’autres essais à l’âge de quatre ans, les chevaux entraînés au saut quand ils étaient poulains ont montré une technique de saut différente, ce que les auteurs ont attribué au fait que les chevaux maîtrisaient mieux leurs sauts ou avaient plus d’expérience de l’estimation des distances (Santamaría et coll., 2005). Siegers et coll. (2023) ont enregistré des paramètres de condition physique (fréquence cardiaque et acide lactique) de 16 étalons frissons âgés de 3 (n=11), 4 (n=3), ou 5 ans (n=2) en fonction de leur réponse à différents programmes d’entraînement. Ils ont constaté que l’alternance d’intensités d’entraînement (élevée ou faible) améliorait la condition physique et réduisait significativement le risque de surentraînement, en soulignant particulièrement le besoin de jours de repos ou de jours de faible intensité dans l’entraînement des chevaux de type warmblood (à savoir des périodes d’entraînement pendant lesquelles on ne demande pas au cheval de galoper).

Bien que les ânes et les mules servent dans des activités athlétiques, comme les randonnées, les études examinant les effets de l’exercice sur leur système musculosquelettique sont rares, voire inexistantes.

4.3 Risque de blessure

Quand on pense à l’entraînement des jeunes chevaux, l’augmentation des compétences ou le renforcement des futures performances ne sont pas les seuls domaines d’intérêt, le risque de blessure est important aussi. L’examen d’une cohorte de chevaux de courses pendant plus de deux ans a révélé que la boiterie était la raison la plus courante d’arrêt de l’entraînement pendant une certaine durée (Dyson et coll., 2008). Dans l’étude de Dyson et ses collègues (2008) sur 56 601 jours d’entraînement au total de chevaux âgés de deux ans et 29 369 jours d’entraînement de chevaux âgés de trois ans, ceux âgés de deux ans présentaient une proportion significativement plus grande de jours pendant lesquels ils ne pouvaient pas s’entraîner que ceux de trois ans, la boiterie (particulièrement les fractures de stress) en étant la cause la plus fréquente. Une recherche récente s’est penchée sur le sujet en détail pour déterminer si le risque de blessure était plus grand chez les jeunes chevaux et, dans ce cas, quels étaient les facteurs de risque contribuant de façon importante à ces résultats négatifs. Dans leur revue des études épidémiologiques visant à examiner les risques chez les chevaux de deux ans, Logan et Nielsen (2021) ont conclu que les jeunes chevaux ne présentaient finalement pas de risque supérieur de blessure ni de risque supérieur de prendre leur « retraite » de la course (Velie et coll., 2013). En revanche, des chevaux plus âgés (quatre ans), des chevaux manquant d’exercice avant une course (par exemple 21 jours à deux mois de repos avant de reprendre la course), et des chevaux ayant commencé leur carrière de course alors qu’ils étaient âgés ont été plus susceptibles de souffrir d’une blessure musculosquelettique (Stover, 2003; Hitchens et coll., 2019). Le modelage et le remodelage osseux sont plus efficaces chez les jeunes chevaux en réponse à de l’exercice intensif, ce qui peut expliquer le risque accru de blessure chez les chevaux plus âgés (Heleski et coll., 2020). Ce risque accru peut aussi être influencé par la diminution de l’adaptabilité des tendons avec l’âge, particulièrement du tendon fléchisseur superficiel du doigt, qui atteint presque ses capacités biochimiques maximales à l’âge mature (Dowling et Dart, 2005; Docking et coll., 2012).

Pour ce qui est des blessures, il a été rapporté que les chevaux de deux ans souffrent plus que ceux plus âgés de la maladie métacarpienne dorsale, dite aussi « inflammation des tissus du canon » ou « bucked shins » en anglais (Logan et Nielsen, 2021), mais cela a été attribué à la régie étant donné que cet état se retrouve aussi chez des chevaux de tout âge au début de leur entraînement. Les auteurs ont considéré que l'augmentation soudaine de la maladie métacarpienne dorsale était due au changement de mode de vie chez les chevaux de course âgés de deux ans, qui passent du pâturage à un box et sont ensuite entraînés à des vitesses nettement plus grandes que celles qu'ils atteignent normalement en courant librement (Logan et Nielsen, 2021). Pour éviter la maladie métacarpienne dorsale, les études recommandent de travailler à grande vitesse sur des distances courtes plus fréquemment, tout en réduisant la fréquence du travail à basse vitesse sur de grandes distances (Nunamaker et coll., 1990; Ross et Dyson, 2010). De plus, selon Logan et Nielsen (2021), le soulagement de la douleur ne doit pas remplacer le repos ni la diminution de l'entraînement, car cela aurait tendance à aggraver les problèmes.

Concernant la santé des articulations des jeunes chevaux, les résultats montrent des effets nocifs dans les deux extrêmes. Ainsi, après avoir confiné des poulains de cinq mois dans des box, van de Lest et coll. (2002) ont pu démontrer que le manque d'exercice entraînait « un retard du développement normal de l'articulation ». Toutefois, ce processus pouvait être inversé quand les chevaux confinés retrouvaient un accès au pâturage, qui entraînait la reprise du développement plus normal de l'articulation. Tout comme le confinement, le fait d'épuiser les chevaux par l'exercice peut nuire à la santé de leurs articulations. En effet, selon van de Lest et coll. (2002), les articulations souffraient aussi quand de jeunes chevaux étaient soumis à un nombre croissant de sprints de 40 mètres (12 par jour au début de l'étude et 32 par jour à la fin) sur une période de cinq mois, une cadence excessive jugée non naturelle par les auteurs. Ainsi, le cartilage réagit à la fois au confinement et à l'exercice : l'absence d'exercice ou une activité éprouvante sont toutes deux nuisibles au cartilage. Dans une revue de littérature, Nielsen (2023) a aussi constaté la même réponse au confinement ou à l'absence d'exercice dans la masse osseuse : de jeunes chevaux déplacés du pâturage à des box en préparation de leur entraînement ont présenté une diminution significative de leur masse osseuse au jour 62 de l'étude bien qu'ils aient commencé leur entraînement, une diminution observée aussi dans des études similaires (Nielsen et coll., 1997, 1998a, 1998b). Cette perte de masse osseuse a coïncidé avec la prévalence élevée de blessures entre les jours 60 et 120 de l'entraînement des chevaux de course, ainsi qu'avec les premières blessures associées à la course, car la masse osseuse n'a pas augmenté jusqu'au jour 244 (Nielsen et coll., 1997). Des expériences de suivi destinées à minimiser la perte osseuse due à la mise en box ont montré que le changement d'alimentation (par exemple l'ajout de calcium pour atteindre le double des niveaux recommandés) et des exercices de marche n'ont pas suffi à prévenir la perte de masse osseuse chez les chevaux âgés de quatre à sept ans qui ont été entraînés puis mis au repos pendant une période de 12 semaines (Porr et coll., 1998). Seul l'accès au pâturage (même 12 heures par jour au lieu d'à plein temps) a prévenu la perte, comme cela a été montré sur une cohorte expérimentale de chevaux sevrés de moins d'un an qui ont été mis au pâturage en permanence, partiellement mis au pâturage, ou toujours laissés dans un box (Bell et coll., 2001). Tous les chevaux de cette expérience ont ensuite été mis en liberté au pâturage et, dans des radiographies prises un an plus tard, tous les chevaux ont eu des niveaux similaires de contenu minéral osseux, ce qui indique que la perte serait réversible (Nielsen et coll., 2000).

Crawford et coll. (2021) ont réalisé une étude cas-témoins comparative ($n=202$ ayant chacun deux ans et un cheval apparié d'au moins trois ans) sur des pur-sang anglais en âge de participer à des courses pour déterminer les facteurs de risque de blessures musculosquelettiques. Les facteurs augmentant la probabilité de blessure musculosquelettique ont été l'ordre de naissance (les individus âgés de deux ans qui étaient les premiers poulains de leur mère), le temps de préparation avant la course (entre 10 et 14 semaines, tous les âges), et la distance parcourue en allure rapide pendant l'entraînement (galop > 3 km à 15 m/s pour les chevaux âgés de deux ans et 13 m/s pour les individus âgés de trois ans). L'entraînement et l'exercice n'ont donc pas été les seuls facteurs de risque de blessure, et ce risque est demeuré présent chez les chevaux plus âgés, même s'ils se déplaçaient moins vite. De plus, Nielsen (2023) a déconseillé l'utilisation de tout élément susceptible d'empêcher le métabolisme osseux normal, comme les composés pharmaceutiques influant sur l'équilibre calcique (par exemple le furosémide), car cela pouvait entraîner des blessures malgré un programme d'entraînement équilibré.

Bien que la possibilité de blessure et de nombreux facteurs y contribuant soient bien compris, il est difficile de déterminer la quantité d'entraînement idéale pour les jeunes chevaux, particulièrement pour les jeunes chevaux de type warmblood, qui commencent leur entraînement nettement plus tard que les pur-sang anglais et les standardbreds (Siegers et coll., 2023).

Certaines recherches ont essayé de définir le surentraînement (de Graaf-Roelfsema et coll., 2009) et d'explorer l'optimisation de l'entraînement en utilisant à la fois des méthodes d'intensité élevée et basse (Siegers et coll., 2023). Ringmark et coll. (2016) ont cherché à comparer les programmes d'entraînement de deux groupes de 16 poulains standardbreds âgés d'un an (et de moins de deux ans) sur une période de deux ans et demi. Le groupe témoin était entraîné au moyen du programme d'entraînement classique des standardbreds en Suède (après leur introduction à l'attelage, trot quatre jours par semaine pendant 12 semaines, puis augmentation progressive pour arriver à un trot de cinq à sept kilomètres à une vitesse de 5,6 m/s par séance), tandis que le groupe expérimental était entraîné avec une réduction de 30 % de la distance à intensité élevée. Pendant l'étude, neuf examens cliniques ont été réalisés; ces derniers n'ont pas révélé de différences significatives entre les groupes dans les mesures cardiovasculaires et les concentrations d'acide lactique post-travail, mais un nombre de jours d'entraînement perdus supérieur a été observé chez le groupe témoin (Ringmark et coll., 2016). Bien qu'il n'existe pas de programme d'entraînement idéal, il semblerait qu'une régie et un entraînement adéquats aideraient à préparer les jeunes chevaux aux exigences de leur futur sport.

4.4 Recherches futures

1. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour définir ce qui constitue un « surentraînement ».
2. Il faudrait approfondir la recherche concernant les effets de l'exercice à un jeune âge sur le développement musculosquelettique des équidés autres que les chevaux.
3. Des recherches supplémentaires sont requises pour déterminer les effets des composés pharmaceutiques influençant l'équilibre calcique des os et la probabilité de blessures.
4. De nouvelles études utilisant différentes races seraient nécessaires pour déterminer s'il existe un programme d'entraînement idéal pour les jeunes chevaux, fondé sur des indicateurs physiologiques.

4.5 Références

- Banks W.C., Kemler A.G., Guttridge H. & Kirkham W. (1969) Radiography of the *Tuber calcis* and its use in Thoroughbred training. *American Association of Equine Practitioners* 15:273–293.
- Bell R.A., Nielsen B.D., Waite K., Rosenstein D. & Orth M. (2001) Daily access to pasture turnout prevents loss of mineral in the third metacarpus of Arabian weanlings. *Journal of Animal Science* 79:1142–1150.
- Brama P.A., Karssenberg D., Barneveld A. & van Weeren P.R. (2001) Contact areas and pressure distribution on the proximal articular surface of the proximal phalanx under sagittal plane loading. *Equine Veterinary Journal* 33:26–32.
- Brama P.A., TeKoppele J.M., Bank R.A., Barneveld A. & van Weeren P.R. (2002) Development of biochemical heterogeneity of articular cartilage: influences of age and exercise. *Equine Veterinary Journal* 34:265–269.
- Brommer H., van Weeren P.R., Brama P.A. & Barneveld A. (2003) Quantification and age-related distribution of articular cartilage degeneration in the equine fetlock joint. *Equine Veterinary Journal* 35:697–701.
- Clayton H. (2004) *The Dynamic Horse: A Biomechanical Guide to Equine Movement and Performance*. Mason MI: Sport Horse Publications.
- Cotrel L.C. & Barrey E. (2004) Predictive interest of physiological and gait variables in French trotters. Oslo, Norway, September 24–26. CESMAS 189–193.
- Crawford K.L., Finnane A., Greer R.M., Barnes T.S., Phillips C.J.C., Woldeyohannes S.M., Bishop E.L., Perkins N.R. & Ahern B.J. (2021) Survival analysis of training methodologies and other risk factors for musculoskeletal injury in 2-year-old Thoroughbred racehorses in Queensland, Australia. *Frontiers in Veterinary Science* 8:698298.
- de Graaf-Roelfsema E., Veldhuis P.P., Keizer H.A., van Ginneken M.M., van Dam K.G., Johnson M.L., Barneveld A., Menheere P.P., van Breda E., Wijnberg I.D. & van der Kolk J.H. (2009) Overtrained horses alter their resting pulsatile growth hormone secretion. *American Journal of Physiology, Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 297:R403–11.
- Docking S.I., Daffy J., van Schie H.T.M. & Cook J.L. (2012) Tendon structure changes after maximal exercise in the Thoroughbred horse: Use of ultrasound tissue characterisation to detect *in vivo* tendon response. *The Veterinary Journal* 194:338–342.
- Dowling B.A. & Dart A.J. (2005) Mechanical and functional properties of the equine superficial digital flexor tendon. *The Veterinary Journal* 170:184–192.
- Dykgraaf S., Firth E.C., Rogers C.W. & Kawcak C.E. (2008) Effects of exercise on chondrocyte viability and subchondral bone sclerosis in the distal third metacarpal and metatarsal bones of young horses. *The Veterinary Journal* 178:53–61.
- Dyson P.K., Jackson B.F., Pfeiffer D.U. & Price J.S. (2008) Days lost from training by two- and three-year-old Thoroughbred horses: A survey of seven UK training yards. *Equine Veterinary Journal* 40:650–657.

Firth E.C., Rogers C.W., van Weeren P.R., Barneveld A., McIlwraith C.W., Kawcak C.E., Goodship A.E. & Smith R.K. (2011) Mild exercise early in life produces changes in bone size and strength but not density in proximal phalangeal, third metacarpal and third carpal bones of foals. *The Veterinary Journal* 190:383–389.

Haussler K.K. (1999) Anatomy of the thoracolumbar vertebral region. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 15:13–26.

Heleski C., Stowe C.J., Fiedler J., Peterson M.L., Brady C., Wickens C. & MacLeod J.N. (2020) Thoroughbred racehorse welfare through the lens of “social license to operate”—with an emphasis on a U.S. perspective. *Sustainability* 12:1706.

Hitchens P.L., Morrice-West A.V., Stevenson M.A. & Whitton R.C. (2019) Meta-analysis of risk factors for racehorse catastrophic musculoskeletal injury in flat racing. *The Veterinary Journal* 245:29–40.

Hiney K.M., Nielsen B.D. & Rosenstein D. (2004) Short-duration exercise and confinement alters bone mineral content and shape in weanling horses. *Journal of Animal Science* 82:2313–2320.

Koskinen E. et Katila T. (1997) Effect of 19-norandrostenololylaurate on serum testosterone concentration, libido, and closure of distal radial growth plate in colts. *Acta Veterinaria Scandinavica* 38:59–67.

Kurvers C.M.H.C., van Weeren P.R., Rogers C.W. & van Dierendonck M.C. (2006) Quantification of spontaneous locomotion activity in foals kept in pastures under various management conditions. *American Journal of Veterinary Research* 67:1212–1217.

Kusunose R. & Yamanobe A. (2002) The effect of training schedule on learned tasks in yearling horses. *Applied Animal Behaviour Science* 78:225–233.

LaVigne E.K., Jones A.K., Sanchez Londoño A., Schauer A.S., Patterson D.F., Nadeau J.A. & Reed S.A. (2015) Muscle growth in young horses: Effects of age, cytokines, and growth factors. *Journal of Animal Science* 93:5672–5680.

Logan A.A., Nielsen B.D., Robinson C.I., Manfredi J.M., Buskirk D.D., Schott H.C. & Hiney K.M. (2019) Calves, as a model for juvenile horses, need only one sprint per week to experience increased bone strength. *Journal of Animal Science* 97:3300–3312.

Logan A.A. et Nielsen B.D. (2021) Training young horses: The Science behind the benefits. *Animals (Basel)* 11:463.

Moffat P.A., Firth E.C., Rogers C.W., Smith R.K., Barneveld A., Goodship A.E., Kawcak C.E., McIlwraith C.W. & van Weeren P.R. (2008) The influence of exercise during growth on ultrasonographic parameters of the superficial digital flexor tendon of young Thoroughbred horses. *Equine Veterinary Journal* 40:136–40.

Nielsen B.D., Potter G.D., Morris E.L., Odom T.W., Senor D.M., Reynolds J.A., Smith W.B. & Martin M.T. (1997) Changes in the third metacarpal bone and frequency of bone injuries in young quarter horses during race training—Observations and theoretical considerations. *Journal of Equine Veterinary Science* 17:541–549.

- Nielsen B.D., Potter G.D., Greene L.W., Morris E.L., Murray-Gerzik M., Smith, W.B. & Martin M.T. (1998a) Characterization of changes related to mineral balance and bone metabolism in the young racing quarter horse. *Journal of Equine Veterinary Science* 18:190–200.
- Nielsen B.D., Potter G.D., Greene L.W., Morris E.L., Murray-Gerzik M., Smith, W.B. & Martin M.T. (1998b) Response of young horses in training to varying concentrations of dietary calcium and phosphorus. *Journal of Equine Veterinary Science* 18:397–404.
- Nielsen B.D., Waite K.L., Bell R.A. & Rosenstein D.S. (2000) Long-term pasture housing promotes bone mineral deposition in the third metacarpus of previously stalled weanlings. In: *The Elite Show Jumper*. (Lindner A., ed.). Wageningen NL: Wageningen Academic Publishers, pp. 157–159.
- Nielsen B.D., O'Connor C.I., Rosenstein D.S., Schott H.C. & Clayton H.M. (2002) Influence of trotting and supplemental weight on metacarpal bone development. *Equine Veterinary Journal Supplement* 34:236–240.
- Nielsen B.D. (2023) A review of three decades of research dedicated to making equine bones stronger: Implications for horses and humans. *Animals* 13:789.
- Nunamaker D.M., Butterweck D.M. & Provost M.T. (1990) Fatigue fractures in thoroughbred racehorses: Relationships with age, peak bone strain, and training. *Journal of Orthopaedic Research* 8:604–611.
- Nugent G.E., Law A.W., Wong E.G., Temple M.M., Bae W.C., Chen A.C., Kawcak C.E. & Sah R.L. (2004) Site- and exercise-related variation in structure and function of cartilage from equine distal metacarpal condyle. *Osteoarthritis Cartilage* 12:826–33.
- Ohmura H., Matsui A., Hada T. & Jones J.H. (2013) Physiological responses of young thoroughbred horses to intermittent high-intensity treadmill training. *Acta Veterinaria Scandinavica* 55:59.
- Porr C.A., Kronfeld D.S., Lawrence L.A., Pleasant R.S. & Harris P.A. (1998) Deconditioning reduces mineral content of the third metacarpal bone in horses. *Journal of Animal Science* 76:1875–1879.
- Rietbroek N.J., Dingboom E.G., Joosten B.J., Eizema K. & Everts M.E. (2007) Effect of show jumping training on the development of locomotory muscle in young horses. *American Journal of Veterinary Research* 68:1232–1238.
- Ringmark S., Jansson A., Lindholm A., Hedenström U. & Roepstorff L. (2016) A 2.5 year study on health and locomotion symmetry in young Standardbred horses subjected to two levels of high intensity training distance. *The Veterinary Journal* 207:99–104.
- Rogers C.W., Gee E.K. & Firth E.C. (2007) A cross-sectional survey of thoroughbred stud farm management in the North Island of New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal* 55:302–307.
- Rogers C.W., Bolwell C.F., Tanner J.C. & van Weeren P.R. (2012) Early exercise in the horse. *Journal of Veterinary Behavior* 7:375–379.

- Rogers C.W., Bolwell C.F., Gee E.K. & Rosanowski S.M. (2020) Equine musculoskeletal development and performance impact of the production system and early training. *Animal Production Science* 60:2069–2079.
- Rogers C.W., Gee E.K. & Dittmer KE. (2021) Growth and bone development in the horse: When is a horse skeletally mature? *Animals* 11:3402.
- Ross M. & Dyson S. (2010) *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*, 2nd ed. Amsterdam NL: Elsevier.
- Santamaría S., Bobbert M.F., Back W., Barneveld A. & van Weeren P.R. (2005) Effect of early training on the jumping technique of horses. *American Journal of Veterinary Research* 66:418–424.
- Siegers E., van Wijk E., van den Broek J., Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan M. & Munsters C. (2023) Longitudinal training and workload assessment in young Friesian stallions in relation to fitness: Part 1. *Animals* 13:689.
- Smith R.K., Birch H., Patterson-Kane J., Firth E.C., Williams L., Cherdchutham W., van Weeren W.R. & Goodship A.E. (2010) Should equine athletes commence training during skeletal development?: Changes in tendon matrix associated with development, ageing, function and exercise. *Equine Veterinary Journal* 30:201–209.
- Spooner H.S., Nielsen B.D., Woodward A.D., Rosenstein D.S. & Harris P.A. (2008) Endurance training has little impact on mineral content of the third metacarpus in two-year-old Arabian horses. *Journal of Equine Veterinary Science* 28:359–362.
- Stover S.M. (2003) The epidemiology of Thoroughbred racehorse injuries. *Clinical Techniques in Equine Practice* 2:312–322.
- Strand E., Braathen L.C., Hellsten M.C., Huse-Olsen L. & Bjornsdottir S. (2007) Radiographic closure time of appendicular growth plates in the Icelandic horse. *Acta Veterinaria Scandinavica* 49:19.
- Szarska E., Cywińska A., Ostaszewski P. & Kowalska A. (2014) Effectiveness of training programmes used in two stables of thoroughbred race horses. *Polish Journal of Veterinary Sciences* 17:681–685.
- Uhlhorn H., Eksell P. & Carlsten J. (2000) Scintigraphic characterization of distal radial physeal closure in young Standardbred racehorses. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 41:81–186.
- van de Lest C., Brama P.A.J. & van Weeren P.R. (2002) The influence of exercise on the composition of developing equine joints. *Biorheology* 39:183–191.
- van Weeren P.R., Firth E.C., Brommer H., Hyttinen M.M., Helminen H.J., Rogers C.W., DeGroot J. & Brama P.A.J. (2008) Early exercise advances the maturation of glycosaminoglycans and collagen in the extracellular matrix of articular cartilage in the horse. *Equine Veterinary Journal* 40:128–135.
- Velie B.D., Knight P.K., Thomson P.C., Wade C.M. & Hamilton N.A. (2013) The association of age at first start with career length in the Australian Thoroughbred racehorse population. *Equine Veterinary Journal* 45:410–413.