

Laurie Lefebvre
laurie.lefebvre.2@ulaval.ca
819-640-1628

Intégration 1 : Introduction à la recherche
AGN-2003

Séminaire en sciences animales

Influences des aspects de la régie de logement intérieur sur le bien-être des chevaux.

Travail remis à :
Dany Cinq-Mars

Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation
Université Laval
02 mai 2025

Résumé

Le bien-être est une préoccupation majeure dans les pratiques de gestion de la production équine. Comme les chevaux sont majoritairement logés en boxes individuels, il est essentiel d'évaluer les effets de ce type d'hébergement sur leur bien-être. Cette revue propose d'abord un aperçu des besoins comportementaux des chevaux, des fondements du bien-être animal et des exigences canadiennes en matière de logement. Les résultats montrent que les stabulations libres sont les plus propices au respect des comportements naturels, mais leur implantation reste limitée. Les logements à deux chevaux représentent une alternative intéressante, favorisant les interactions sociales, bien qu'ils restreignent l'activité physique spontanée. L'architecture du box joue également un rôle central : les demi-murs mitoyens permettent des contacts sociaux bénéfiques, tandis que les cloisons pleines accentuent l'isolement. Parmi les aménagements environnementaux, les fenêtres extérieures et la litière de paille améliorent légèrement le bien-être en stimulant la curiosité et les comportements exploratoires. Enfin, le contrôle de la température et de la qualité de l'air, notamment par la ventilation, est fondamental pour prévenir les troubles thermiques et respiratoires. Cette revue souligne l'importance d'une approche globale de la régie de logement intérieur, fondée sur les besoins éthologiques du cheval, pour soutenir son bien-être de manière durable.

Table des matières

Résumé	2
Liste des tableaux	5
Liste des figures	6
1 Introduction	9
1 Caractéristiques du cheval.....	10
1.1 Anatomique	11
1.2 Physiologiques	12
1.3 Comportementales individuelles et sociales	14
2 Bien-être des chevaux	15
2.1 Domaines du bien-être des chevaux.....	16
2.1.1 Nutrition.....	16
2.1.2 Environnement.....	17
2.1.3 Santé	18
2.1.4 Comportements et interactions	18
2.1.5 État mental	20
3 Régie de logement intérieur	20
3.1 Types de logements.....	20
3.2 Aménagement et architecture.....	20
3.3 Conditions de logement.....	22
3.4 Conditions ambiantes	22
4 Influences des aspects du logement intérieur sur le bien-être.....	23
4.1 Type de logements	26
4.1.1 Individuel versus à deux	26
4.1.2 Individuel versus en groupe.....	28
4.2 Architecture et aménagement.....	32
4.3 Effets des conditions de logement.....	40
4.3.1 Litière.....	40
4.3.1.1 Effets sur le comportement et l'état mental	40
4.3.2 Confort et salubrité	43
4.4 Effets des conditions ambiantes	44

4.4.1	Température et humidité.....	45
4.4.1.1	Hyperthermie	46
4.4.1.2	Hypothermie	48
4.4.1.3	Gestion de la température	49
4.4.2	Conditions de l'air ambiant et ventilation	53
4.4.2.1	Qualité de l'air	53
4.4.2.2	Ventilation.....	58
4.5	Résumé des influences et recommandations.....	60
5	Conclusion.....	62
6	Liste des ouvrages cités.....	63

Liste des tableaux

Tableau 1. Caractéristiques anatomiques spécifiques à chaque race	12
Tableau 2. Caractéristiques spécifiques des systèmes organiques	13
Tableau 3. Bases théoriques du Modèle des cinq domaines	16
Tableau 4. Consommation d'eau moyenne quotidienne en litres par jour estimée selon la température ambiante en degré Celsius et les différents états physiologiques rencontrés chez les chevaux	21
Tableau 5. Conditions ambiantes recommandées en logement intérieur	23
Tableau 6. Caractéristiques des degrés d'agressivité du cheval envers l'humain	25
Tableau 7. Paramètres des types de logements utilisés	30
Tableau 8. Différences architecturales du mur mitoyen des trois types de box individuels utilisés.....	33
Tableau 9. Éthogramme d'évaluation des comportements	34
Tableau 10. Variables catégoriques et continues analysées	37
Tableau 11. Résultats d'observations de chaque indicateur de bien-être déficient	38
Tableau 12. Signes vitaux des chevaux adultes et des poulains.....	45
Tableau 13. Données d'hospitalisations des chevaux et des ânes dans l'ouest canadien de 1988 à 1998	48
Tableau 14. Concentrations moyennes émises (mg/m^3) de chaque gaz par type de litière.....	54
Tableau 15. Concentrations moyennes (mg/m^3) de gaz nocifs ¹ selon le moment de la journée, la hauteur de mesure dans le box et l'endroit dans l'écurie.....	56
Tableau 16. Conditions d'ambiances obtenues avec un taux d'échange de l'air élevée (> 200 m^3/h par cheval), modéré (100 à 200 m^3/h par cheval) et faible (< 100 m^3/h par cheval).....	59

Liste des figures

Figure 1. Poney Shetland	10
Figure 2. Cheval Quarter Horse	10
Figure 3. Cheval Canadien	10
Figure 4. Schématisation des variations saisonnières de la fertilité de l'étalon et de la jument.	14
Figure 5. Conditions nutritionnelles et effets sur le bien-être animal	17
Figure 6. Conditions environnementales et effets sur le bien-être animal	17
Figure 7. Conditions de santé et effets sur le bien-être animal	18
Figure 8. Comportements et interactions avec l'environnement, avec d'autres animaux ou avec l'humain et effets sur le bien-être animal.....	19
Figure 9. Proportion temporelle des comportements totaux observés (%) chez les chevaux gardés individuellement ou en paire durant les trois premières semaines après la mise en stabulation. *** indique une différence significative ($P < 0,05$) entre les traitements.....	26
Figure 10. Moyenne quotidienne de comportements exprimés par cheval étant logés individuellement ou à deux durant les trois premières semaines d'observation. *** indique une différence significative ($P < 0,05$) entre les traitements.....	27
Figure 12. Aménagement de l'écurie active, A1	29
Figure 11. Aménagement de l'écurie ouverte, O1	29
Figure 13. Aménagement du système de paddock, SP	30
Figure 14. Moyenne de pulsations mesurées en 10 minutes pour chaque type d'environnement. a signifie une différence significative ($P \leq 0,05$) entre A2 et les autres types de logements. b signifie une différence significative ($P \leq$ 0,05) entre A1 et O2.	31

Figure 15. Pourcentage moyen du temps total (%) en position debout alerte et debout au repos selon le type d'architecture du mur mitoyen. ** indique une différence significative entre le mur mitoyen plein et le demi-mur mitoyen ($P < 0,01$). *** indique une différence significative entre le demi-mur mitoyen et les deux autres types de murs mitoyens ($P < 0,001$).	35
Figure 16. Durée totale d'observation (h) des comportements de position debout, d'alimentation, de position couchée et de manipulation de la litière durant les 15 heures totales d'observation selon le type de litière au sol. *** indique une différence significative ($P < 0,05$) entre les traitements.	41
Figure 17. Temps total passé (h) par le cheval à manipuler la litière durant les 15 heures totales d'observation. *** indique une différence significative ($P < 0,05$) entre les types de litière.	42
Figure 18. Transfert physique de chaleur chez le cheval à l'exercice. Le bleu signifie un mécanisme de dissipation de chaleur et le couleur orangé signifie un mécanisme d'accumulation de chaleur	44
Figure 19. Diminution de la température de l'artère pulmonaire (T_{PA}) durant 30 minutes. CONT, condition contrôle sans refroidissement ; FAN, refroidissement avec un courant d'air de 3.0 m/seconde ; ICW + SCRAPE, refroidissement par application intermittente d'eau froide avec raclage ; ICW, refroidissement par application intermittente d'eau froide sans raclage ; STW, refroidissement par douche d'eau tiède constante.....	50
Figure 20. Température rectale durant les 30 minutes de période de refroidissement avec toutes les méthodes de refroidissement. Les lettres en haut des barres verticales indique une différence significative ($P < 0,05$) selon l'analyse de variance à mesures répétées unidirectionnelles. CONT, condition contrôle sans refroidissement ; FAN, refroidissement avec un courant d'air de 3.0 m/seconde ; ICW + SCRAPE, refroidissement par application intermittente d'eau froide avec raclage ; ICW, refroidissement par application intermittente d'eau froide sans raclage ; STW, refroidissement par douche d'eau tiède constante.....	51

Figure 21. Temps de refroidissement pour l'atteinte d'une température pulmonaire de 39 °C. Les lettres en haut des barres verticales indiquent une différence significative ($P < 0,05$) selon l'analyse de variance à mesures répétées unidirectionnelles. CONT, condition contrôle sans refroidissement ; FAN, refroidissement avec un courant d'air de 3.0 m/seconde ; ICW + SCRAPE, refroidissement par application intermittente d'eau froide avec raclage ; ICW, refroidissement par application intermittente d'eau froide sans raclage ; STW, refroidissement par douche d'eau tiède constante.....	51
Figure 23. Concentrations moyennes (mg/m ³) d'eau (H ₂ O) et de dioxyde de carbone (CO ₂) produits durant les 19 jours de test. Les lettres (a,b,c) différentes démontrent une différence significative ($P < 0,05$) entre les types de substrats.	54
Figure 22. Concentration moyenne (mg/m ³) d'ammoniac (NH ₃), de protoxyde d'azote (N ₂ O) et de méthane (CH ₄) produits durant les 19 jours de test. Les lettres (a,b,c) différentes démontrent une différence significative ($P < 0,05$) entre les types de substrats.....	54
Figure 24. Schéma de l'écurie utilisée dont les * indiquent les emplacements des appareils de mesure des gaz et où + indique les emplacements des appareils de mesure de la température et de l'humidité.....	55
Figure 25. Effets du type de litière sur le niveau de poussière et de contamination microbienne de l'air. *** indique une différence significative ($P \leq 0,05$) entre les traitements. ** indique une différence significative entre les traitements ($P \leq 0,01$).....	57

1 Introduction

Les chevaux, originaires des montagnes, forêts et steppes d'Asie, sont des animaux dont l'évolution a été façonnée par des milieux vastes et variés (Bournival et al., 2013). À l'état sauvage, ces herbivores parcouraient de grandes distances pour trouver des habitats adaptés à leurs besoins écologiques (Bournival et al., 2013). Cependant, avec la domestication, l'homme a transformé ce nomade en un être sédentaire. En évoluant d'une relation commensale à une relation mutualiste, le cheval est devenu à la fois un compagnon et un outil de travail essentiel pour l'humanité (Steklis et al., 2025). Avant l'ère des moteurs, les chevaux ont joué un rôle crucial dans divers secteurs, tels que le transport, la guerre, la foresterie, l'agriculture, ainsi que dans les industries minières et ferroviaires (Roche, 2009). Aujourd'hui, en Amérique du Nord, leur rôle est principalement centré sur le transport léger, le travail du bétail et les loisirs (Bournival et al., 2013).

Les habitats de ces grands herbivores ont considérablement évolué sous l'influence des pratiques humaines. Actuellement, les propriétaires de chevaux adoptent diverses stratégies pour leur hébergement : intérieur ou extérieur, à temps plein ou en alternance, seul ou en groupe. Cette variabilité dans les modes de logement peut avoir des répercussions notables sur leur bien-être. Au Québec, les chevaux ne sont pas automatiquement considérés comme des animaux de ferme ou domestiques, mais forment une catégorie à part, dont le bien-être est rarement pris en charge de manière formelle par les agronomes et les vétérinaires (Cinq-Mars, 2025). Dans ce contexte, où la question du bien-être animal est de plus en plus présente, les propriétaires, les chercheurs et les praticiens équins soulèvent des interrogations pertinentes et légitimes.

Une question de recherche particulièrement cruciale dans ce domaine est la suivante : quels sont les effets des différents aspects de la régie de logement intérieur sur le bien-être des chevaux ? Cette revue se propose d'explorer cette question en mettant en lumière les différents types, architectures et aménagements des logements intérieurs, ainsi que les conditions de logement et d'ambiances. Les impacts potentiels sur le bien-être physique et mental des chevaux, ainsi que les défis associés à chaque type de régie seront aussi abordés. En détaillant d'abord les caractéristiques biologiques des chevaux et les critères du bien-être équin, cette revue apportera ensuite les particularités des régies de logement intérieur et l'influence de ces pratiques sur le bien-être des chevaux à travers les connaissances scientifiques actuelles.

1 Caractéristiques du cheval

Les chevaux domestiques, *Equus caballus*, sont des mammifères périssodactyles (Bournival et al., 2013). Ces quadrupèdes herbivores sont naturellement grégaires et nomades (Bournival et al., 2013). De cette espèce découlent plusieurs races qui sont regroupées en trois catégories : les poneys, les chevaux de selle et les chevaux de trait (Bournival et al., 2013).



Figure 1. Poney Shetland

Photo: Totem de Cabue

https://www.shetland-de-cabue.net/poney/Totem_de_Cabue



Figure 2. Cheval Quarter Horse

Photo: Bet Hesa Cat

<https://www.6666ranch.com/quarter-horses/stallions/bet-hesa-cat/>



Figure 3. Cheval Canadien

Photo: Démonstration des standards de race

<https://www.lechevalcanadien.ca/standard/>

Les caractéristiques anatomiques et physiologiques diffèrent entre ces catégories de races, entre les races et même entre les individus d'une même race. Entre les individus d'une même race, les caractéristiques varient beaucoup selon l'âge, le sexe, l'état physiologique et l'état sanitaire, ce qui fait aussi varier les besoins. Pour alléger cette revue, des informations relatives à une race de chaque catégorie seront apportées dans cette section.

La catégorie des poneys sera représentée par la race Shetland, figure 1, qui représente la race de poney la plus populaire au Canada (Bournival et al., 2013). Les chevaux de selle seront représentés par le Quarter Horse, figure 2, qui représentait près du tiers des équidés québécois en 2007 (Filière cheval du Québec, s.d.). Finalement, les chevaux de trait seront représentés par le Canadien, figure 3, qui est une race originaire du Canada et emblématique de ce pays (Bournival et al., 2013). Les Shetlands sont originaires des îles Orcade et Shetland dans le nord de l'Écosse (Bournival et al., 2013). Ils auraient été importés en Amérique du Nord vers les années 1850 dans le but d'être utilisés dans les travaux miniers et agricoles (Bournival et al., 2013). Avec le temps, les Shetlands sont devenus les poneys de prédilection pour l'équitation et les sports équestres destinés aux enfants (Bournival et al., 2013). Les Quarter Horse, QH, sont originaires des États-Unis et

ont été développés pour être coursiers (Bournival et al., 2013). Une des caractéristiques spécifiques de la race est qu'elle doit être en mesure de courir un quart de mile en 21 secondes et moins (Bournival et al., 2013). Ils auraient été importés durant l'ère coloniale et préindustrielle pour servir d'outils dans les différents secteurs d'activités de l'époque (Bournival et al., 2013). Ils ont remplacé les moteurs pendant de nombreuses années, mais depuis, ils sont principalement utilisés pour les loisirs et sports équestres, tels que l'équitation western et classique (Bournival et al., 2013). Pour sa part, le cheval Canadien est originaire du Québec (Bournival et al., 2013). Ces chevaux sont issus d'élevage qui date du début de la colonisation en 1655 (Bournival et al., 2013). Ses effectifs sont moindres de nos jours, mais cette race reste toujours très importante au Québec et au Canada (Bournival et al., 2013).

Pour cette revue, il est judicieux d'apporter les caractéristiques anatomiques, physiologiques et sanitaires particulières dans le but d'être en meilleure position pour comparer ces caractéristiques avec les besoins environnementaux et de logement intérieur, qui seront variables d'une race à l'autre.

1.1 Anatomique

Une caractéristique est un caractère observable d'un individu, ici d'un cheval, qui permet à l'observateur de le distinguer des autres individus d'une même race ou espèce (Maire et al., 2015). L'anatomie est la science qui étudie la forme extérieure et intérieure du corps en relation avec les structures de celui-ci (Maire et al., 2015). Pour les trois races de chevaux mentionnés précédemment, les caractéristiques anatomiques relatives aux structures internes et externes ne seront pas apportées avec précision, car elles possèdent toutes les mêmes composantes générales (Bournival et al., 2013). Bien que les composantes soient toutes les mêmes, elles ont certaines particularités qui modifient les phénotypes (Bournival et al., 2013). Ainsi, des précisions en ce qui a trait aux caractères phénotypiques anatomiques qui permettent de distinguer les individus de ces races et de mieux évaluer leurs besoins sont présentées dans le tableau 1. Par les différentes caractéristiques anatomiques, des chevaux des trois catégories, il est possible de comprendre qu'un Shetland prendra moins d'espace qu'un Canadien dans une écurie. Des analyses plus poussées des caractéristiques anatomiques, en lien avec les aspects de logement intérieur, seront abordées à la section 5 de cette revue.

Tableau 1. Caractéristiques anatomiques spécifiques à chaque race

Caractéristiques	Races		
	Shetland	Quarter Horse	Canadien
Hauteur au garrot	90 – 105 ¹	145 – 165	145 – 160
Poids	135 – 180	400 – 590	454 – 635
Tête	Petite, parfois concave	Courte, large	Courte, rectiligne
Encolure	Courte, musclée	Long. moy., musclée	Long. moy., arquée
Membres inférieurs	Courts, robustes	Droits, solides, musclés	Longs, musclés
Sabots	Proportionnés	Petits, disproportionnés	Proportionnés
Corps	Profond, trapu	Variable	Épaule longue, oblique, musclée Flanc court, arrondi
Dos	Court, fort	Court, musclé	Droit, court, large
Poitrail		Large, profond	Large, profond
Croupe	Arrondie	Longue	Arrondie, peu oblique
Pelage	Très épais l'hiver	Épais l'hiver	Très épais l'hiver
Crinière et queue	Très fournies	Fournies	Fournies, longues, ondulées
Couleurs	Noir, alezan, bai, gris, pie	17 possibles ²	Noir, bai, alezan ³

¹ La taille maximale acceptée pour être considéré comme individu de race Shetland est de 11 mains ou 111,76 cm.

² Selon l'American Quarter Horse Association, 17 couleurs de robes seraient acceptées, dont : bai, noir, brun, sorrel, chestnut, dun, red dun, grullo, buckskin, palomino, gris, red roan, blue roan, bai roan, cremello, perlino, blanc (AQHA, 2025).

³ Toutes les couleurs de robes sont acceptées par l'association de race (Bournival et al., 2013).

1.2 Physiologiques

La physiologie est la science qui étudie les propriétés et le fonctionnement d'un organisme vivant et de ses différents systèmes (Maire et al., 2015). Ainsi, les caractéristiques physiologiques des chevaux se rapportent aux différents processus internes leur permettant de survivre de manière optimale. On compte plus d'une dizaine de systèmes distincts, chacun ayant des fonctions spécifiques, qui composent le corps des chevaux de toutes races. Vous pouvez les voir dans le tableau 2. Certains des systèmes sont plus susceptibles que d'autres d'être affectés par des éléments du logement intérieur, et ainsi améliorer ou détériorer le bien-être des chevaux.

Il est évident que les organes et les composantes variées de l'organisme équin n'auront pas les mêmes ampleurs et dimensions entre un poney et un cheval de trait (Bournival et al., 2013). Ces éléments seront normalement proportionnels à la taille de l'organisme en soi (Bournival et al., 2013). Les caractéristiques et fonctions des trois derniers systèmes sont variables chez les chevaux d'une même race en fonction de l'âge, du sexe, de l'état physiologique, de la période de reproduction, etc. (Bournival et al., 2013).

Tableau 2. Caractéristiques spécifiques des systèmes organiques

Systèmes	Informations pertinentes ¹
Osseux	206 os qui permettent un soutien, une structure et une protection de l'organisme, permet le maintien d'une posture, etc. ;
Musculaire	480 muscles qui engendrent le mouvement, le fonctionnement des organes, le maintien de la posture, etc. ;
Tégumentaire	Forme la peau ; impliqué dans la protection, la formation des organes, les échanges entre les milieux, l'homéostasie, la thermorégulation, etc. ;
Digestif	Estomac d'une capacité de 15 à 18 L, intestins représentent 85 %, permettre la digestion des aliments et l'absorption des nutriments, dont la fibre des plantes ;
Respiratoire	Échanges gazeux entre système circulatoire et air, filtration de l'air, protection, système étendu, très développé, poumons efficaces avec capacité de 30 litres, 12 cycles respiratoires par minute ;
Circulatoire	Transport des nutriments, des cellules immunitaires et des déchets métaboliques, permettre les échanges entre les organes des systèmes ;
Urinaire	Filtration d'environ 900 litres de sang par jour, élimination de 1 % de déchet filtré dans l'urine, capacité de la vessie de 1,45 à 1,56 litre ;
Reproducteur	Permettre de s'accoupler, permettre une descendance, sécrétion d'hormones ;
Endocrinien	Sécrétion d'hormones par les différents organes, glandes, l'hypothalamus et l'hypophyse permettant la régulation des différents systèmes ;
Nerveux	Fonctionnement adéquat des systèmes internes, permettre les actes involontaires, volontaires, traitement et réponse aux stimuli internes et externes, centre de l'apprentissage, de la mémoire, de la personnalité, des décisions, etc. ;

¹ Sources : (Bournival et al., 2013 ; Ashdow et al., 2011)

Par exemple, un étalon n'a pas le même système reproducteur qu'une jument (Bournival et al., 2013). L'étalon sécrète de la testostérone, ce qui permet la spermatogénèse et permet aussi à l'animal d'avoir des caractères secondaires et des comportements associés, alors que les cycles reproducteurs femelles sont régulés par des cycles hormonaux générés par les différents organes associés à la reproduction (OMAFA, 25 septembre 2024) (OMAFA, 9 mai 2024). Les juments ont aussi des caractéristiques sexuelles secondaires et des comportements sexuels secondaires qui sont moins marqués que ceux des étalons (OMAFA, 9 mai 2024). De plus, pour la gestion des paramètres environnementaux, il faut préciser que les chevaux suivent un cycle saisonnier légèrement différent entre les mâles et les femelles, figure 4. Dans ce même ordre d'idées, il est à noter que la puberté chez les deux sexes est généralement atteinte entre l'âge de 12 et 18 mois,

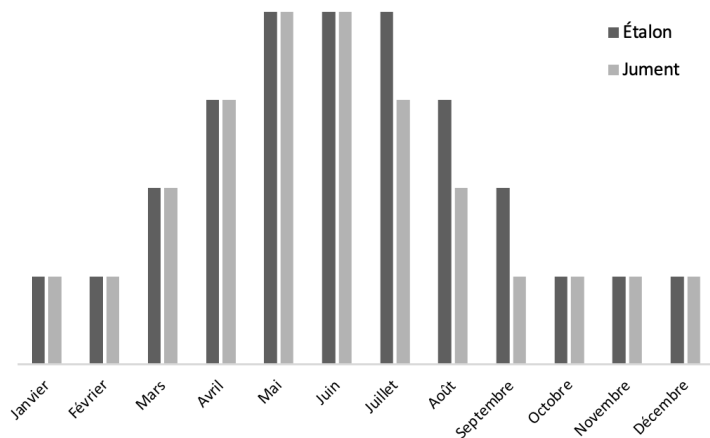


Figure 4. Schématisation des variations saisonnières de la fertilité de l'étalon et de la jument.

Adapté de OMAFA (09-05-2024) et OMAFA (25-09-2024)

alors que la maturité physique des juments s'atteint vers l'âge de cinq ans (OMAF, 9 mai 2024) (Bournival et al., 2013). Plusieurs autres aspects, tels que le stress, l'environnement, l'état de chair, l'état de santé et l'âge, sont des facteurs déterminants du bon fonctionnement de l'appareil reproducteur et du système endocrinien (OMAF, 9 mai 2024).

Des précisions sont à apporter par rapport aux mécanismes de perceptions de l'environnement qu'ont les chevaux. Le système nerveux comporte différentes sections qui ont toutes leurs fonctions spécifiques (Bournival et al., 2013). Le système nerveux sympathique et somatique varie entre les individus d'une même race ou de l'espèce en fonction des facteurs génétiques, épigénétiques, environnementaux et sociaux, mais aussi selon le sexe, l'âge, l'état physiologique et l'état sanitaire (Bournival et al., 2013). Le système sensoriel permet aux chevaux de percevoir et d'analyser les stimuli externes provenant de leur environnement (Bournival et al., 2013). Le système sensoriel regroupe les cinq sens : l'ouïe, l'odorat, la vue, le goût et le toucher (Bournival et al., 2013). Les trois premiers sens sont les plus développés et affectent la perception que le cheval a de son environnement, et affectent donc son bien-être et ses comportements (Bournival et al., 2013).

1.3 Comportementales individuelles et sociales

Un comportement est défini comme étant un ensemble de réactions d'un individu en réponse à des stimuli internes ou externes et qui peuvent être observées objectivement (Maire et al., 2015). Cette vision éthologique des comportements permet ensuite d'évaluer objectivement le comportement d'un individu sans interaction avec un groupe (Mellor et al., 2020). Un comportement individuel se rapporte à un ensemble d'actions spécifiques adoptées par un individu en réponse à des stimuli environnementaux et internes sans être influencées par les comportements des individus de son groupe (Mournier, 2021). Chez les chevaux, la motivation derrière un comportement individuel peut être influencée par ses stimuli de réponses à ses besoins physiologiques, mais aussi par sa

personnalité, son environnement, son âge, son sexe, son éducation et ses expériences antérieures (Bournival et al., 2013). Ils adoptent aussi des comportements sociaux définis comme étant les actions spécifiques apportées par un individu en relation avec les autres individus du même groupe ou de groupes différents (Mournier, 2021). Les chevaux présentent quelques catégories de ces comportements : les interactions sociales intra ou inter espèces, les liens d'attachements et d'affinités, la communication par le langage corporel, la défiance hiérarchique, la dominance, etc. (McGreevy, 2012). Ces comportements peuvent être influencés par les mêmes facteurs qui influencent les caractéristiques anatomiques et physiologiques, mais aussi par tous les aspects psychologiques et environnementaux du cheval qui seront analysés plus en profondeur à la section 5.

2 Bien-être des chevaux

L'intérêt pour le bien-être animal est relativement récent. Le premier modèle d'évaluation du bien-être animal a été formulé en 1994 (Mellor et al., 2020). De 1994 à 2017, sept versions ont été émises, chacune comportant de plus amples considérations et clarifications (Mellor et al., 2020). En revanche, il est important de préciser qu'il n'existe pas encore de consensus universel par rapport à la définition du bien-être animal (Mellor et al., 2020). Les définitions retrouvées sont variables selon les courants philosophiques qui inspirent celles-ci (Mournier, 2021). Dans cette revue, la définition de l'organisation mondiale de la santé Animale, OMSA, qui se base sur le concept opérationnel des cinq libertés du rapport de Brambell, sera utilisée (Mournier, 2021) (OMSA, 2025). Ainsi, le bien-être animal est l'état physique et mental d'un animal terrestre, dans le cas présent, en relation avec les conditions dans lesquelles il vit et meurt (OMSA, 2025). Le bien-être animal n'implique pas automatiquement la bientraitance, vice-versa (Mournier, 2021). La bientraitance, en regard du bien-être, est l'obligation qu'a l'homme de mettre en place un ensemble de moyens pour combler les besoins physiologiques et comportementaux d'un animal. Ces moyens seront ensuite analysés et évalués selon des indicateurs de base du bien-être (Mournier, 2021). Dans le cas des chevaux, nombreux sont les propriétaires qui considèrent que leur animal se retrouve dans un bon état de bien-être, mais est-ce vraiment le cas ?

2.1 Domaines du bien-être des chevaux

Le modèle d'évaluation des cinq domaines du bien-être animal de 2020, « The 2020 Five Domains Model », qui sera appelé ici « Modèle » est le plus récent (Mellor et al., 2020). Basé sur le concept des cinq libertés, le Modèle permet de clarifier l'évaluation du bien-être animal en attribuant plus d'emphasis sur les impacts positifs ou négatifs des expériences subjectives vécues par l'animal seul et par l'animal lors d'interactions avec des humains et des animaux (Mellor et al., 2020). Le tableau 3 met en relation les cinq domaines du Modèle, les libertés et les principes fondamentaux derrière ceux-ci. Les domaines un à trois, (1) Nutrition (2) Environnement (3) Santé, seraient des domaines associés à des processus internes liés à la survie et donc qui ont un impact impactent les performances des systèmes internes de l'organisme (Mellor et al., 2020). Alors que le domaine quatre (4), nommé « Comportement et interactions », serait associé à des facteurs externes liés à la survie (Mellor et al., 2020). Le domaine cinq (5), nommé « État psychologique », englobe l'évaluation des perceptions et des effets positifs ou négatifs des facteurs affectant les domaines un à quatre (Mellor et al., 2020).

Tableau 3. Bases théoriques du Modèle des cinq domaines

Domaine ¹	Principe ²	Liberté : Implications ²
Nutrition (1)	Alimentation	Physiologique : Absence de faim et de soif
Environnement (2)	Logement	Environnementale : Absence d'inconfort
Santé (3)	Santé	Sanitaire : Absence de douleur, de blessures et de maladie
Comportement et interactions (4)	Comportement	Comportementale : Exprime un comportement normal Mentale : Absence de peur et de détresse
État psychologique (5)	4 principes	5 libertés et implications

Adapté de Meunier (2021) et Mellor et al. (2020)

2.1.1 Nutrition

Ce domaine englobe les aspects reliés à la disponibilité de l'eau et de la nourriture pour l'animal (Mellor et al., 2020). Naturellement, la nutrition des chevaux est soumise aux restrictions, végétations et eau liquide moins disponible l'hiver, et aux excès, sources d'aliments et d'eau abondantes l'été (Mellor et al., 2020). En regard au principe alimentaire des libertés, les chevaux devraient être libres physiologiquement d'absence de faim et de soif, donc d'être en mesure d'assouvir ces besoins à tout moment (Mournier, 2021). La figure 5, adaptée du Modèle de 2020,

présente les conditions d'excès et de restrictions alimentaires qui peuvent engendrer des effets positifs et négatifs à l'état mental des chevaux.

Conditions négatives		Conditions positives	
Lacunes nutritionnelles	Effets négatifs	Opportunités nutritionnelles	Effets positifs
Apport d'eau restreint	→ Soif	Boire la bonne quantité d'eau	→ Plaisirs de boire
Apport d'eau excessif	→ Intoxication à l'eau		→ Étancher sa soif
	→ Faim (générale)		
Apport alimentaire restreint	→ Faim (sel)	Manger suffisamment	→ Satiété postprandiale
	→ Faiblesse due à la famine		→ Plaisir du goût salé
Mauvaise qualité d'aliment	→ Malaise dû à la malnutrition	Manger équilibré	→ Plaisirs des aliments
Faible variété alimentaire	→ Ennui relié à l'alimentation	Manger une variété d'aliments	→ (goût/odeur/texteure) → Plaisirs de mastication
Suralimentation volontaire	→ Sensation de ballonnement		
Alimentation forcée	→ Douleurs gastro-intestinales,	Manger la bonne quantité	→ Confort de la satiété
Apport énergétique excessif	nausées / malaises	d'aliments	→ Confort gastro-intestinal

Figure 5. Conditions nutritionnelles et effets sur le bien-être animal

Adapté de Mellor et al. (2020)

2.1.2 Environnement

Le domaine de l'environnement est en lien avec tous les aspects de l'environnement physique intérieur ou extérieur et aux conditions atmosphériques et d'ambiance auxquelles l'animal est exposé et qui peuvent modifier le bien-être (Mellor et coll., 2020). Les aspects qui sont considérés comme négatifs dans ces domaines sont des éléments ou conditions de l'environnement qui ne peuvent pas être évités par l'animal (Mellor et coll., 2020). Les lacunes environnementales sont aussi corrélées avec les impacts positifs et négatifs de l'état mental de l'animal, figure 6. Dans cette revue scientifique, l'emphasis sera mise surtout sur cet aspect du bien-être des chevaux.

Conditions négatives		Conditions positives	
Conditions physiques inévitables	Effets négatifs – formes d'inconfort	Conditions physiques améliorées	Effets positifs – formes de confort
Confinement étroit	→ Physique : raideur générale,	Espace pour se mouvoir	
Surpopulation	→ tension musculaire	spontanément ; substrat adapté,	→ Confort physique
		sol bien drainé	
Substrat inadapte	→ Physique : douleur	L'air frais disperse les	
Sol mouillé ou souillé	→ musculosquelettique, irritation cutanée	contaminants	→ Confort respiratoire
Polluants de l'air : NH ₃ , CO ₂ , poussière, fumée	→ Respiratoire : essoufflement, irritation/douleur des voies respiratoires	Les mauvaises odeurs sont dissipées par l'air frais et une bonne hygiène	→ Confort olfactif
Odeurs aversives	→ Olfactif : répulsion face à des odeurs fétides ou répulsives	Abri et ombrage efficaces disponibles	→ Confort thermique
Températures extrêmes	→ Thermique : frissons, humidité, surchauffe	Des mesures de contrôle du bruit efficaces sont mises en place	→ Confort auditif
Bruit fort ou désagréable	→ Auditif : perte auditive ou douleur aux oreilles	L'intensité lumineuse est maintenue à un niveau tolérable	→ Confort visuel
Intensité lumière inadéquate	→ Visuel : fatigue oculaire due aux flashes, éblouissement ou obscurité	Variabilité environnementale maintenue dans la journée	→ Variété et prévisibilité agréables
Événements imprévisibles	→ Anxiété, peur, hypervigilance	Prévisibilité assurée par des routines établies	→ Détente, calme fondé sur la relaxation
Limites physiques sur le repos et le sommeil	→ Épuisement	Conditions propices au repos et au sommeil	→ Bien reposé

Figure 6. Conditions environnementales et effets sur le bien-être animal

Adapté de Mellor et al. (2020)

2.1.3 Santé

La santé fait référence aux blessures, aux maladies et aux différents niveaux de « fitness » des animaux (Mellor et al., 2020). Tous les types de blessures sont considérés, qu'elles soient bénignes, graves, chroniques, accidentelles, restrictives aux performances de l'animal, provenant d'intervention de l'homme, etc. (Mellor et al., 2020). Il en est de même pour les maladies et le niveau de « fitness » qui peuvent aussi être influencés par les domaines un et deux (Mellor et al., 2020). La liberté sanitaire de vivre en absence de douleurs, de blessures et de maladies vient directement affecter les perceptions positives ou négatives de l'animal par rapport à une situation, ce qui va affecter son état mental (Mellor et al., 2020). La figure 7 présente des exemples d'aspects de la liberté sanitaire ayant un impact positif ou négatif sur l'état de bien-être mental des chevaux.

Conditions négatives		Conditions positives	
Présence de	Effets négatifs	Aucun ou peu de	Effets positifs
Blessure (aiguë, chronique, mutilations liées à l'élevage) Maladie (aiguë, chronique) Déficience fonctionnelle (amputation, autres traitements ; problèmes génétiques, cardiaques, pulmonaires, vasculaires, rénaux, intestinaux, neurologiques)	→ Douleur (de nombreux types), → essoufflement, faiblesse, → incapacité, maladie, malaise, nausée, vertiges	Blessure Maladie Déficience fonctionnelle Scores extrêmes de condition corporelle Empoisonnement	→ → → → → Confort d'une bonne santé et d'une bonne capacité fonctionnelle
Obésité ou maigre (conséquences physiques et métaboliques)	→ Effets d'être trop gros ou trop maigre, et séquelles métaboliques et pathophysiologiques		
Poison	→ De nombreux effets dus au mode d'action		
Mauvaise condition physique, déconditionnement musculaire	→ Faiblesse physique et épuisement	Mauvaise forme physique (niveau de forme bon)	→ Vitalité, bonne forme physique et exercice vigoureux agréable

Figure 7. Conditions de santé et effets sur le bien-être animal

Adapté de Mellor et al. (2020)

2.1.4 Comportements et interactions

Le quatrième domaine était auparavant nommé « comportement » (Mellor et al., 2020). Avec l'incorporation du terme « interaction » dans le titre du domaine, Mellor et ses collaborateurs (2020) souhaitaient clarifier qu'il était nécessaire d'évaluer les comportements qui résultent de stimuli provenant de la perception externe de l'animal par rapport à lui-même ou à d'autres individus (Mellor et al., 2020). Ainsi, ce domaine incorpore les comportements associés aux stimuli externes de l'animal, mais aussi aux stimuli internes qui étaient déjà présents dans les modèles antérieurs (Mellor et al., 2020). De plus, le nouveau modèle met en évidence la flexibilité des comportements dits volontaires, autogénérés ou dirigés par des motivations en réponse à des

événements et des conditions externes variables et non prédictibles (Mellor et al., 2020). Le terme « Agency », l'agence, utilisé grandement dans ce modèle, indique la propension génétique ou acquise d'un animal à interagir activement avec son milieu physique, biologique et social, en surpassant les besoins momentanés pour développer ses connaissances, pour améliorer ses compétences futures, ce qui implique une évaluation cognitive des circonstances (Mellor et al., 2020). Bref, l'agence est un choix conscient de l'animal basé sur ses motivations en réaction à un état mental provoqué par un stimulus externe (Mellor et al., 2020). L'évaluation des degrés d'impacts positifs et négatifs des interactions d'un animal avec son environnement, ses congénères

Interactions avec l'environnement			
Conditions négatives		Conditions positives	
L'exercice de « l'agence » est entravé	Effets négatifs	L'exercice de « l'agence » est favorisé	Effets positifs
Environnement invariant, stérile, confiné (ambiant, physique, biotique)	→ Ennui, impuissance, dépression, repli sur soi	Environnement varié ou nouvel environnement	→ Intéressé, agréablement occupé
Impositions sensorielles inévitables	→ Combinaisons variées : sursaut	Stimuli sensoriels agréables	→ Apprécie la nouveauté, rebond post-inhibitoire
Choix fortement restreints	→ face aux événements inattendus, néophobie, hypervigilance, colère, frustration, biais cognitif négatif	Choix engageants disponibles	→ Calme, maîtrise de soi
Activités centrées sur l'environnement limitées		Liberté de mouvement	→ Engagé dans une activité
Pulsions de fouille/quête alimentaire entravées		Exploration, quête alimentaire	→ Dynamisé, concentré
Interactions avec d'autres animaux			
Conditions négatives		Conditions positives	
Interactions sociales défavorisées	Effets négatifs	Interactions sociales favorisées	Effets positifs
Activité interactive entre animaux limitée	→ Solitude, dépression, désir de compagnie → Frustration à cause du désir de jouer → Frustration sexuelle Pulsions de chasse frustrées	Lien social / réaffirmation des liens Éducation des jeunes Jeux Activité sexuelle	→ Sociabilité affectueuse → Récompenses parentales, maternelles ou de groupe → Excitation / espièglerie → Satisfaction sexuelle
Menaces significatives		Chasse	→ Engagement alerte, haute stimulation
Limites à l'évitement des menaces, à la fuite ou aux comportements défensifs	→ Colère, anxiété, peur, panique, insécurité, néophobie	Absence de menaces Utilisation d'abris, de retraites ou d'activités défensives	→ Sécurité, protection, confiance
Restrictions de sommeil/repos	→ Épuisement	Sommeil/repos suffisant	→ Dynamisé, rafraîchi ; rebond post-inhibitoire
Interactions avec les humains			
Conditions négatives		Conditions positives	
Attributs et comportements humains négatifs	Comportements animaux et effets négatifs	Attributs et comportements humains positifs	Comportements animaux et effets positifs
Attitude (incertain, craintif, indifférent, insensible, impatient, oppressif, agressif, autoritaire, cruel, vindicatif)	→ Comportements (grande distance de fuite, hypervigilance, attaque/fuite, réactivité excessive, évitement, gel, soumission, retrait, non-coopération)	Attitude (confiant, attentionné, sensible, patient, gentil, empathique)	→ Comportements (faible distance de fuite, alerte calme, à l'aise avec contact imposé ou volontaire, réponse coopérative, exploration de nouveautés, contact recherché, attachement aux humains)
Voix (hésitante, en colère, forte, criarde)		Voix (calme, claire, encourageante, agréablement rythmée)	→
Aptitudes (inexpérimenté, peu qualifié)		Aptitude (expérimenté, qualifié)	→
Manipulation / contrôle (gestes erratiques, rudes [gifle, coup, piqûre, poussée, fouet] ; usage excessif de la force ; approche centrée sur la punition ; plus de pression que nécessaire)	→ Effets (anxiété, peur, panique, terreur, néophobie ; insécurité, confusion, incertitude ; douleur, impuissance ; douleur due aux blessures ; biais cognitif négatif)	Manipulation / contrôle (habile, doux [caresser, pousser, guider] ; ferme mais mesuré ; centré sur la récompense ; mime la toilette mutuelle ; pressions douces, renforcement secondaire, relâche la pression en temps voulu)	→ Effets (calme, confiant, à l'aise, maîtrise de soi ; apprécie la nouveauté ; trouve la relation avec les humains gratifiante)

Figure 8. Comportements et interactions avec l'environnement, avec d'autres animaux ou avec l'humain et effets sur le bien-être animal

Adapté de Mellor et al. (2020)

non humains et les humains font maintenant partie du quatrième modèle, dont des exemples sont visibles à la figure 8 (Mellor et al., 2020).

2.1.5 État mental

Comme mentionné précédemment, le cinquième domaine représente l'évaluation de l'ensemble des effets psychologiques reliés aux expériences positives et négatives vécues par l'animal par les aspects des domaines un à quatre (Mellor et al., 2020). Par observations objectives, il est possible d'évaluer l'état mental des animaux dans les différentes situations vécues (Mellor et al., 2020). Comme des explications ont été apportées dans les différentes sous-sections précédentes, aucune information supplémentaire ne sera apportée par rapport au cinquième domaine.

3 Régie de logement intérieur

Au Québec, en fonction de la région, les chevaux pourraient être à l'extérieur une majorité du temps, ce qui n'est pas le cas de la majorité des chevaux actuellement (Bournival et al., 2013) (CNSAE, 2013). Il est donc important de veiller à offrir un environnement qui permet d'optimiser la sécurité, la santé, le bien-être et le confort des chevaux, mais aussi la facilité d'accès à ceux-ci (CNSAE, 2013).

3.1 Types de logements

Il existe différents types d'écuries et différents types d'installations de logement intérieur aussi. Au Québec, il y a présence d'écuries froides, souvent des bâtiments réaménagés n'offrant pas nécessairement de système d'isolation ou de contrôle rigoureux des conditions ambiantes (Bournival et al., 2013). Il existe aussi des écuries chaudes qui sont souvent isolées et aménagées pour favoriser des conditions d'ambiance adéquates (Bournival et al., 2013). Les trois principaux types de logements rencontrés sont : le box, la stalle ou l'entre-deux, qui sont généralement individuels, et la stabulation libre, qui est en groupe (Bournival et al., 2013).

3.2 Aménagement et architecture

Les paramètres généraux d'aménagement de logement seront apportés dans cette section selon les exigences et les recommandations (CNSAE, 2013) (Bournival et al., 2013). Ainsi, cette description

permet une compréhension de base des aspects exigés qui seront analysés en regard au bien-être des chevaux.

L'espace intérieur doit permettre au cheval de se coucher, de se tenir debout avec la tête relevée, de s'avancer et de se retourner facilement (CNSAE, 2013). L'espace plancher en mètre carré de surface par cheval doit être au minimum de 2,0 à 2,5 fois sa hauteur au garrot (CNSAE, 2013). Un espace de neuf mètres carrés peut être adéquat pour un cheval de selle et jusqu'à 17,64 mètres carrés pour les chevaux de trait et les étalons (Bournival et al., 2013). Un espace dégagé entre le plafond et la tête du cheval d'au moins un mètre est requis (CNSAE, 2013). L'aire de circulation doit être assez large pour que le cheval puisse tourner aisément, soit environ trois mètres en moyenne (CNSAE, 2013). La largeur minimale des portes où passent les chevaux doit être de 1,22 m et être assez haute pour laisser un mètre d'espace entre le cadre de porte et la tête du cheval (CNSAE, 2013). L'écurie doit être munie de séparations physiques entre la section d'hébergement des chevaux et les différentes autres sections : cuisine, bureau, sellerie, pharmacie et toutes autres sections non destinées aux chevaux (Bournival et al., 2013). Les box ou stalles doivent comporter un système d'apport en eau et en aliment en quantité suffisante (CNSAE, 2013). Le système d'eau doit comporter un réservoir propre qui fournit à l'animal une quantité minimale de cinq litres d'eau par 100 kilogrammes de poids vif et qui rend celle-ci disponible en tout temps, peu importe la température. (CNSAE, 2013). Le tableau 4 apporte les besoins en eau selon les différents stades de vie et la température.

Tableau 4. Consommation d'eau moyenne quotidienne en litres par jour estimée selon la température ambiante en degré Celsius et les différents états physiologiques rencontrés chez les chevaux

État physiologique	Température ambiante (°C)	Consommation moyenne (L / j)	Consommation moyenne estimée (L / j)
Adulte au repos (500 kg)	20	25	21 – 29
Adulte au repos (500 kg)	30	48	42 – 54
Adulte au repos (500 kg)	-20	42	37 – 47
Gestante (500 kg)	20	31	27 – 35
Allaitante (500 kg)	20	51	40 – 63
Adulte exercice modéré (500 kg)	20	41	36 – 46
Adulte exercice modéré (500 kg)	35	82	72 – 92
Poulain d'un an (300 kg)	20	19	17 – 21
Poulain d'un an (300 kg)	-10	18	16 – 20

Adapté de CNSAE (2013)

L'eau doit être propre, salubre, tiède, en tout temps et sans tension parasite (CNSAE, 2013). Un nettoyage quotidien du système d'abreuvement et une analyse de qualité de l'eau annuelle devraient être effectués (CNSAE, 2013). Par ailleurs, les différents systèmes d'alimentation utilisés pour apporter le foin et les concentrés aux chevaux doivent permettre une consommation adéquate des aliments pour répondre à leurs besoins physiologiques (Bournival et al., 2013). Les installations alimentaires doivent être positionnées adéquatement pour assurer la consommation adéquate, et ce, peu importe la race (CNSAE, 2013). L'utilisation d'outils et d'infrastructures qui limitent les risques de blessures ou de problèmes de santé des chevaux est nécessaire (Bournival et al., 2013). Les aliments fournis doivent être sains et salubres, tout comme les installations d'administration de ces aliments (Bournival et al., 2013).

3.3 Conditions de logement

Le sol doit être bien drainé et offrir des surfaces non glissantes dans les box et les allées pour minimiser les risques de blessures (CNSAE, 2013). Les surfaces doivent être bien nivelées pour permettre l'évacuation du surplus d'humidité et les matériaux utilisés au sol doivent permettre que le nettoyage et le séchage soient possibles et adéquats (CNSAE, 2013 ; Bournival et al., 2013). De la litière en quantité suffisante, propre et sèche, doit être apportée dans le box et la litière souillée doit être retirée quotidiennement pour permettre au cheval de se coucher sur une surface propre et sèche (CNSAE, 2013). La litière doit contenir le moins de poussière possible, procurer un confort, une protection entre les membres du cheval et le sol, une traction et une salubrité du cheval (Bournival et al., 2013). Des substrats non toxiques, comme de la paille, des copeaux de bois, du papier effiloché ou de la mousse de tourbe peuvent être utilisés (CNSAE, 2013). Les lieux et les systèmes d'alimentation doivent être nettoyés régulièrement pour limiter les risques de maladies (Bournival et al., 2013).

3.4 Conditions ambiantes

Les conditions ambiantes englobent tous les aspects environnementaux qui ne sont pas physiquement tangibles. Le tableau 5 apporte les recommandations en lien avec ces paramètres. La température à maintenir sera favorisée par une bonne circulation de l'air et une adaptation de la ventilation l'été en comparaison à l'hiver et à une bonne isolation du bâtiment (Bournival et al., 2013). Le taux d'humidité dans l'écurie devrait se retrouver dans les marges acceptables pour éviter le développement de moisissures (CNSAE, 2013).

Tableau 5. Conditions ambiantes recommandées en logement intérieur

Paramètres d'ambiance	Unités	Valeur recommandée ¹
Température	°C	10 – 15
Débit d'air par cheval (été)	L / sec	125
Débit d'air par cheval (hiver)	L / sec	75
Débit d'air par cheval minimal	L / sec	12
Ammoniac idéal	ppm	< 10
Ammoniac maximal	ppm	25
Humidité	%	60 – 70
Éclairage artificiel	Lumens / m ²	> 150
Éclairage naturel (fenêtres)	m ²	0,72

¹ Source : Bournival et al. (2013) et CNSAE (2013)

Les courants d'air sont à éviter dans l'écurie, mais une circulation permettant d'éliminer l'air contaminé est recommandée (CNSAE, 2013). Une bonne ventilation aidera à maintenir une bonne qualité de l'air dans l'écurie pour éviter la production et l'accumulation de gaz nocifs, de poussières et d'humidités (CNSAE, 2013). L'éclairage doit être uniforme pour permettre une observation adéquate des animaux et des lieux (CNSAE, 2013). Le nombre d'heures de noirceur et de clarté doit suivre les cycles hormonaux saisonniers et l'adaptation saisonnière des chevaux (Bournival et al., 2013). Un éclairage artificiel sécuritaire et inaccessible aux chevaux doit être prévu pour éviter une noirceur constante (CNSAE, 2013).

4 Influences des aspects du logement intérieur sur le bien-être

Comme mentionné à la section 3, plusieurs aspects de l'environnement des chevaux peuvent influencer positivement ou négativement leur bien-être. Plusieurs chercheurs se sont penchés sur les comportements ou les impacts sur le bien-être des régies de logement intérieur. Ainsi, dans cette section, des analyses plus approfondies seront réalisées et appuyées scientifiquement. L'analyse des influences du logement intérieur sur le bien-être des chevaux doit être basée sur un modèle d'évaluation du bien-être animal. Certains des résultats de recherches apportés dans cette section sont basés sur le Modèle de 2020, mais des recherches antérieures utilisent des modèles d'évaluation du bien-être antérieurs (Mellor et al., 2020). Selon le Modèle de 2020, une accumulation de données mesurables en lien avec l'environnement et l'animal lui-même doit être réalisée (Mellor et al., 2020). Par exemple, pour évaluer le comportement d'un cheval dans un box sur une longue période, des données mesurables des aspects de son environnement et des données

comportementales du cheval, ayant été mesurées objectivement, sont nécessaires pour bien évaluer le bien-être selon une ou des conditions stables données (Mellor et al., 2020).

Certains indicateurs comportementaux existent pour mesurer le niveau général de bien-être du cheval dans une situation donnée (Ruet et al., 2019). Un bien-être animal détérioré chez les chevaux peut se percevoir par la présence de comportements anormaux, comme les stéréotypies, l'agressivité envers l'humain, le manque de sensibilité environnementale et la présence de comportements liés au stress (McGreevy, 2012 ; Lesimple et al., 2019 ; Ruet et al., 2019 ; Brothwick et al., 2023).

Chez le cheval, les stéréotypies, ou comportements répétitifs sans but apparent sont soit oraux ou locomoteurs (Lesimple et al., 2019 ; Ruet et al., 2019). Les stéréotypies sont des réponses comportementales résultant de frustrations récurrentes ou constantes où le cheval n'est pas en mesure d'assouvir ses besoins naturels ou de comprendre une situation donnée (Lesimple et al., 2019). Les stéréotypies chez les chevaux gardés à l'intérieur, et même à l'extérieur, sont donc indicateurs de conditions environnementales sous-optimales et de manque de compréhension des interactions vécues avec l'humain, des congénères ou l'environnement (Lesimple et al., 2019) (Ruet et al., 2019). Il est important de préciser ce que sont les besoins naturels principaux qui ont des effets d'ampleur sur le développement de stéréotypies. Ceux-ci sont les contacts sociaux, la possibilité de mouvement en liberté et la disponibilité et la consommation constante de fibres (Ruet et al., 2019).

L'agressivité envers l'humain indique que les relations et interactions sociales entre le cheval et l'humain sont désagréables ou manquantes (Ruet et al., 2019). Ce comportement atypique peut être exprimé à différents degrés par le langage corporel du cheval ou des actions que le cheval dirigera vers l'homme (Ruet et al., 2019). Selon l'échelle de gradation présentée par Ruet et collaborateurs (2019), les chevaux peuvent présenter trois types de comportement menaçants, soit : une simple menace, une menace prolongée et une attaque physique (Ruet et al., 2019). Chaque menace est décrite dans le tableau 6.

Tableau 6. Caractéristiques des degrés d'agressivité du cheval envers l'humain

Intensité	Menace	Caractéristiques comportementales
Légère	Simple	Le cheval regarde l'humain avec une expression faciale menaçante avec les oreilles vers l'arrière. Le cheval s'approche de l'homme avec une expression faciale menaçante avec les oreilles vers l'arrière et la bouche légèrement ouverte.
Modérée	Prolongée	Le cheval aborde une expression faciale menaçante avec les oreilles vers l'arrière et se retourne pour mettre son postérieur vers l'humain avec possible patte qui lèvent sans présence de ruade claire. Le cheval s'approche de l'homme avec une expression faciale menaçante avec les oreilles vers l'arrière et la bouche légèrement ouverte, puis mord clairement l'humain.
Élevée	Attaque physique	Le cheval aborde une expression faciale menaçante avec les oreilles vers l'arrière, puis se retourne pour mettre son postérieur vers l'humain et le rue clairement.

Adapté de Ruet et al. (2019)

Un autre indicateur, qui est une variable d'évaluation comportementale continue dans le temps, est la présence d'une posture dépressive caractéristique du cheval observable par le langage corporel démontrant un cou étant au même niveau horizontal que le dos, un regard fixe dans le vide et des oreilles et une tête immobile (Ruet et al., 2019). La posture dépressive, aussi appelée « withdraw posture », est associée à un manque de réponses aux stimuli environnementaux (Ruet et al., 2019). Cette posture, aussi retrouvée chez l'humain, indique que le cheval réagit de manière sous-optimale aux stimuli environnementaux, que ses besoins naturels et de confort ne sont pas respectés et que les paramètres environnementaux sont sous-optimaux (Ruet et al., 2019). Cela se produit surtout chez les chevaux où ces aspects ne sont pas respectés sur de longues périodes (Ruet et al., 2019).

Le dernier indicateur utilisé, aussi observable sur une période continue, est la présence de comportements liés au stress (Ruet et al., 2019). Ce type de comportement est observable par une posture d'alerte ou d'hypervigilance où le cheval aura le cou relevé avec les oreilles dressées vers l'avant et un regard qui analyse attentivement l'environnement (Ruet et al., 2019). C'est donc un indicateur d'état physiologique de stress chronique qui peut engendrer un état mental compromis et une détérioration des fonctions physiologiques (Ruet et al., 2019). Cet état psychologique se présente en raison de réponses physiologiques et mentales aux perceptions inappropriées des stimuli environnementaux (Ruet et al., 2019).

4.1 Type de logements

Rappelons que les principaux types de logements intérieurs rencontrés sont les box individuels, les entre-deux ou stalles et les stabulations libres (Bournival et al., 2013). Les logements individuels, qui facilitent la manipulation et la gestion par l'humain de l'environnement du cheval, représentent entre 32 et 90 % des logements utilisés selon le pays (Ruet et al., 2019). Dans la présente section, la comparaison des effets du logement individuel à ceux du logement à deux ou en groupe sera effectuée. Bien que la stabulation libre ait été largement étudiée chez d'autres espèces domestiques, elle n'a pas fait l'objet de la même attention chez les chevaux. Néanmoins, elle sera brièvement examinée.

4.1.1 Individuel versus à deux

L'étude de Visser et al. (2008), qui avait pour but de déterminer les effets d'un logement intérieur individuel ou à deux sur le bien-être de jeunes chevaux (Visser et al., 2008). Pour ce faire, 36 chevaux *Dutch Warmblood* âgés de deux ans, dont 18 mâles castrés et 18 juments, ont été divisés en deux groupes aléatoirement pour effectuer les observations (Visser et al., 2008). Les individus du premier groupe ont été placés au hasard dans des box individuels de 10,5 m² et les individus du deuxième groupe dans des enclos à deux de dimension de 48,0 m² (Visser et al., 2008). Les paramètres de régie nutritionnelle, de manutention et environnementaux étaient les mêmes entre les groupes (Visser et al., 2008). Seule la présence d'un congénère et la grandeur du parc différaient (Visser et al., 2008). L'expérience s'est déroulée durant 12 semaines où des données comportementales, physiologiques, de réactivité et des données émotionnelles ont été récoltées

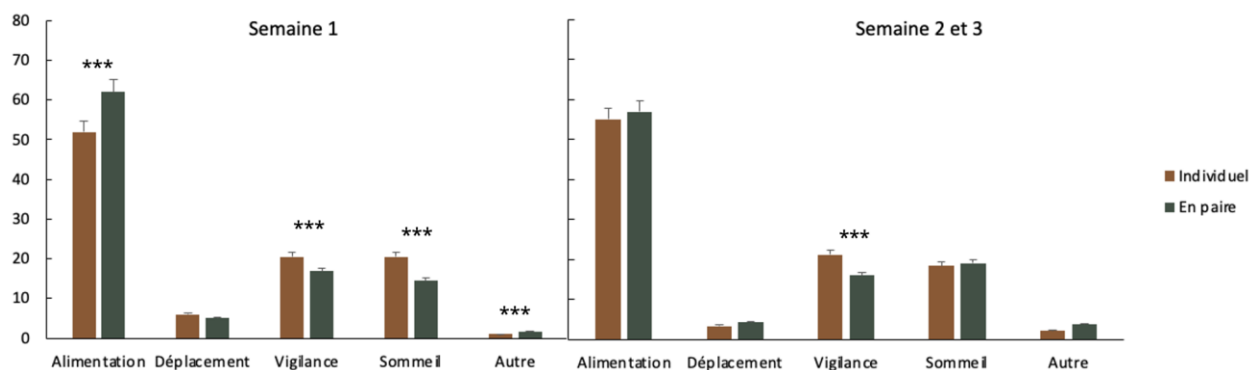


Figure 9. Proportion temporelle des comportements totaux observés (%) chez les chevaux gardés individuellement ou en paire durant les trois premières semaines après la mise en stabulation. *** indique une différence significative ($P < 0,05$) entre les traitements.

Adapté de Visser et al. (2008)

(Visser et al., 2008). Durant les trois premières semaines, des données comportementales ont été récoltées et analysées, puis d'autres tests ont été effectués dans les semaines suivantes (Visser et al., 2008). Les résultats des observations comportementales apportent des différences marquées entre les individus logés seuls et les individus logés à deux (Visser et coll., 2008). En général, les chevaux passent tous entre 50 et 65 % de leurs temps à manger et à explorer (Visser et coll., 2008). Lors de la première semaine d'observation, figure 9, le temps passé à manger était significativement plus élevé chez les chevaux en pair que chez les individuels ($P < 0,01$) (Visser et al., 2008). Les chevaux seuls démontraient plus de comportement d'hypervigilance, de temps à dormir et de comportements de somnolence ($P < 0,05$) (Visser et al., 2008). Les observations des semaines 2 et 3 ont permis de démontrer que les chevaux en box seuls étaient nettement plus vigilants que les autres ($P < 0,02$) (Visser et al., 2008). De plus, la fréquence de certains comportements, figure 10, comme le grignotage, le reniflement et la vocalisation était significativement supérieure chez les chevaux seuls ($P < 0,001$) (Visser et al., 2008). À la semaine 1, les chevaux seuls déféquaient, se cabraient et effectuaient une réponse de Flehmen significativement plus que les chevaux à deux ($P < 0,02$) (Visser et al., 2008). De plus, ces mêmes chevaux ruaient et grattaient davantage le sol que ceux étant à deux ($P < 0,02$) (Visser et al., 2008). Ces comportements associés à des états psychologiques d'ennui et de stress chez les chevaux seuls (Ruet et al., 2019). Dans cette étude, sur 12 semaines, quatre des 18 chevaux individuels ont développé des stéréotypies orales et huit d'entre-deux ont développé des stéréotypies locomotrices (Visser et al., 2008). Ainsi, 67 % des chevaux seuls ont développé des comportements liés au mal-être alors qu'aucun des chevaux en parc à deux n'en a développé (Visser et al., 2008). Les comportements observés entre les deux groupes démontrent donc des différences significatives (P

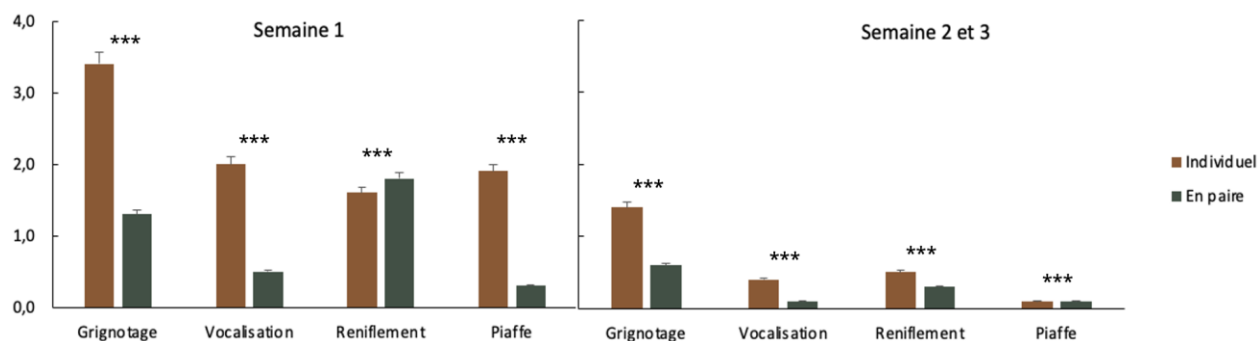


Figure 10. Moyenne quotidienne de comportements exprimés par cheval étant logés individuellement ou à deux durant les trois premières semaines d'observation. *** indique une différence significative ($P < 0,05$) entre les traitements.

Adapté de Visser et al. (2008)

< 0,05) (Visser et al., 2008). Il est cependant important de préciser que les figures 9 et 10 de cette revue sont des adaptations estimées des valeurs perçues dans les figures 1 et 2 de l'article de Visser et al. (2008). En effet, la compilation de données d'analyse n'est pas disponible. Les données ont donc été estimées, ce qui fausse légèrement les valeurs obtenues dans les figures 9 et 10 de la présente revue. Les chevaux logés à deux démontrent moins de comportements liés au stress, comme la vocalisation, la défécation, le reniflement et le grattage du sol (Visser et al., 2008 ; McGreevy, 2012). Les comportements anormaux, stéréotypés, observés chez les chevaux seuls démontrent une frustration face à un besoin naturel non comblé (Visser et al., 2008 ; McGreevy, 2012 ; Ruet et al., 2019 ; Brothwick et al., 2023). Ainsi, par la présence de ces comportements associés à l'état physiologique de stress et de frustration en regard à l'incapacité de contacts avec les congénères, et possiblement à cause d'un manque d'espace chez les chevaux seul. Ainsi, loger des chevaux individuellement en box serait problématique en regard au bien-être de ceux-ci, ce qui a aussi été démontré par d'autres auteurs (Visser et al., 2008 ; Ruet et al., 2019 ; Lesimple et al., 2019 ; Brothwick et al., 2023).

4.1.2 Individuel versus en groupe

Les logements en stabulation libre ont été analysés par Rose-Meierhöfer et al. (2010). Selon les auteurs, 84 % des chevaux en Europe sont logés en box individuel, alors que 16 % sont logés en groupe (Rose-Meierhöfer et al., 2010). Chez les chevaux de tous les âges, être libre de mouvements est associé à une diminution des problématiques de santé des chevaux (Rose-Meierhöfer et al., 2010). Combiné à une restriction des fibres disponibles, cela peut engendrer des coliques (Rose-Meierhöfer et al., 2010). De plus, il a aussi été observé que le manque de contacts sociaux sans restriction chez les chevaux réduit aussi les risques de santé associés à des états psychologiques de mauvais bien-être (Visser et al., 2008 ; McGreevy, 2012 ; Ruet et al., 2019 ; Brothwick et al., 2023). Dans leur étude, Rose-Meierhöfer et al. (2010), explore cinq types de logement en écurie ouverte

dans l'objectif d'identifier les effets sur le comportement des chevaux dans ces différents types de logement en fonction de l'espace disponible et fonctionnelle.

Pour ce faire, ils ont classifié les systèmes d'écuries en « écurie ouverte » et « écurie active » et « système de paddock » (Rose-Meierhöfer et al., 2010). Les écuries ouvertes, O1, O2 et O3, sont des logements sans éléments fonctionnels à l'exception d'un pâturage, d'une mangeoire à foin et d'abris (Rose-Meierhöfer et al., 2010). L'écurie active, A1 et A2, est un logement où différents

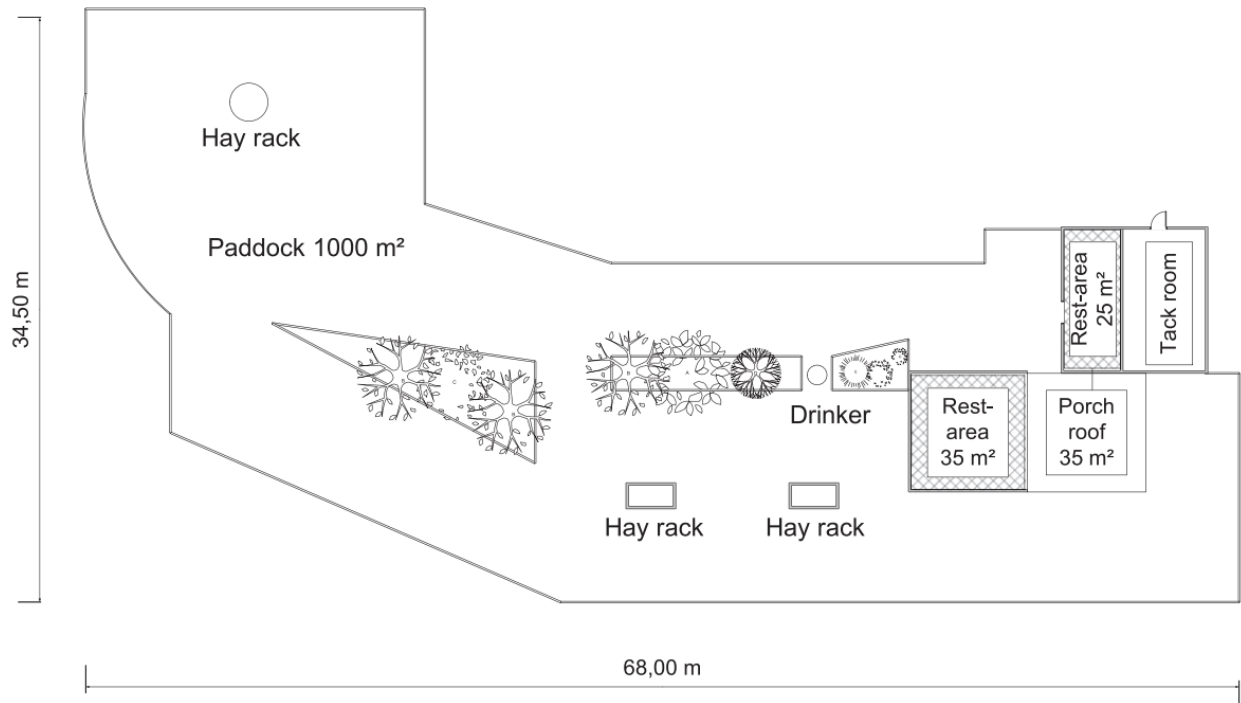


Figure 12. Aménagement de l'écurie ouverte, O1, utilisée par Rose-Meierhöfer et al. (2010)

Adapté de Rose-Meierhöfer et al. (2010)

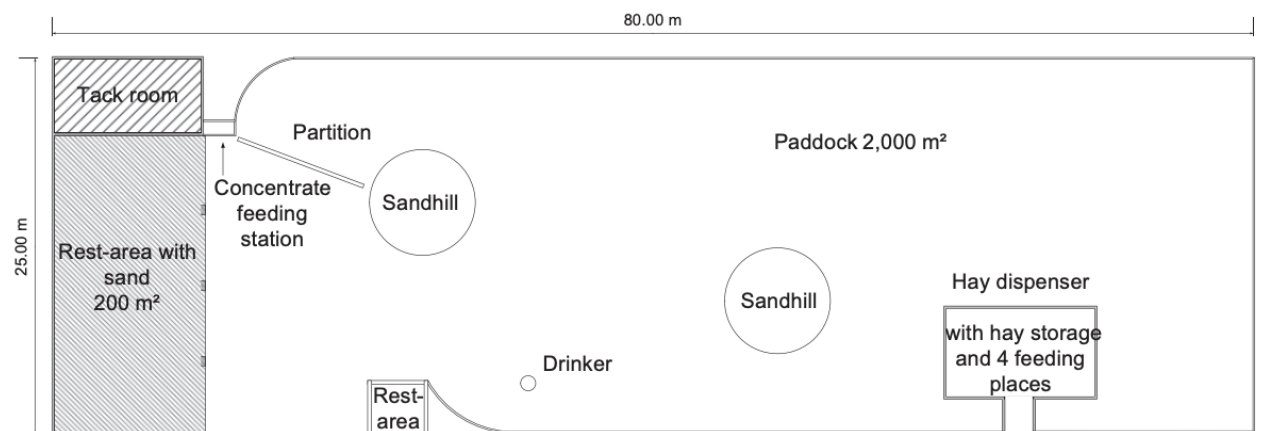


Figure 11. Aménagement de l'écurie active, A1, utilisée par Rose-Meierhöfer et al. (2010)

Adapté de Rose-Meierhöfer et al. (2010)

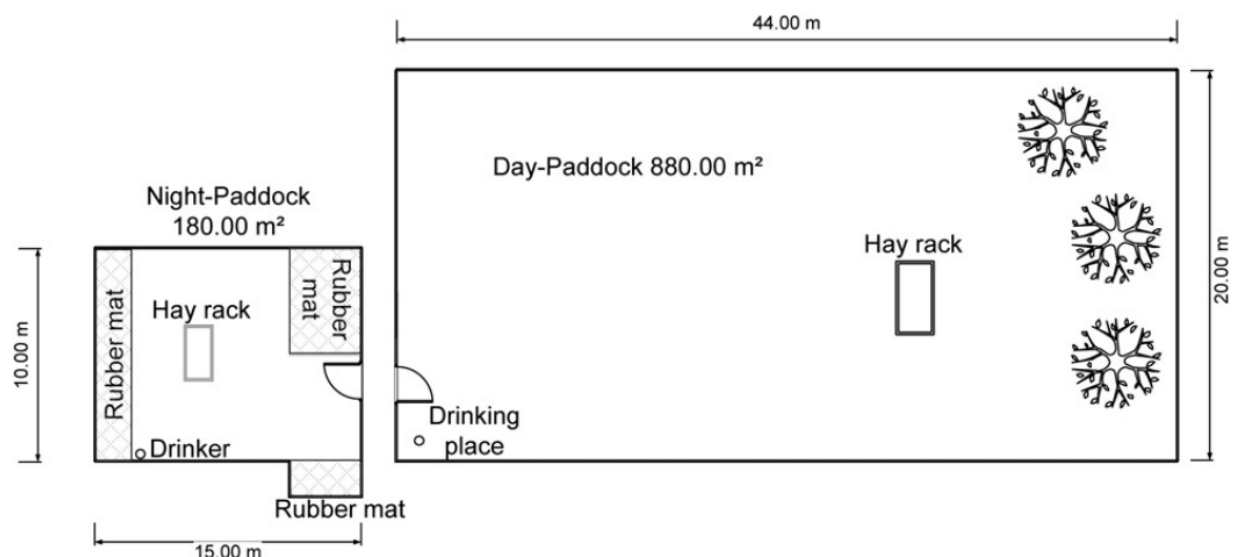


Figure 13. Aménagement du système de paddock, SP, utilisé par Rose-Meierhöfer et al. (2010)

Adapté de Rose-Meierhöfer et al. (2010)

éléments sont utilisés pour motiver le cheval à se déplacer et à ne pas rester devant le foin sur une très longue période (Rose-Meierhöfer et al., 2010). Une mangeoire automatique était présente comme élément fonctionnel (Rose-Meierhöfer et al., 2010). Un espace plus grand par cheval était aussi disponible (Rose-Meierhöfer et al., 2010). Le système de paddock, SP, consistait en un enclos sur sable avec des mangeoires à foin et un accès à l'eau (Rose-Meierhöfer et al., 2010). Il est important de noter que PS est considéré comme étant dans la catégorie des écuries ouvertes (Rose-Meierhöfer et al., 2010). Les figures 11, 12 et 13 apportent des schémas des environnements utilisés par Rose-Meierhöfer et al. (2010). Le tableau 7 suivant apporte les paramètres animal, spatial et environnemental de chaque type de logement analysé.

Tableau 7. Paramètres des types de logements utilisés par Rose-Meierhöfer et al. (2010)

	Écurie ouverte				Écurie active	
	O1	O2	O3	PS	A1	A2
Nombre de chevaux	8	9	5	14	20	7
Espace total (m ²)	1 000	750	600	800	4 500	2 000
Espace par cheval (m ²)	125	83	120	57	225	285
Abri ou box	2	1	1	3	1	1
Espace d'abri (m ²)	55	180	36	41	200	200
Espace repos par cheval (m ²)	6,9	20	7,2	4,1	10	28,6
Type de litière	Sable	Paille	Sable	Tapis de caoutchouc	Tapis de caoutchouc	Sable
Infrastructures supplémentaires ¹	+	0	0	-	++	++

Adapté de Rose-Meierhöfer et al. (2010)

Les chevaux, tous des geldings ou des juments, étaient d'âges allant entre 3 et 23 ans (Rose-Meierhöfer et al., 2010). Les races étaient aussi variées, allant de poney à Warmblood (Rose-Meierhöfer et al., 2010). Les chevaux ont été séparés aléatoirement dans l'un des environnements mentionnés précédemment (Rose-Meierhöfer et al., 2010). L'équipe de Rose-Meierhöfer et al. (2010), ont mesuré durant 24 heures le degré d'activité, aux 10 minutes, et le temps passé en position couché à l'aide de podomètres détectant l'activité, le repos et la température (ART) qui étaient fixés sur une jambe arrière du cheval. Le podomètre mesurait aussi les pas effectués par l'animal et la température de sa jambe (Rose-Meierhöfer et al., 2010).

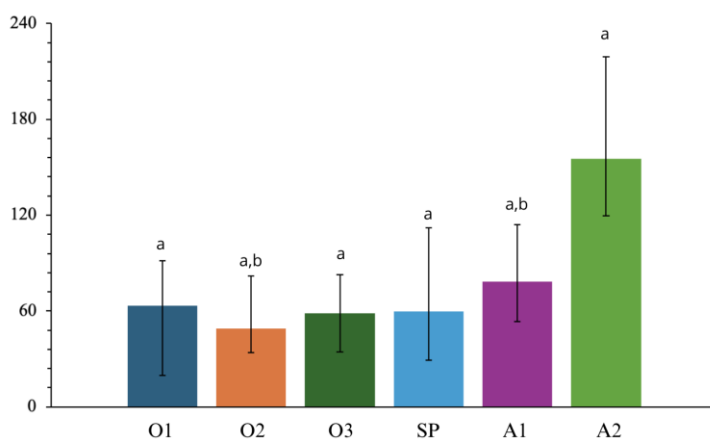


Figure 14. Moyenne de pulsations mesurées en 10 minutes pour chaque type d'environnement. a signifie une différence significative ($P \leq 0,05$) entre A2 et les autres types de logements. b signifie une différence significative ($P \leq 0,05$) entre A1 et O2.

Adapté de Rose-Meierhöfer et al. (2010)

Les résultats ont démontré que le nombre de pulsations en 10 minutes, donc les mouvements, dans les écuries actives, surtout A2, était supérieur en comparaison aux écuries ouvertes, figure 14 (Rose-Meierhöfer et al., 2010). L'écurie A1 démontrait seulement une différence significative ($P \leq 0,05$) avec l'écurie O2 qui avait la plus basse moyenne de pulsations mesurées (Rose-Meierhöfer et al., 2010). Ainsi, par ce graphique, il est possible de

comprendre que l'activité était plus élevée dans l'une des deux écuries actives (Rose-Meierhöfer et al., 2010). L'hypothèse des chercheurs a été confirmée. En revanche, il n'est pas précisé quels changements dans les types de logements ont engendré ces variations dans l'activité (Rose-Meierhöfer et al., 2010). Bien que dans l'écurie A1 et A2, l'espace par cheval était respectivement de 225 m² et de 285 m², ce qui est supérieur aux autres types de logement libre, il est possible de remarquer que le niveau d'activité n'est pas uniquement impacté par l'espace disponible (Rose-Meierhöfer et al., 2010). Il a été prouvé que la distance entre les éléments fonctionnels de l'environnement augmente le degré d'activité des chevaux (Rose-Meierhöfer et al., 2010). Cela est bénéfique en regard au bien-être, car la liberté de mouvement et la possibilité de mouvements sont

des aspects qui correspondent avec les besoins naturels des animaux grégaires (Rose-Meierhöfer et coll., 2010 ; McGreevy, 2012 ; Mellor et al., 2020).

Malheureusement, peu d'autres études sont disponibles au sujet des stabulations libres. En revanche, un consensus est de mise entre les auteurs en ce qui a trait à l'augmentation du bien-être en logement à plus d'un individu (Visser et al., 2008 ; Ruet et al., 2019 ; Lesimple et al., 2019 ; Brothwick et al., 2023). Les logements à deux favorisent l'expression des comportements naturels sociaux, réduisent les comportements de stress et les comportements associés à de la frustration, et donc améliorent le bien-être (Visser et al., 2008 ; Ruet et al., 2019 ; Lesimple et al., 2019 ; Brothwick et al., 2023). En ajoutant la possibilité d'être actif librement grâce aux stabulations libres, les chevaux pourraient combler à la fois leur besoin en contacts sociaux et en mouvement, ce qui serait très favorable à leur bien-être (Rose-Meierhöfer et al., 2010 ; Visser et al., 2008 ; Ruet et coll., 2019 ; Lesimple et al., 2019 ; Brothwick et al., 2023 ; McGreevy, 2012). En revanche, il serait nécessaire d'évaluer les comportements de dominances dans de tels environnements, ce qui pourrait être négatif au bien-être de certains. Il serait aussi judicieux de déterminer une méthode complémentaire à ce type de logement pour que les chevaux soient en mesure de brouter librement, ce qui est un autre de leurs comportements naturels (McGreevy, 2012).

4.2 Architecture et aménagement

Comme il a été prouvé précédemment que les box individuels affectent négativement le bien-être des chevaux, l'analyse des différentes architectures et aménagements de ces box sera faite. L'évaluation de l'architecture et des facteurs d'enrichissements possibles de l'environnement proximal a été réalisée par certains chercheurs Ruet et al. (2019) et Brothwick et al. (2023).

L'étude de Brothwick et al. (2023) évalue les conséquences sur le comportement, et donc sur le bien-être, de la mise au box individuel sur de courte durée (Brothwick et al., 2023). Leur but était de déterminer si les effets néfastes observables sur le bien-être dans le cas des chevaux maintenus au box sur de longues périodes seraient similaires dans le cas d'un logement de courte durée (Brothwick et al., 2023). Pour ce faire, 18 chevaux, dont 15 geldings et trois juments, âgés de 11 à 28 ans, ont été regroupés en paires en fonction de leur affinité au pâturage (Brothwick et al., 2023). Ces affinités ont été déterminées en observant leur temps de broutage et de repos ensemble, ainsi que la quantité de toilettage mutuel observée (Brothwick et al., 2023). Chaque paire a été placée aléatoirement dans un des trois environnements de box individuels, tableau 8, pour une période

d'une heure par jour durant 54 jours (Brothwick et al., 2023). Les chevaux entraient du pâturage en groupe seulement pour les observations (Brothwick et al., 2023).

Tableau 8. Différences architecturales du mur mitoyen des trois types de box individuels utilisés

Architecture	Caractéristiques
Mur complet	Dimension boxe de 3.55 m x 3.44 m (12,212 m ²) ; Mur mitoyen complet entre deux box ; Contacts physiques impossibles ; Contacts visuels impossibles, sauf si la tête passe par la porte ; Contacts auditifs et olfactifs possibles ;
Avec fenêtre grillagée	Dimension du box : 3.36 m x 3.55 ou 3.58 m (11,928 ou 12,029 m ²) ; Mur mitoyen entre deux box avec fenêtre grillagée ; Dimension de la fenêtre : 1,21 m x 0,755 m (0,914 m ²) ; Contacts physiques impossibles ; Contacts auditifs, visuels et olfactifs possibles ;
Demi-mur	Dimension de 4.67 m x 6.10 m (28,487 m ²) ; Mur mitoyen incomplet en hauteur entre deux box ; Hauteur de 1.59 m pour le demi-mur mitoyen ; Contacts physiques, visuels, auditifs et olfactifs possibles ;

Adapté de Brothwick et al. (2023)

Avant l'échantillonnage officiel des comportements, décrit ci-haut, un test de fiabilité a été réalisé dans les trois environnements avec pour trois paires de chevaux (Brothwick et al., 2023). Un total de 18 heures de vidéos a été comptabilisé et analysé par un observateur pour raffiner l'éthogramme à utiliser et pour vérifier la fiabilité des observations effectuées (Brothwick et al., 2023). De plus, les chevaux utilisés pour ces observations préliminaires n'ont pas été réutilisés dans l'étude pour ne pas biaiser les résultats (Brothwick et al., 2023). Une valeur de « percentage of agreement » de 99 % et une valeur kappa de 0,92 ont été rapportées à la suite des observations effectuées, ce qui prouve la fiabilité des observations et a permis d'officialiser l'éthogramme utilisé, tableau 9 (Brothwick et al., 2023).

L'échantillonnage des observations comportementales officielles s'est réalisé en continu par enregistrement vidéo grâce à une caméra placée dans chaque box (Brothwick et al., 2023). Ainsi, une vidéo était enregistrée pour chaque cheval dans l'environnement donné pour la période d'une heure au box (Brothwick et al., 2023). Un total de 54 heures d'enregistrements vidéo a été réalisé pour chaque cheval entre mai et juin 2021 (Brothwick et al., 2023). Les analyses statistiques des observations effectuées, grâce au logiciel *Minitab® Statistical Software v.19*, ont été effectuées sur le logiciel *Microsoft Excel 365* (Brothwick et al., 2023). Les erreurs d'observations et

d'échantillonnage ont été retirées pour favoriser au mieux la répétabilité des résultats obtenus (Brothwick et al., 2023).

Tableau 9. Éthogramme d'évaluation des comportements utilisé par Brothwick et coll. (2023)

Comportements	Définitions
Ayant une durée	
Debout alerte	Le cheval est en état d'alerte avec les yeux complètement ouverts, le cou haut et tendu, les oreilles vers l'avant et la position du corps montrant de la vigilance et regardant intensément l'environnement.
Debout au repos	Une ou les deux oreilles sur le côté, yeux et cou détendus (plus bas que lorsqu'on est en alerte).
Debout inquiet	Le cheval ne se tient pas tranquille, mais se déplace à peu près au même endroit et semble agité.
Debout endormi	Le cheval se tient debout la tête baissée, dans une posture typique de repos avec les yeux partiellement ou complètement fermés et les oreilles détendues avec le sabot au repos.
Déplacement	Mouvement de déplacement intentionnel de plus de 2 – 3 pas
Alimentation	Le cheval consomme de l'eau ou du fourrage
Séréotypies	Tic de l'ours, tic de l'air, tic du rot, mouvements stéréotypés de la tête, tic déambulatoire, lignophagie, léchage stéréotypé
Se repose près de	Un cheval en contact étroit avec un autre cheval, proche du toucher et à proximité de 1 mètre
Recherche de contacts	Le cheval tend la tête vers son compagnon du box voisin. Les positions des yeux et des oreilles suggèrent qu'il se concentre sur son compagnon.
Agression	Le cheval amorce ou subit une agression. Oreilles décontractées, tête et cou abaissés, position dominante du corps avec menace de coups de pattes ou de morsures.
Décubitus latéral	Région thoracique latérale parallèle au sol et en contact avec celui-ci. Tête immobile et jambes étendues avec peu ou pas de mouvement.
Autre	Le cheval démontre un comportement non énoncé dans les catégories précédentes, par exemple, se rouler.
En fréquence	
Touche	Les chevaux se touchent nez à nez, se reniflent, se caressent et/ou se reposent la tête sur un congénère.
Piaffe	Le cheval soulève légèrement la patte avant du sol et l'étends vers l'avant rapidement, faire glisser le bout des pieds vers l'arrière contre le sol en creusant à plusieurs reprises.
Secoue la tête	Rotation rapide de la tête, du cou et du haut du corps d'un côté à l'autre en position debout avec les sabots plantés.
Donne des coups de patte	Le cheval donne des coups de pied aux murs ou aux portes.
Défèque ou urine	Élimination des déchets solides ou liquides (fèces ou urine).
Grognelement	Le cheval a la bouche fermée, les narines grandes ouvertes et fait un bruit rauque.
Vocalisation	Le cheval émet un hennissement avec un son fort et aigu.

Adapté de Brothwick et al. (2023)

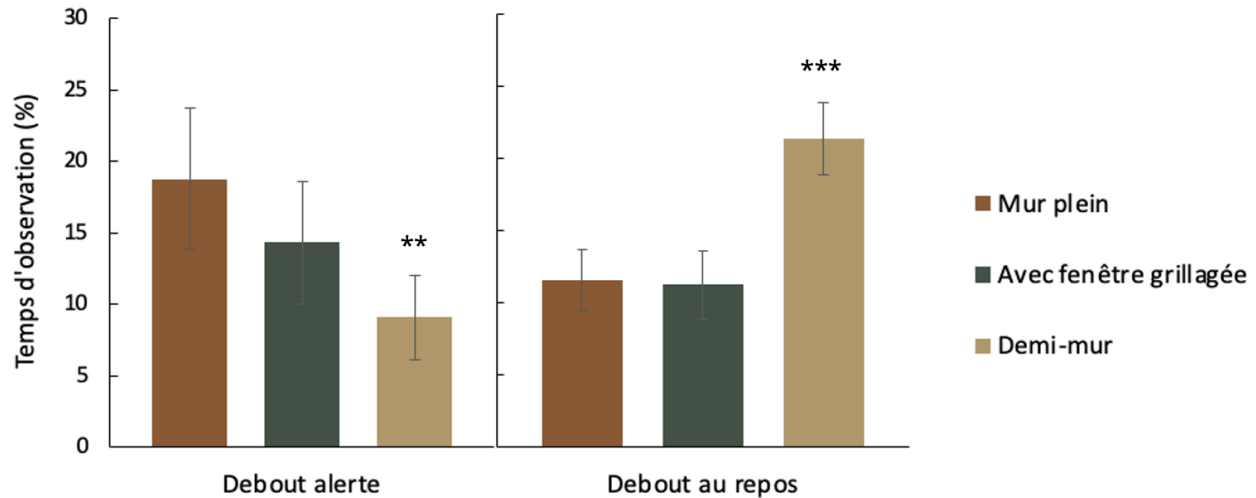


Figure 15. Pourcentage moyen du temps total (%) en position debout alerte et debout au repos selon le type d'architecture du mur mitoyen. ** indique une différence significative entre le mur mitoyen plein et le demi-mur mitoyen ($P < 0,01$). *** indique une différence significative entre le demi-mur mitoyen et les deux autres types de murs mitoyens ($P < 0,001$).

Adapté de Brothwick et al. (2023)

Les résultats d'observations démontrent que les types de mur mitoyen engendrent une différence significative ($P = 0,009$) dans l'expression des comportements liés au stress (Brothwick et al., 2023). En effet, le temps passé en position alerte est supérieur lors de la mise en box avec le mur plein en comparaison avec le demi-mur, figure 15 (Brothwick et al., 2023). De plus, le temps passé debout en position alerte est supérieur en box avec un mur mitoyen plein et avec un mur mitoyen ayant une fenêtrage grillagée, par rapport au demi-mur (Brothwick et al., 2023). En revanche, le temps passé debout au repos est similaire pour les box avec un mur mitoyen plein et les box avec fenêtrage grillagées, mais supérieures avec le demi-mur, figure 15 (Brothwick et al., 2023). Par ailleurs, pour les box ayant un demi-mur mitoyen, les résultats d'analyse démontrent une diminution du temps passé debout en posture alerte et une augmentation du temps passé debout au repos (Brothwick et al., 2023). Cela est dû à la possibilité de contacts sociaux de plus grande proximité qui réduit les comportements liés à l'hypervigilance et favorise donc un état de relaxation chez les chevaux (Brothwick et al., 2023).

Ces réponses comportementales sont possiblement dues au fait que le cheval seul doit constamment surveiller son environnement pour prévenir les risques, ce qui accentue le comportement d'hypervigilance (Ruet et al., 2019). Alors qu'avec la présence de contacts sociaux, ou en groupe, ils peuvent se fier aux signaux d'alerte des autres chevaux, ce qui réduit la présence de ce type de comportements (Vissel et al., 2008 ; Ruet et al., 2019). La diminution de contacts physiques

sociaux, occasionnée par les murs pleins et les murs avec fenêtres grillagées, induit une augmentation de l'hypervigilance de l'état physiologique de stress en général (Brothwick et al., 2023). Cet état peut aussi perturber les fonctions physiologiques des chevaux, ce qui implique une expérience négative au niveau du quatrième domaine du Modèle, celui de la santé (Mellor et al., 2020). Les effets négatifs à la santé, aux comportements, aux interactions et à l'état mental qu'engendrent les murs pleins et ceux avec fenêtres grillagées affirment que ces types d'architectures sont néfastes et non amélioratrices du bien-être des chevaux, et ce, même au court terme (Brothwick et al., 2023 ; Mellor et al., 2020). Les chevaux ont besoin d'effectuer des tentatives de contacts sociaux fréquents pour maintenir une relation avec leurs congénères (Brothwick et al., 2023). Cela est favorisé avec l'architecture incluant un mur mitoyen à demi plein en comparaison avec les deux autres types de murs (Brothwick et al., 2023). Ces derniers aspects relatifs au demi-mur démontrent que ce type d'architecture permet de mieux répondre aux comportements naturels sociaux des chevaux, et implique donc un meilleur état de bien-être pour ces animaux (Brothwick et al., 2023).

Ainsi, au court terme, l'architecture d'un box incorporant un demi-mur mitoyen affecte moins le bien-être des chevaux gardés dans ces box que les murs pleins ou que les murs avec fenêtre grillagée (Brothwick et al., 2023). En revanche, selon Ruet et al. (2019), les adaptations architecturales des box ne permettent pas un bien-être de bonne qualité chez les chevaux sur le long terme. En effet, la recherche de Ruet et al. (2019) avait pour but d'identifier les facteurs environnementaux et les facteurs de gestion qui pourraient atténuer l'incidence de la détérioration du bien-être des chevaux en boxe individuel (Ruet et al., 2019). Cette recherche apporte des conclusions complémentaires intéressantes à l'article de Brothwick et al. (2023). Pour obtenir ces conclusions, Ruet et al. (2019) ont évalué l'impact de 12 facteurs environnementaux en fonction des quatre indicateurs de bien-être mentionnés au début de la section 4 (Ruet et al., 2019). Ces 12 facteurs ont été subdivisés en quatre catégories (1) les caractéristiques du système de logement (2) l'alimentation (3) le type d'équitation (4) l'intensité de l'activité physique (Ruet et al., 2019). Les quatre comportements indiquant un bien-être détérioré ont été analysés par « scan sampling » sur 187 chevaux de race *WarmBlood* logés individuellement en boxe sans accès au pâturage (Ruet et al., 2019). Le tableau 10 apporte la répartition des caractéristiques de logement, d'âge, de sexe pour l'ensemble des 187 chevaux de cette écurie comportant quatre sites de logement (Ruet et al., 2019).

Tableau 10. Variables catégoriques et continues analysées par Ruet et al. (2019)

Variables catégoriques			
Catégorie	Facteur	Caractéristiques	Nombre
Individu	Sexe	Étalon	7
		Guelding	127
		Jument	53
	Âge (années)	4 à 7	40
		8 à 11	73
		12 à 15	60
		16 à 20	14
Environnement	Temps passé au box avec la fenêtre ouverte sur l'environnement extérieur ne comptant pas dans l'étude	0 mois	48
		Entre 1 semaine et 4 mois	32
		Entre 4 et 8 mois	20
		9 mois	87
	Présence d'une fenêtre grillagée sur le mur mitoyen	Non	77
		Oui	110
	Litière utilisée	Pas de paille	53
Alimentation	Nombre de repas de concentrés (nombre / jour)	Paille	134
		Trois	101
		Quatre	86
Équitation	Discipline	Concours complet	46
		Dressage	92
		Saut	47
		Autre (pas analysé)	2
	Degré de performance	Amateur	98
		Professionnel	34
		Expert	55
Variables continues			
Catégorie	Facteur	Nombre	
Alimentation	Quantité de la ration (kg / jour)	3.52 ± 0.04	
Activité physique	Nombre de compétition durant l'étude	8.6 ± 0.92	
	Équitation (heure / semaine)	5.7 ± 0.11	
	Heures d'activité au sol (heure / semaine)	1.9 ± 0.13	

Adapté de Ruet et al. (2019)

Les observations ont été effectuées sur place de manière régulière et répétée dans le temps par observations physiques en temps réel où l'observateur se positionnait devant le box pour trois secondes, à 1,5 m de distance, cinq fois par jour durant 50 jours (Ruet et al., 2019). Les comportements impliquant un état de bien-être négatif qui étaient observés lors du passage étaient annotés manuellement et simultanément aux observations (Ruet et al., 2019). Le tableau 11 apporte les résultats en proportion d'observations de chaque comportement selon l'ensemble des chevaux pour les 50 jours d'observations cumulés (Ruet et al., 2019).

Tableau 11. Résultats d'observations de chaque indicateur de bien-être déficient

Variables catégoriques		
Indicateur comportemental	Sous-groupe	Proportion de sujets présentant cet indicateur
Stéréotypies	Orales	14.4 %
	Locomotrices	18.7 %
Comportements agressifs		40.1 %
Variables continues		
Indicateur comportemental	Sous-groupe	Pourcentage de « scans » quotidiens durant lequel il y avait cet indicateur
« Posture dépressive »		Moyenne : 4.5 ± 0.2 %
		Min – Max : 0 – 24 %
Posture alerte		Moyenne : 1.3 ± 0.1 %
		Min – Max : 0 – 13 %

Adapté de Ruet et al. (2019)

La majorité des douze facteurs analysés n'ont pas vraiment eu d'influences significatives ($P \leq 0,05$) sur l'expression des comportements indicateurs de mauvais bien-être, sauf trois d'entre-deux : la présence de litière de paille ($P = 0,026$), la présence de fenêtre s'ouvrant vers l'environnement extérieur ($P = 0,038$) et la quantité de concentrés fournie par repas ($P = 0,038$) (Ruet et al., 2019). Les influences du type de litière sur les indicateurs de bien-être seront analysées plus loin dans cette revue. Le second facteur qui influence le bien-être est la présence d'une fenêtre donnant vers l'environnement extérieur (Ruet et al., 2019). Cet aspect diminue l'expression de l'agressivité envers l'homme en réduisant la frustration associée au fait de ne pas avoir accès à l'extérieur, en simulant celle-ci par l'ouverture de la fenêtre (Ruet et al., 2019). Cela est donc bénéfique au bien-être, mais ne permet pas de l'améliorer de façon significative (Ruet et al., 2019). Le dernier facteur est la quantité de concentrés fournie à l'animal par repas qui a un lien positif avec la présence de stéréotypies orales (Ruet et al., 2019). Comme les concentrés stimulent la sécrétion d'acides gastriques dans l'estomac, qui, lorsqu'accompagné d'une faible quantité de fourrages, peut occasionner des problèmes gastro-intestinaux qui peuvent engendrer des stéréotypies orales comme réponses adaptatives (Ruet et al., 2019). De plus, l'absence d'effets significatifs des autres facteurs environnementaux sur l'amélioration du bien-être est contradictoire avec les observations des travaux antérieurs, qui utilisaient comme sujets des chevaux allant à la fois à l'extérieur et à l'intérieur (Ruet et al., 2019). De plus, la présence de fenêtres mitoyennes, de nombres de repas augmentés, la discipline équestre et l'activité physique auraient des effets sur le bien-être des chevaux, ce qui n'était pas le cas ici (Ruet et al., 2019). L'étude de Ruet et al. (2019) apporte aussi que plus un cheval reste longtemps en logement intérieur individuel, plus son bien-être est

détérioré, ce qui peut être observé par l'augmentation, avec l'âge, de temps passé en position dépressive (Ruet et al., 2019). En effet, Ruet et al. (2019) ont remarqué que les chevaux âgés de 8 et 11 ans ($P \leq 0,01$) et les chevaux âgés de 12 à 15 ans ($P \leq 0,05$) avaient des réponses respectives significativement plus élevées aux stimuli environnementaux que les chevaux de 16 à 20 ans (Ruet et al., 2019).

Somme toute, Ruet et al. (2019) et Brothwick et al. (2023) apportent sensiblement les mêmes conclusions. Les légers changements dans l'architecture des box individuels, comme la présence de fenêtre donnant vers l'environnement extérieur et la possibilité de contacts sociaux par des demi-murs mitoyens ou des aménagements dans les murs mitoyens favoriseraient légèrement le bien-être des chevaux maintenus à l'intérieur sur le court et le long terme (Brothwick et al., 2023 ; Ruet et al., 2019). En revanche, ces mêmes changements ne permettent pas une amélioration significative du bien-être au long terme (Brothwick et al., 2023 ; Ruet et al., 2019). Ainsi, celui-ci se détériore de plus en plus, peu importe les légères modifications dans l'architecture, car le respect des comportements naturels est compromis (Brothwick et al., 2023 ; Ruet et al., 2023 ; Mellor et al., 2020 ; McGreevy, 2012). Pour optimiser au mieux le bien-être des chevaux logés à l'intérieur, il faut effectuer des changements drastiques dans la régie environnementale, comme opter pour des box à deux ou en groupe (Visser et al., 2008). Cela permettrait de répondre au besoin naturel de contacts sociaux sans restriction avec les congénères (Brothwick et al., 2023 ; Ruet et al., 2023) (Mellor et al., 2020 ; McGreevy, 2012). De plus, ces types de logements optimisent la liberté de mouvement, réduit l'hypervigilance, diminue la propension de développement d'un état mental dépressif, diminue la frustration en regard à l'environnement, diminue le développement de stéréotypies et diminue l'agressivité envers l'homme (Visser et al., 2008 ; Brothwick et al., 2023 ; Ruet et al., 2019). Cependant, comme le cheval reste un animal grégaire, la sortie à l'extérieur dans un pâturage ou une cour d'exercice devrait être priorisée aux modifications de l'environnement intérieur (Visser et al., 2008 ; Brothwick et al., 2023 ; Ruet et al., 2019). Selon plusieurs auteurs, le temps passé au pâturage serait directement lié à une diminution des stéréotypies, de l'agressivité générale et des comportements reliés au stress (McGreevy et al., 1995 ; Normando et al., 2011 ; Pessoa et al., 2016 cités par Ruet et al., 2019 ; Hockenhull et Creighton, 2015). Bref, l'amélioration du bien-être des chevaux logés à l'intérieur doit impliquer une possibilité sans restriction d'expression des comportements naturels.

4.3 Effets des conditions de logement

Les conditions de logement sont importantes à considérer, car elles peuvent engendrer des effets négatifs comme positifs sur les différents aspects du bien-être. Les types de litières utilisées dans les box à chevaux, les paramètres permettant ou non le confort du cheval à l'intérieur et la salubrité de ces mêmes environnements seront évalués dans la présente section.

4.3.1 Litière

Plusieurs types de litières peuvent être utilisés pour les logements intérieurs des chevaux. Le choix de la litière varie selon la disponibilité du matériel utilisé, du coût du matériel, de la simplicité de manutention et aussi selon les préférences du propriétaire. Un des facteurs importants à considérer lors du choix de la litière est en lien avec les effets sur le bien-être des chevaux et sur la salubrité de leur environnement. La litière joue des rôles environnementaux importants, comme l'absorption des excréments, la protection contre les impacts mécaniques, favorise l'amortissement et réduit la charge articulaire aux membres inférieurs, diminue le triage, améliore la résistance aux glissements et le confort général du cheval (Werhahn et al., 2010). Les types de litières utilisés sont variés : paille, granulés de pailles tourbe, granules de bois broyées, copeaux de bois, etc. (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2017 ; Ruet et al., 2019 ; Werhahn et al., 2010 ; Garlipp et al., 2011 ; Saastamoinen et al., 2015).

4.3.1.1 Effets sur le comportement et l'état mental

Ruet et al. (2019) ont démontré par leurs expérimentations, résumées à la section 4.2 de cette revue, que la litière de paille, en comparaison à d'autres types de litières, aurait des effets sur les comportements des chevaux logés à l'intérieur sur de longues périodes (Ruet et al., 2019). En effet, la présence de litière de paille influence, combiné à la présence d'une fenêtre dans le box donnant vers l'environnement extérieur, influence négativement le degré d'expression d'agressivité des chevaux envers l'homme (Tukey post-hoc : $Z = -2,63$, $P = 0,04$; $Z = -2,23$, $P = 0,027$) (Ruet et al., 2023). Les chevaux gardés sur de la paille sont donc moins agressifs que ceux gardés sur un autre type de litière. De plus, dans l'étude de Ruet et al. (2019) des chercheurs ont observé que les chevaux qui vivaient sur de la paille adoptent une posture alerte plus fréquemment que ceux qui ne vivaient pas sur de la paille ($Z = 2,28$, $P = 0,02$). En revanche, l'expression de ce comportement

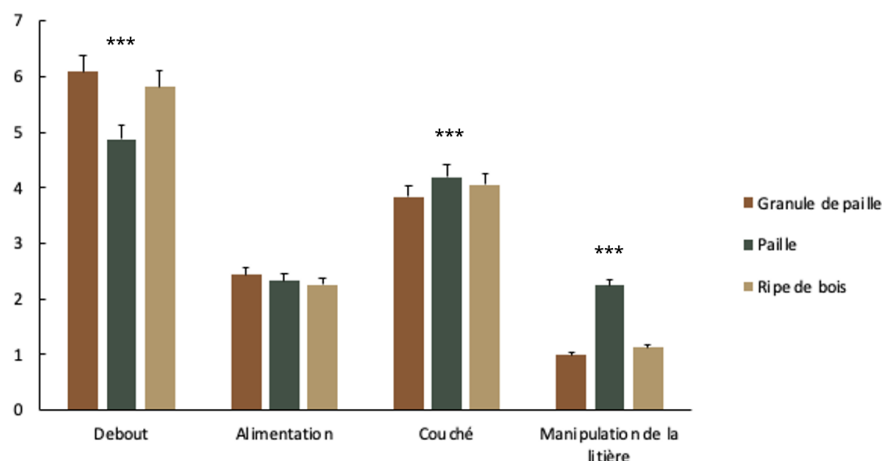


Figure 16. Durée totale d'observation (h) des comportements de position debout, d'alimentation, de position couchée et de manipulation de la litière durant les 15 heures totales d'observation selon le type de litière au sol. *** indique une différence significative ($P < 0,05$) entre les traitements.

Adapté de Werhahn et al. (2010)

est associée à une variance pertinente de seulement 4,0 %, ce qui est faiblement considérable selon l'auteur, et n'aurait donc pas d'effets significatifs sur le bien-être (Ruet et al., 2019).

Une autre étude a évalué les effets de trois différents types de litières, de la paille, des copeaux de bois et des granules de paille, sur le comportement des

chevaux logés seuls (Werhahn et al., 2010). En Allemagne, la paille est le type de litière principalement utilisé, car il est moins dispendieux, facile à acheter en différentes grandeurs, un bon absorbant et qu'il est facile de s'en débarrasser (Werhahn et al., 2010). La paille a comme désavantages d'apporter de la poussière et des spores en quantité variable (Werhahn et al., 2010). La ripe de bois est aussi utilisée comme alternative, car elle possède une qualité constante, très bonne absorbance, peu de poussière et qu'elle possède moins d'allergènes que la paille (Werhahn et al., 2010). En revanche, celle-ci est plus dispendieuse et moins évidente à éliminer (Werhahn et al., 2010). L'objectif de l'étude de Werhahn et al., (2010) était de déterminer comment les matériaux utilisés pour la litière affectent le comportement des chevaux logés dans des stalles individuelles (Werhahn et al., 2010). Quatre juments Warmblood, dont deux avec leurs poulains, ont été placées dans quatre stalles différentes (Werhahn et al., 2010). La stalle 1 comptait une jument poulinière de sept ans (D1) et son poulain (F1), la stalle 2 comptait une jument poulinière de six ans (D2) et son poulain (F2), la stalle 3 comptait une jument d'équitation de cinq ans et la stalle 4 comptait une jument d'équitation de 18 ans (Werhahn et al., 2010). L'expérience s'est déroulée sur 18 semaines divisées en trois blocs de six semaines (Werhahn et al., 2010). Chaque stalle a été soumise à chaque type de litière, paille, granule de paille et ripe de bois, au cours des 18 semaines de test (Werhahn et al., 2010). L'échantillonnage s'est effectué par capture vidéo par caméra installée sur le mur arrière de la stalle (Werhahn et al., 2010). Les comportements ont été

observés et analysés, puis regroupés en cinq catégories : alimentation, debout, couchée, manipulation de la litière et autres (Werhahn et al., 2010). La figure 16 apporte les différences entre les résultats d'analyses observés pour les différents individus en fonction du type de litière utilisée (Werhahn et al., 2010). En effet, les résultats démontrent que les chevaux passaient significativement plus de temps à manipuler la litière de paille que les autres litières ($P < 0,0001$), mais le temps passé debout était moins long en présence de litière de paille ($P < 0,0001$) (Werhahn et al., 2010). Les chevaux passaient aussi un temps total couché plus long dans la paille que dans les granules de pailles ($P = 0,0094$) (Werhahn et al., 2010). Werhahn et al. (2010) ont aussi soulevé des différences comportementales significatives entre les individus en regard au temps total passé à manipuler la litière, figure 17 (Werhahn et al., 2010). En effet, tous les chevaux, sauf D2 et F2 qui avaient du foin à consommer à l'intérieur du box, passaient plus de temps occupés avec la litière de paille qu'avec les deux autres types de litière ($P < 0,05$) (Werhahn et al., 2010).

Somme toute, selon Ruet et al. (2019) et Werhahn et al. (2010) la litière de paille serait bénéfique d'un point de vue de l'amélioration du bien-être psychologique et comportemental du cheval (Ruet et al., 2019 ; Werhahn et al., 2010). En effet, il est possible de constater une plus grande activité, des comportements reliés au stress réduit et une augmentation du temps de relaxation dans les deux études (Ruet et al., 2019 ; Werhahn et al., 2010). L'amélioration des comportements en présence de paille pour la majorité des individus observés par Ruet et al. (2019) et Werhahn et al. (2010) pourrait être expliquer par la possibilité du cheval à mieux combler ses comportements naturels et ses besoins physiologiques (Ruet et al., 2019). Par l'expression de comportements naturels et par

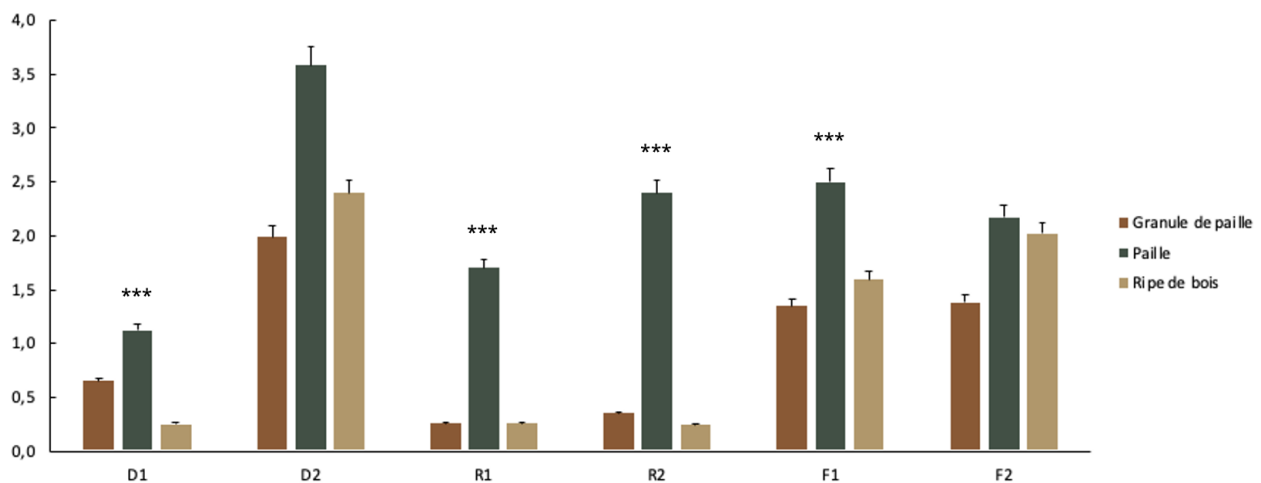


Figure 17. Temps total passé (h) par le cheval à manipuler la litière durant les 15 heures totales d'observation. *** indique une différence significative ($P < 0,05$) entre les types de litière.

Adapté de Werhahn et al. (2010)

l'optimisation du confort, cela diminue la frustration, et ainsi favorise le bien-être du cheval (Ruet et al., 2019). D'autres études ont permis de démontrer que la paille favorise le coucher au sol des chevaux, l'exploration et la quantité de consommation volontaire de matière sèche, ce qui est bénéfique pour le bien-être (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2017 ; Werhahn et al., 2010). L'utilisation d'un autre type de litière que de la paille pourrait engendrer une augmentation de comportements anormaux qui sont signe de mal-être du cheval (McGreevy et al., 1995 cités par Werhahn et al., 2010). De plus, par l'observation d'une augmentation du temps couché, il est possible de comprendre que la litière de paille favorise aussi le confort des chevaux, ce qui est bénéfique à leur bien-être (Werhahn et al., 2010).

4.3.2 Confort et salubrité

La salubrité englobe tous les aspects en lien avec l'environnement de logement et de consommation de l'animal. Dans cette revue, la salubrité environnementale, donc de la litière et les installations, sera évaluée. La salubrité de l'air sera évaluée un peu plus loin dans cette revue, alors que la salubrité de l'eau, des aliments et des installations d'alimentation ne sera pas analysée ici. Il est important de préciser que tous ces éléments liés à la salubrité sont importants à considérer, car ils sont grandement liés au niveau de santé et de confort de l'animal (Mellor et al., 2020).

Comme mentionné précédemment, la litière joue un rôle primordial dans le confort d'un cheval logé en box seul. Le choix du type de litière vient grandement influencer le confort et limiter les risques de blessures physiques de l'animal par l'adhérence et la confortabilité que celle-ci offre (Werhahn et al., 2010 ; Adam et Baillargeon, 2015). Il est cependant important de préciser que cette litière doit être en quantité suffisante pour permettre que le cheval soit bien. Chez la vache laitière, le type et l'épaisseur de litière sont directement corrélés à la prédisposition aux blessures et aux temps passés coucher (Adam et Baillargeon, 2015). Il est important de préciser que le type de litière n'engendre pas les mêmes conditions de confort (Adam et Baillargeon, 2015). En effet, une bonne litière confortable et favorisant le repos doit être non abrasive, sèche, molle et antidérapante (Adam et Baillargeon, 2015). Pour les vaches laitières, une mollesse de la litière de 8 à 10 UIC est recommandée, ce qui équivaut à environ 4,0 cm (1,5 po) de litière au sol (Adam et Baillargeon, 2015). Pour favoriser le confort et le bien-être physique des chevaux gardés au box sur de longues périodes, cette recommandation de 4,0 cm d'épaisseur de litière pourrait être

utilisée, car le sol serait adhérent et permettrait une aire de repos ou de couchage confortable (Werhahn et al., 2010 ; Ruet et al., 2019 ; Adam et Baillargeon, 2015).

La qualité de la litière vient aussi influencer le bien-être (Mellor et al., 2020). En effet, une litière souillée ne permet pas à l'animal de se coucher librement et peut engendrer des risques de blessures par manque d'adhérence, ce qui peut affecter la santé et le confort de l'animal (Adam et Baillargeon, 2015). De plus, une litière souillée peut émaner des gaz toxiques pour le cheval et pour l'homme, comme le NH_3 , CH_4 , N_2O et le CO_2 (Garlipp et al., 2011). Ces gaz peuvent occasionner des problèmes de santé physiologiques et surtout respiratoires qui seront analysés plus en détail dans la section 4.4.2 (Garlipp et al., 2011 ; Mellor et al., 2020). La salubrité de la litière vient aussi augmenter la production de bactéries et d'humidité, ce qui peut avoir des effets sur la santé des sabots de l'animal, mais aussi sur sa santé générale (Werhahn et al., 2010 ; Adam et Baillargeon, 2015).

4.4 Effets des conditions ambiantes

Comme mentionné précédemment, l'architecture des box individuels influence le bien-être sous plusieurs angles, que ce soit pour un séjour de court terme au box ou de long terme (Visser et al., 2008 ; Brothwick et al., 2023 ; Ruet et al., 2019). Évidemment, le bien-être des chevaux n'est pas uniquement affecté par l'architecture et le fait d'être isolé des congénères. Les paramètres de la régie et de la gestion de l'environnement intérieur d'une écurie peuvent influencer le bien-être de ses occupants à plusieurs niveaux. Les conditions d'ambiances sont parmi les aspects qui influencent le plus le bien-être des chevaux si elles sont inadéquates (Mellor et al., 2020). Comme mentionné précédemment, celles-ci regroupent la

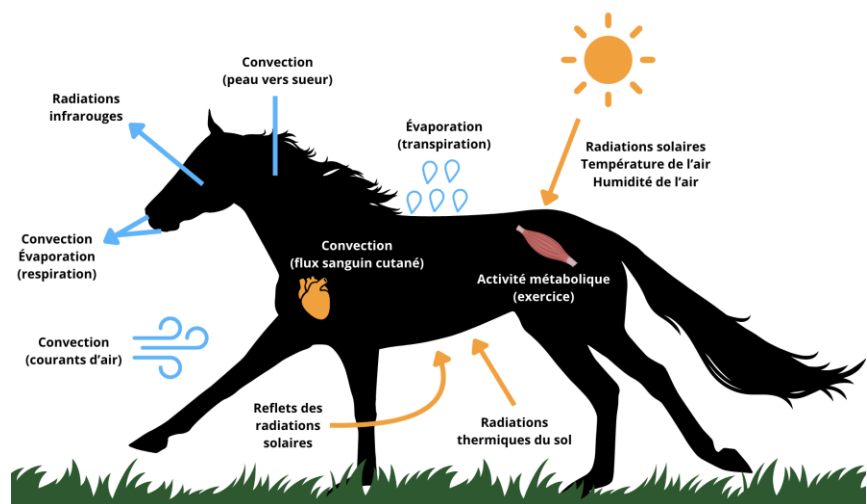


Figure 18. Transfert physique de chaleur chez le cheval à l'exercice. Le bleu signifie un mécanisme de dissipation de chaleur et le couleur orangé signifie un mécanisme d'accumulation de chaleur. Cette image a été générée par le logiciel Canva Pro 2025.

Adapté de Kang et al. (2023)

température ambiante, le taux d'humidité, la qualité de l'air et la ventilation et la luminosité (Bournival et al., 2013). La litière, la salubrité des lieux et des installations peut aussi avoir des effets sur le confort et le bien-être des chevaux (Ruet et al., 2019 ; Bournival et al., 2013 ; CNSAE, 2013).

4.4.1 Température et humidité

Le stress thermique, principalement le stress de chaleur, affecte négativement le bien-être d'une majorité d'animaux (Kang et al., 2023 ; Mellor et al., 2020). Une température trop élevée sur de courtes ou de longues périodes peut affecter négativement les processus physiologiques internes, l'alimentation, la santé et les comportements de plusieurs espèces (Mellor et al., 2020). Bien que les chevaux soient des animaux capables de thermorégulation, figure 18, par différents moyens, le stress thermique ne les échappe pas (Kang et al., 2023). En logement intérieur, il est plus rare qu'un cheval souffre d'hypothermie, mais moins rare qu'il souffre d'hyperthermie (Kang et al., 2023 ; Bournival et al., 2013; Cymbaluk, 1994). Le stress thermique peut être défini comme étant une incapacité à maintenir sa température corporelle dans les marges nécessaires au bon fonctionnement de l'homéostasie des processus physiologiques (Caufiel et al., 2014 ; Marlin, 2009 ; Spedding, 2000, cités par Kang et al., 2023). Évidemment, plusieurs méthodes et signes cliniques existent pour déceler la présence de stress thermique chez le cheval. Cependant, il est nécessaire de connaître les signes vitaux normaux des chevaux adultes et des poulains, tableau 12, lorsqu'ils sont retrouvés en zone de thermoneutralité, 5 à 25 °C, pour effectuer de meilleures observations par la suite (CNSAE, 2013 ; Kang et al., 2023).

Tableau 12. Signes vitaux des chevaux adultes et des poulains

Signes vitaux	Unités	Cheval adulte	Poulain
Pouls	Battements / minute	28 – 44	60 - 110
Rythme respiratoire	Respirations / minute	10 – 14	25 – 60
Température rectale au repos	° C	37,0 – 38,5	37,2 – 38,6

Adapté de CNSAE (2013)

Dans un environnement de logement intérieur, les chevaux ne subissent pas l'ensemble des éléments qui affectent leur thermorégulation, figure 18. Un cheval au repos maintenu dans un box individuel sur une longue période sera faiblement affecté par les radiations solaires directes et le reflet de celles-ci. En revanche, les activités métaboliques, les radiations du sol et la convection, par le gradient de température entre l'organisme et son environnement, seront toujours présentes

et affecteront la température interne de l'animal (Kang et al., 2023). Selon le type de système de gestion des conditions d'ambiances présent dans l'écurie, le cheval peut utiliser l'ensemble des méthodes de dissipation de la chaleur présentées en bleu à la figure 18 (Kang et al., 2023). Cependant, comme la majorité des mécanismes de dissipation de chaleur implique des échanges avec le milieu, il faut des conditions adéquates, température, humidité et ventilation, pour que le cheval puisse adéquatement réguler sa température et maintenir ses signes vitaux aux valeurs souhaitées, tableau 12 (Kang et al., 2023).

4.4.1.1 Hyperthermie

Les chevaux adultes se retrouvent en stress de chaleur lorsque leur température corporelle excède 38,5 °C (Kang et al., 2023). Il a été grandement documenté que la température corporelle augmente significativement en fonction de l'augmentation des températures et de l'humidité ambiantes (Sorko et al., 2017; Minka et Ayo, 2016 ; Aujard et Vasseur, 2001, cités par Kang et al., 2023). Des conditions climatiques chaudes, > 20 °C, induisent une augmentation de la température corporelle, mais aussi de la transpiration (Morgan, 1998). Dans des conditions très chaudes, > 30 °C, et humides, > 90 %, une augmentation de la température corporelle, mais aussi une restriction la dissipation chez le cheval (Hodgson et al., 1994, cités par Kang et al. 2023). Dans un logement intérieur, ces caractéristiques ambiantes peuvent être rencontrées à cause de conditions climatiques extérieures extrêmes, d'accumulation de chaleur au sol ou dans les infrastructures, d'une densité trop élevée d'animaux et d'un manque de ventilation (Bournival et al., 2013 ; Kang et al., 2023). La détection des signes d'hyperthermie chez le cheval inclut une augmentation du rythme respiratoire et cardiaque, des naseaux dilatés, des comportements et une démarche imprévisible, une sudation abondante et une température corporelle très élevée (Kang et al., 2023). Prendre la température rectale du cheval est la méthode la plus utilisée chez les chevaux (Hall et al., 2019. ; Marlin et al., 199 ; Collins et al., 2016 ; Ramey et al., 2011, cités par Kang et al., 2023). En revanche, les méthodes de prise de mesure par thermographie infrarouge, par ingestion d'une pilule téléométrique de mesure de température et par des micropuces thermiques permettent des prises de mesures de température moins invasive et parfois plus sécuritaire pour le manipulateur (Kang et al., 2023).

Lorsque vécus sur une courte période temporelle, les effets du stress de chaleur sont divers. Chez les chevaux, qui ne halètent pas et qui respirent uniquement par les naseaux, une augmentation de

la fréquence respiratoire, servant à dissiper de la chaleur corporelle, a été rapportée durant les périodes de charge thermique élevée (Kohn et Hinchcliff, 1995, cités par Kang et al., 2023). Lors de longues périodes de stress thermique, les fonctions de régulation de la température sont maximisées afin de préserver l'intégrité des systèmes biologiques (Kang et al., 2023). L'organisme s'adapte donc, mais le stress de chaleur soutenu peut modifier de nombreux aspects relatifs aux systèmes physiologiques et anatomiques du cheval et affecter à différents niveaux le bien-être du cheval (Kang et al., 2023 ; Mellor et al., 2020). Du côté homéostatique, des modifications de la plage normale de température corporelle et de la disposition des graisses corporelles peut être perçue (Bernabucci et al., 2010 ; Collier et al., 2019, cités par Kang et al., 2023) L'épaisseur du pelage et la densité du poil peut être affectée (Bernabucci et al., 2010 ; Collier et al., 2019, cités par Kang et al., 2023). La qualité de la reproduction peut être affectée négativement par : une altération de la qualité des ovocytes, une suppression de l'hormone de libération de gonadotrophine (GnRH)· une diminution du nombre de récepteurs de GnRH, une réduction du nombre de follicules de taille moyenne, une altération du développement embryonnaire et un développement fœtal anormal (Ai-Katanani et al., 2002 ; Satué et al., 2021 ; Hansen, 2009 ; Simizu et al., 2005 ; Roth et al., 2000 ; Bernabucci et al., 2010 ; Collier et al., 2019 ; Ealy et al., 1993 ; Mortensen et al., 2009 ; Smith et al., 2012 ; Yu et al., 2022, cités par Kang et al., 2023). Le stress thermique affecte aussi négativement le système endocrinien dans la régulation des processus physiologiques, dont la thermorégulation par la sudation (Sawka et al., 2001 ; McCutcheon et Geor, 200 ; Sneddon et al., 2008, cités par Kang et al., 2023). L'augmentation de l'abreuvement et la diminution de la consommation volontaire de matière sèche sont aussi observées (Kang et al., 2023). Plusieurs problématiques de santé plus graves peuvent survenir, dont les coups de chaleur, qui sont très préoccupantes chez les chevaux dont l'environnement thermique est variable (Leon et Helwing, 2010, cités par Kang et al., 2023). Un coup de chaleur est souvent détecté chez un cheval qui démontre des signes de dépression ou de faiblesse, qui refuse le travail, qui a un appétit diminué, qui fait de la tachycardie, qui a une température rectale élevée (41 à 43 °C), qui est léthargique, qui démontre une mauvaise transpiration et une réponse au remplissage capillaire lente (Padalino et al., 2017 ; Orsini and Divers, 2014, cités par Kang et al., 2023). Les chevaux peuvent avoir des atteintes au système nerveux, au foie, aux reins, aux muscles au cerveau et à leur état mental (Peiris et al., 2017 ; Leon et Helwing, 2010, cités par Kang et al., 2023).

4.4.1.2 Hypothermie

Les chevaux au Québec subissent les effets des températures froides et hivernales (Bournival et al., 2013). Comme mentionné à la section 5.4.1, les types de bâtiments interviennent dans les conditions ambiantes de logement intérieur. Un bâtiment faiblement ou non-isolé peut conduire la température au cheval par le sol ou les infrastructures (Bournival et al., 2013 ; Kang et al., 2023). Bien que les chevaux s'adaptent bien à des conditions climatiques froides, des effets sont perceptibles sur leur environnement, mais aussi sur eux (OMAF, 2022). La température la plus froide que les jeunes chevaux et que les chevaux vivants à l'intérieur sont en mesure de tolérer sans effets considérables sur leurs bien-être et leur état physiologique est de 0 à 5 °C (Young et Coote, 1973, cités par Morgan, 1998). Les chevaux compensent les diminutions de températures ambiantes en augmentant l'épaisseur de leur pelage et la densité de leur poils (Bernabucci et al., 2010 ; Collier et al., 2019, cités par Kang et al., 2023). Comme peu de recherche est rendue disponible chez les chevaux, l'analyse des effets de l'hypothermie se fera à l'aide de l'article de Stephen, Baptiste et Townsend (2000), qui avait pour but de décrire les signes cliniques et les pathologies cliniques retrouvées chez les ânes souffrant d'hypothermie. Bien que les chevaux souffrent moins d'hypothermie que les ânes, les effets physiologiques et anatomiques sont semblables (Stephen, Baptiste et Townsend, 2000). L'hypothermie peut être accidentelle ou causée par une condition médicale à la suite d'un traitement ou un examen (Stephen, Baptiste et Townsend, 2000). Dans le présent cas, l'hypothermie de type « accidentel » sera davantage explorée.

Stephen, Baptiste et Townsend (2000) ont utilisé des données récoltées à partir de différentes recherches antérieures. Les premiers résultats obtenus, qui prouvent que l'âne est plus à risque que le cheval de subir de l'hypothermie, sont présentés au tableau 13.

Tableau 13. Données d'hospitalisations des chevaux et des ânes dans l'ouest canadien de 1988 à 1998

	Hospitalisation		
	Totales	TR < 35 °C ¹	Proportion (%)
Cheval	10 169	12	0,1180
Âne	64	10	15,625

¹ TR < 35 °C : Température Rectale < 35 °C

Adapté de Stephen, Baptiste et Townsend (2000)

Il y a donc eu significativement ($P < 0,001$) plus d'hospitalisation avec hypothermie chez les ânes que chez les chevaux durant cette période (Stephen, Baptiste et Townsend, 2000). Sur les 12

chevaux, deux étaient des adultes et 10 étaient des poulains naissants, alors qu'aucun nouveau-né n'a été affecté chez les ânes (Stephen, Baptiste et Townsend, 2000). Ils ont remarqué, chez l'âne, que l'âge moyen d'hypothermie était de six ans (Stephen, Baptiste et Townsend, 2000). Les ânes en hypothermie étaient majoritairement en bonne condition de chair, mais étaient faibles physiquement (Stephen, Baptiste et Townsend, 2000). La cause principale de l'hypothermie chez les ânes et les poulains était de l'hypothyroïdie, un mal fonctionnement de la glande thyroïde qui influence négativement les processus de thermorégulation (Stephen, Baptiste et Townsend, 2000). La température ambiante ne semblait pas affecter les chevaux, mais semblait affecter les ânes démontrant une thermorégulation affectée par des problématiques immunitaires ou par l'âge (Stephen, Baptiste et Townsend, 2000).

Ainsi, selon les résultats de l'étude de Stephen, Baptiste et Townsend (2000), il est possible de remarquer que les chevaux ont des capacités physiologiques et des adaptations anatomiques qui leur permettent de mieux s'adapter aux temps froids que les ânes. Les chevaux qui ont souffert d'hypothermie durant cette période étaient déjà en situation précaire au niveau de la santé (Stephen, Baptiste et Townsend, 2000). Il est difficile d'évaluer le bien-être des chevaux dans des conditions de logement intérieur plus frais, étant donné la faible disponibilité des articles de recherche à ce sujet. Cependant, il est possible de conclure que, même si le froid semble désagréable à l'homme, il ne semble pas l'être autant pour les chevaux.

4.4.1.3 Gestion de la température

En somme, l'hyperthermie est très nocive pour les chevaux et doit être prévenue. Une température ambiante de -15 à 10 °C est associée à un minimum d'activité métabolique, en environnement sans conditionnement de l'air (McBride et al., 1983, cités par Morgan, 1998). Lorsque combiné à la zone de thermoneutralité de 5 à 25 °C, considérée pour une majorité d'espèces d'animaux d'élevage, la zone large de températures possible est de -15 à 25 °C (Morgan, 1998 ; Bournival et al., 2013 ; Kang et al., 2023). Ainsi, la zone de thermoneutralité doit être visée dans l'écurie (Morgan, 1998). Les chevaux n'ont pas les mêmes températures de confort (Morgan, 1998). La température optimale pour un cheval donné peut être adaptée selon l'absence des signes de stress thermiques, sections 4.4.1.1 et 4.4.1.2., et la présence de comportements normaux du cheval. Si l'environnement le permet, par la présence d'isolation ou de système de refroidissement d'air et de ventilation, il serait idéal de maintenir la température de l'écurie juste au-dessus du barème

inférieur, 5 °C, de la zone de thermoneutralité optimale (Morgan, 1998). De plus, en hiver, il serait important de maintenir une ventilation régulière, sans être excessive pour permettre une bonne qualité de l'air (Morgan, 1998). Si le bâtiment n'est pas isolé et que la température devient trop froide pour le bien-être du cheval, le port de couvertures à degré d'isolation convenable pourrait être utilisé (Morgan, 1998). Cela engendrerait une diminution de la convection entre l'environnement et le cheval, lui permettrait un meilleur maintien de sa température corporelle et favoriserait ainsi son bien-être physiologique (Kang et al., 2023 ; Mellor et al., 2020).

Pour l'été, encore une fois selon le type d'installations intérieures, il est important que la température reste dans la zone de thermoneutralité (Kang et al., 2023). Les effets négatifs du stress de chaleurs étant nombreuses chez les chevaux et aggravant directement leur santé et leur bien-être, il est judicieux d'opter pour l'atteinte d'une température optimale dans la stalle (Kang et al., 2023 ; Mellor et al., 2020). L'utilisation de ventilateurs serait une méthode de refroidissement de l'environnement intérieure à utiliser en période de chaleur (Kang et al., 2023 ; Jay et al., 2019). D'autres méthodes existent pour refroidir les chevaux en périodes chaudes et humides, étant donné que leur capacité de thermorégulation est plus faible (Takahashi et al., 2020). Les auteurs ont

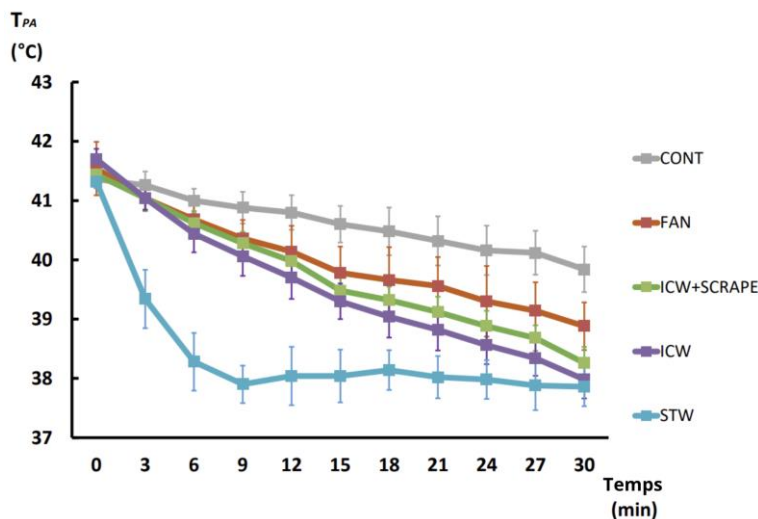


Figure 19. Diminution de la température de l'artère pulmonaire (T_{PA}) durant 30 minutes. CONT, condition contrôle sans refroidissement ; FAN, refroidissement avec un courant d'air de 3.0 m/seconde ; ICW + SCRAPE, refroidissement par application intermittente d'eau froide avec raclage ; ICW, refroidissement par application intermittente d'eau froide sans raclage ; STW, refroidissement par douche d'eau tiède constante.

Adapté de Takahashi et al. (2020)

analysé cinq méthodes de refroidissements chez des chevaux ayant été entraînés dans des conditions chaudes et humides (Takahashi et al., 2020). Bien que cette revue de littérature ne porte pas sur l'exercice des chevaux dans ces conditions, il est intéressant de déterminer les méthodes qui favorisent le mieux la diminution de

la température corporelle des chevaux qui pourraient être utilisés pour les chevaux vivants des conditions de logement intérieur chaudes et humides. Cinq chevaux

Touroughbreds ont été entraînés dans

un environnement de 31,8 °C jusqu'à ce que leur température artérielle atteigne 42 °C (Takahashi et al., 2020).

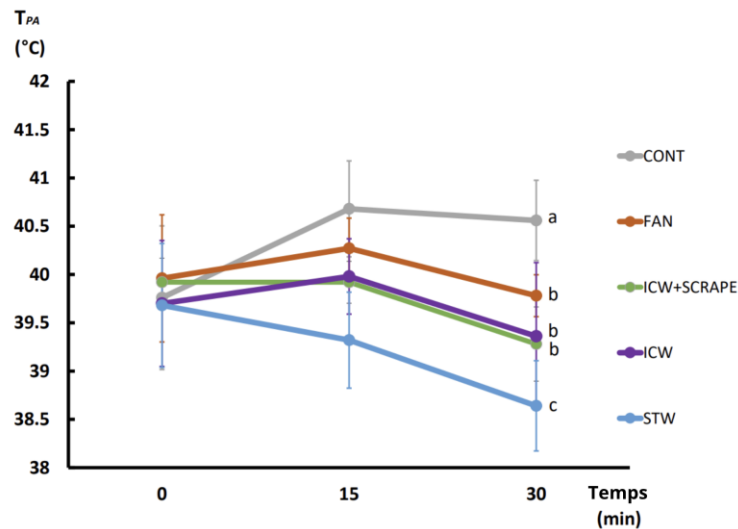


Figure 20. Température rectale durant les 30 minutes de période de refroidissement avec toutes les méthodes de refroidissement. Les lettres en haut des barres verticales indique une différence significative ($P < 0,05$) selon l'analyse de variance à mesures répétées unidirectionnelles. CONT, condition contrôle sans refroidissement ; FAN, refroidissement avec un courant d'air de 3.0 m/seconde ; ICW + SCRAPE, refroidissement par application intermittente d'eau froide avec raclage ; ICW, refroidissement par application intermittente d'eau froide sans raclage ; STW, refroidissement par douche d'eau tiède constante.

Adapté de Takahashi et al. (2020)

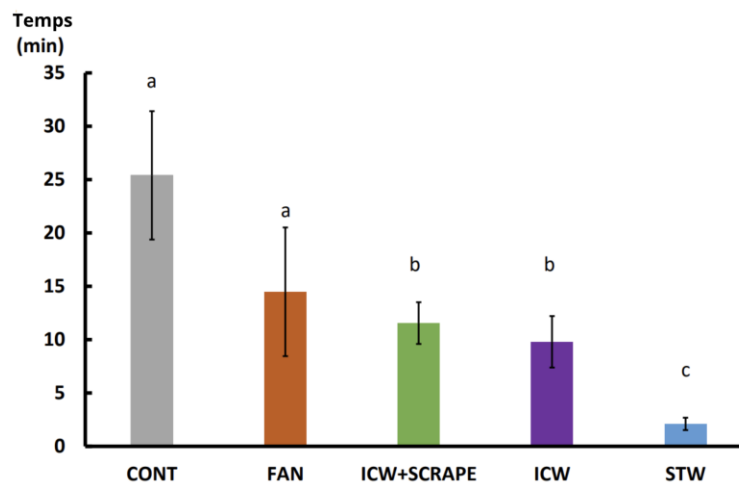


Figure 21. Temps de refroidissement pour l'atteinte d'une température pulmonaire de 39 °C. Les lettres en haut des barres verticales indiquent une différence significative ($P < 0,05$) selon l'analyse de variance à mesures répétées unidirectionnelles. CONT, condition contrôle sans refroidissement ; FAN, refroidissement avec un courant d'air de 3.0 m/seconde ; ICW + SCRAPE, refroidissement par application intermittente d'eau froide avec raclage ; ICW, refroidissement par application intermittente d'eau froide sans raclage ; STW, refroidissement par douche d'eau tiède constante.

Adapté de Takahashi et al. (2020)

Par la suite, ils ont comparé, par carré latin 5 x 5, le temps nécessaire pour que la température artérielle redescende à $< 39^{\circ}\text{C}$, et ont mesurés la température rectale à 30 minutes post-exercice, selon les cinq méthodes de refroidissement suivantes : marche sans méthode de refroidissement (CONT), marche avec des courants d'air constants de 3,0 m/s (FAN), marche avec application intermittente d'eau froide à 10°C avec raclage (ICW + SCRAPE), marche avec application intermittente d'eau froide à 10°C sans raclage (ICW), immobile avec application d'eau tiède à 26°C par un arroseur douche en continu (STW) (Takahashi et al., 2020). Les cinq chevaux n'avaient pas eu de différences significatives dans l'augmentation de leur température artérielle (T_{PA}) à l'effort (Takahashi et al., 2020). Il a été possible de remarquer qu'après 30 minutes d'évaluation de la T_{PA} au refroidissement, figure 19, la méthode STW était celle qui avait engendré la plus grande vitesse de diminution de la température (Takahashi et al., 2020). Une différence significative ($P < 0.5$) est présente entre les méthodes sans utilisation d'eau et les méthodes avec utilisation d'eau froide, mais la méthode utilisant de l'eau tiède constante est significativement plus rapide que les quatre autres, figure 20 (Takahashi et al., 2020). La température rectale a été significativement plus élevée ($P < 0.5$) à 30 minutes pour CONT que pour STW, qui était nettement plus faible, et que les trois autres méthodes, figure 21 (Takahashi et al., 2020). Le refroidissement par STW a nécessité 20 fois plus d'eau que les méthodes ICW+SCRAPE et ICW et était en contact constant avec la surface de l'animal (Takahashi et al., 2020). Comme l'eau est un très bon conducteur thermique et qu'il favorise grandement la thermorégulation des chevaux, les résultats obtenus concordent avec la physique de thermorégulation (Takahashi et al., 2020). La méthode CONT et FAN démontre qu'il est bénéfique d'utiliser une ventilation pour réduire la température corporelle du cheval, mais que, dans le cas d'un stress de chaleur, l'application d'eau sur le cheval serait une meilleure solution pour diminuer sa température corporelle (Takahashi et al., 2020).

Ainsi, dans le cas où le logement intérieur induirait un stress thermique au cheval, une application d'eau tiède à 26°C sur l'ensemble du corps en continu pour environ cinq minutes permettrait de réduire sa température corporelle (Takahashi et al., 2020). Cela serait grandement bénéfique pour sa santé, en réduisant les risques associés aux coups de chaleur (Kang et al., 2023 ; Takahashi et al., 2020). Ainsi, un environnement à température dans les marges de thermoneutralité et un niveau d'humidité adéquat sont souhaitables pour un bien-être optimal en logement intérieur (Takahashi et al., 2020 ; Kang et al., 2023 ; Morgan, 1998 ; Mellor et al., 2020).

4.4.2 Conditions de l'air ambiant et ventilation

Dans les écuries, plusieurs sources de contaminants qui ont des impacts sur la qualité microbiologique et physique de l'air sont présentes, comme la litière, les réactions chimiques et microbiologiques entre la litière et les déjections, les aliments, les rejets de gaz toxiques de l'animal, etc. (Bøe et al., 2017 ; Wolny-Koldaka, 2018 ; Kwiatkowska-Stenzel et al., 2017 ; Saastamoinen et al., 2015 ; Garlipp et al., 2011). La ventilation peut ou non améliorer la qualité de l'air dans certains cas. Elle sera analysée à la suite de l'analyse des aspects de la qualité de l'air.

4.4.2.1 Qualité de l'air

Les chevaux doivent se trouver dans un environnement où l'air est respirable et ne leur occasionne pas de risque de santé (Saastamoinen et al., 2015). Pour évaluer les besoins en ventilation et les changements d'air nécessaires à une bonne qualité de l'air, il faut bien comprendre ce qu'est un air de mauvaise qualité. Les contaminants qui seront analysés plus en détail ici sont les gaz nocifs et la concentration de poussière et de microorganismes de l'air.

Gaz toxiques

Comme mentionné précédemment, la litière peut dégager des gaz toxiques, mais aussi de la poussière et des microorganismes dans l'air. Dans leur étude, Garlipp et al. (2011) se sont penchés sur les gaz produits par le contact de différents types de litière combinés aux déjections des chevaux. Ils se sont principalement concentrés sur la production de NH_3 , CH_4 , N_2O , CO_2 , H_2O provenant d'une litière accumulée fabriquée artificiellement à l'aide de 25 kg de litière, 60 kg de fèces de cheval et 60 L d'urée (Garlipp et al., 2011). Ils ont mesuré, durant 19 jours, les émanations de gaz avec de la litière de paille de blé, de la paille de seigle et de la rive de bois dans trois chambres isolées (Garlipp et al., 2011).

Les résultats obtenus, démontrent que le matériel avait une différence significative ($P < 0,0001$) sur la génération de gaz, sauf pour le H_2O ($P = 0,1846$) et que la période de 19 jours de l'expérience exerçait une influence significative seulement sur la génération de H_2O ($P = 0,0005$) (Garlipp et al., 2011). Les figures 22 et 23 apportent les concentrations moyennes de chaque gaz généré pour les trois types de litières durant la période expérimentale.

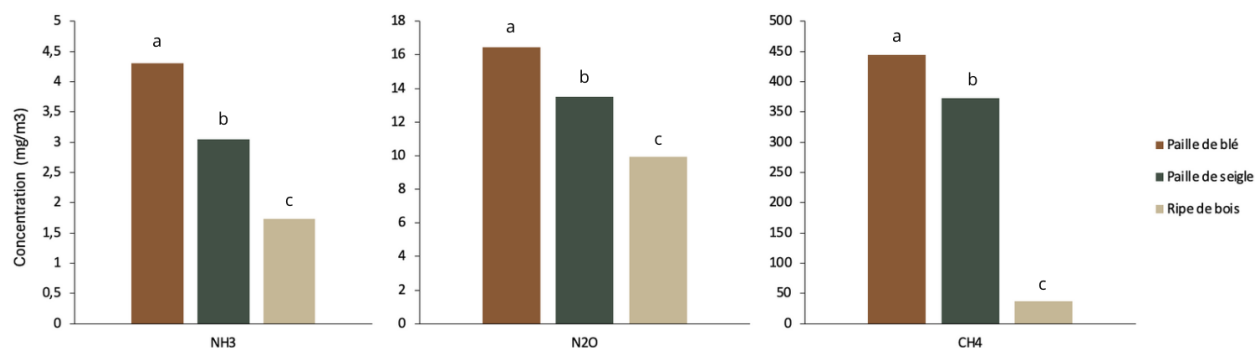


Figure 23. Concentration moyenne (mg/m³) d'ammoniac (NH₃), de protoxyde d'azote (N₂O) et de méthane (CH₄) produits durant les 19 jours de test. Les lettres (a,b,c) différentes démontrent une différence significative ($P < 0,05$) entre les types de substrats.

Adapté de Garlipp et al. (2011)

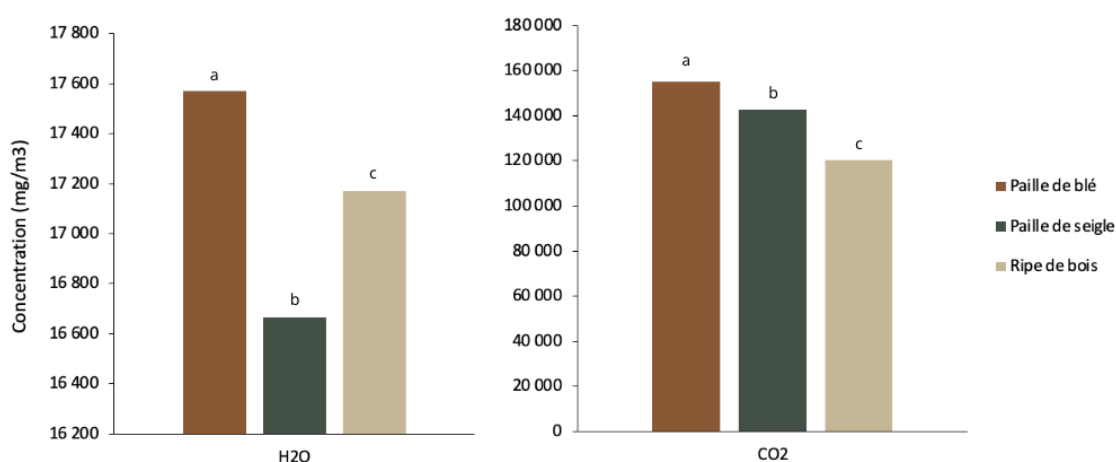


Figure 22. Concentrations moyennes (mg/m³) d'eau (H₂O) et de dioxyde de carbone (CO₂) produits durant les 19 jours de test. Les lettres (a,b,c) différentes démontrent une différence significative ($P < 0,05$) entre les types de substrats.

Adapté de Garlipp et al. (2011)

Il est possible de remarquer que la production de NH₃ est significativement supérieure ($P < 0,0001$) pour la paille de blé en comparaison à la paille de seigle et à la ripe de bois, tableau 14 (Garlipp et al., 2011). La paille de blé a aussi généré significativement plus ($P < 0,0001$) de CH₄, de N₂O, de CO₂ et de H₂O que la paille de seigle et que la ripe de bois, tableau 14 (Garlipp et al., 2011).

Tableau 14. Concentrations moyennes émises (mg/m³) de chaque gaz par type de litière

	Concentration (mg/m ³)		
	Paille de blé	Paille de seigle	Ripe de bois
NH ₃	4,31	3,05	1,73
CH ₄	444,26	372,65	37,22
N ₂ O	16,46	13,49	9,92
CO ₂	155 264,78	142 614,62	120 200,65
H ₂ O	17 571,49	16 665,31	17 169,40

¹ ** signifie une différence significative par rapport aux deux autres traitements ($P < 0,0001$)

Adapté de Garlipp et al. (2011)

Garlipp et al. (2011) ont donc conclu que la litière de paille de blé émettait davantage de gaz toxique, combinée aux déjections des chevaux, que les autres types de litières. Les analyses et aspects affectant la santé et le bien-être des chevaux qu'apportent ces mêmes auteurs seront discutés après un bref apport d'informations sur la production de gaz dans un environnement plus commun dans le monde équin, les box individuels (Ruet et al., 2019 ; Garlipp et al., 2011).

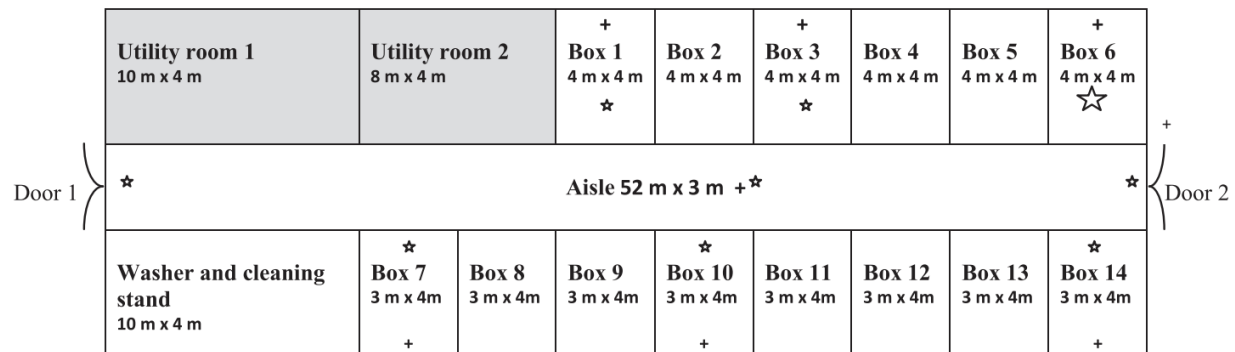


Figure 24. Schéma de l'écurie utilisée par Kwiatkowska-Stenzel et al. (2014), dont les * indiquent les emplacements des appareils de mesure des gaz et où + indique les emplacements des appareils de mesure de la température et de l'humidité.

Adapté de Kwiatkowska-Stenzel et al. (2014)

Kwiatkowska-Stenzel et al. (2014) ont évalué la prévalence quantitative et qualitative des gaz nocifs dans les écuries selon le moment de la journée, l'endroit dans l'écurie et la hauteur. Les gaz (NH_3 , SO_2 , COS, HCN, CH_4 , N_2O et CO) ont été évalués dans des box où les chevaux sortaient à l'extérieur de six heures par jour, mais aussi dans des box où les chevaux sortaient uniquement pour les entraînements (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2014). La figure 24 démontre le positionnement des systèmes de mesures dans l'écurie (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2014). Le tableau 15 apporte les différentes concentrations des gaz toxiques selon les aspects mesurés par les chercheurs (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2014). Les résultats obtenus démontrent des différences significatives ($P < 0,01$) entre les concentrations de NH_3 , COS et CH_4 et les autres gaz présents, ce qui est normal, étant donné que ce sont des gaz produits par l'animal (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2014). La concentration de CH_4 , COS, N_2O , NH_3 , et CO la plus élevée était à 4 :00 du matin (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2014). Il n'y avait pas de différences significatives ($P < 0,01$) pour le moment de la journée où les concentrations de S_2O et HCN étaient plus élevées, mais une tendance à la hausse de ces gaz était présente vers 12 :00 AM, ce qui pourrait être dû aux activités humaines dans l'écurie (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2014). Il n'y a pas eu de différences significatives ($P < 0,01$) entre les hauteurs de mesures, mais une tendance de présence plus élevée de NH_3 , SO_2 , CH_4 ,

et CO à 150 cm et de HCN à 20 cm (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2014). Il y avait significativement plus de NH₃ et de SO₂ dans les box que dans l'allée (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2014).

Tableau 15. Concentrations moyennes (mg/m³) de gaz nocifs¹ selon le moment de la journée, la hauteur de mesure dans le box et l'endroit dans l'écurie

	Concentrations moyennes (mg/m ³)						
	NH ₃	SO ₂	COS	HCN	CH ₄	N ₂ O	CO
Moment de la journée							
4 :00 (Box)	1,56 ^A	2,03	0,11 ^A	0,30	7,70 ^A	0,16	0,32
12 :00 (Box)	0,57 ^B	2,34	0,05 ^B	0,31	2,08 ^C	0,08	0,33
20 :00 (Box)	0,64 ^B	2,00	0,05 ^B	0,29	5,61 ^B	0,12	0,25
4 :00 (Allée)	0,95 ^A	2,45	0,11 ^A	0,27	7,36 ^A	0,14	0,37
12 :00 (Allée)	0,37 ^B	2,68	0,03 ^B	0,33	2,34 ^C	0,12	0,32
20 :00 (Allée)	0,40 ^B	2,26	0,08 ^A	0,31	5,42 ^B	0,12	0,28
Hauteur							
20 cm (Box A)	0,88	1,78	0,08	0,36	4,97	0,10	0,28
150 cm (Box A)	0,91	1,89	0,08	0,24	5,97	0,10	0,28
150 cm (Box B)	0,66	2,59	0,08	0,32	5,88	0,12	0,32
Endroit							
Box	0,87 ^A	1,97 ^A	0,08	0,29	5,64	0,12	0,28
Allée	0,66 ^B	2,59 ^B	0,08	0,36	5,88	0,12	0,32

¹ NH₃ (ammoniac), SO₂ (dioxyde de soufre), COS (oxyde de sulfure de carbone), HCN (cyanure d'hydrogène), CH₄ (méthane), N₂O (protoxyde d'azote) et CO (monoxyde de carbone)

² Les différentes lettres (^{A,B,C}) indiquent des différences significatives ($P < 0,01$) entre les valeurs.

Adapté de Kwiatkowska-Stenzel et al. (2014)

Les résultats obtenus de ces deux études démontrent que plusieurs gaz nocifs sont produits dans les écuries et que certains très toxiques pour les chevaux sont surtout présents dans les box, NH₃ et SO₂ (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2014 ; Garlipp et al., 2011). Il serait normal qu'il y ait présence de gaz dans les bâtiments agricoles (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2014). Les gaz naturels, comme le NH₃, COS et CH₄ sont en quantité plus élevés dans les environnements où les animaux restent sur de longues périodes, comme c'était le cas dans l'article de Kwiatkowska-Stenzel et al. (2014). En revanche, si les quantités d'ammoniac dépassent 15 mg/m³, les chevaux pourraient subir des problématiques du tractus respiratoire, de l'irritation des yeux et des membranes respiratoires et une augmentation de la prédisposition aux infections microbiennes et parasitaires (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2014). L'ammoniac n'est pas le seul gaz nocif pour la santé des chevaux. Les effets de tous ces gaz sur la santé ne seront pas abordés ici, car là n'est pas le but de cette revue. En revanche, il est possible de comprendre qu'une augmentation en gaz nocif induit des problématiques de santé diverses qui viennent directement affecter négativement le bien-être des

chevaux (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2014 ; Garlipp et coll., 2011 ; Mellor et al., 2020). La gestion de la qualité de l'air par la ventilation est une bonne solution et sera abordée à la section 4.4.2.2.

Poussière et microorganismes

La poussière et la concentration de microorganismes dans l'air peuvent grandement affecter le système respiratoire des chevaux et donc leur bien-être en général (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2017 ; Wolny-Koładka, 2018 ; Clement et Pirie, 2006 ; Saastamoinen et coll., 2015). Les sources de poussière respirables et de poussière de l'air, ainsi que les sources de microbes dans l'air sont variées, comme mentionné précédemment.

L'article de Kwiatkowska-Stenzel et al. (2017) avait pour but de déterminer l'influence de trois types de litière sur le degré de poussière et de contamination microbienne de l'air dans les écuries et les impacts sur le système respiratoire des chevaux en box individuel. Pour cette expérience, huit chevaux, logés dans des écuries ne comportant pas de systèmes de ventilation ni d'échangeur d'air automatisé, ont été soumis à trois types de litière : paille, tourbe et ripe de bois (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2017). Par blocs de trois semaines, les chevaux ont été soumis aux différents types de litières (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2017). La concentration des particules ($< 5 \mu\text{m}$) de l'air, la concentration en bactéries et en champignons de l'air ont aussi été mesurées (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2017).

Les résultats obtenus démontrent que le type de litière est grandement corrélé avec la présence de ces contaminants de l'air (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2017). En effet, comme visible à la figure

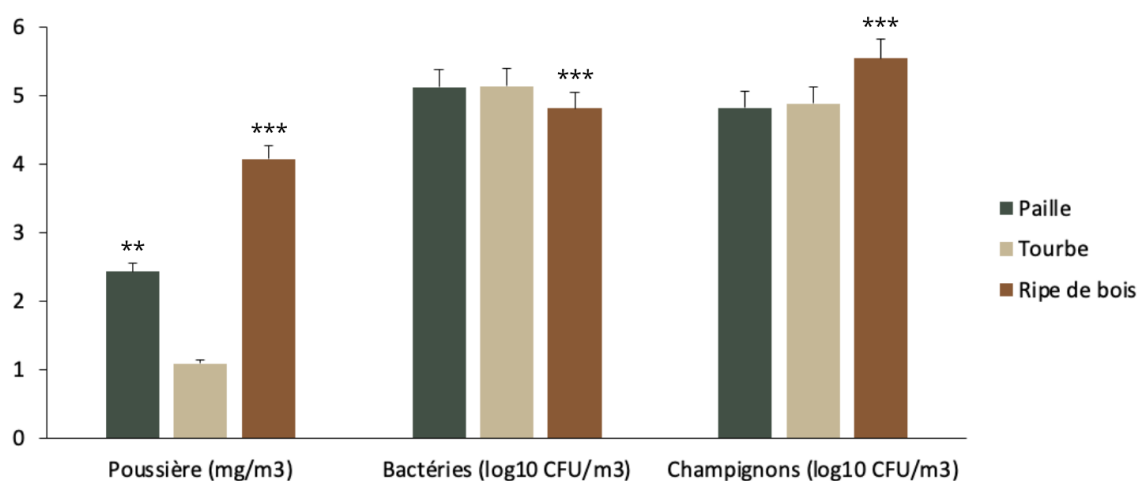


Figure 25. Effets du type de litière sur le niveau de poussière et de contamination microbienne de l'air. *** indique une différence significative ($P \leq 0,05$) entre les traitements. ** indique une différence significative entre les traitements ($P \leq 0,01$).

Adapté de Kwiatkowska-Stenzel et al. (2017)

25, la ripe de bois produit significativement plus de poussière que la tourbe ($P \leq 0,05$) et que la paille ($P \leq 0,01$) (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2017). Les bactéries dans l'air étaient davantage présentes dans les litières de paille et de tourbe que dans la ripe de bois ($P \leq 0,05$), alors que l'inverse est observable pour la présence de champignons dans l'air ($P \leq 0,05$) (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2017). Les taux de particules et de microbes dans l'air n'ont pas excédé les normes lors de cette expérience. En revanche, Kwiatkowska-Stenzel et al. (2017) se sont penchés sur les effets sanguins et respiratoires de ces concentrations dans l'air, figure 25. Aucun cheval ne souffrait d'obstruction des voies respiratoires ni d'inflammation des yeux ou des parois respiratoires (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2017). Ils ont en revanche remarqué que la pression partielle de dioxyde de carbone et de dioxyde dans le sang était respectivement plus basse et plus élevée avec la paille qu'avec les autres substrats, ce qui est souhaitable (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2017). Ils ont aussi remarqué une saturation moyenne en hémoglobine dans le sang inférieure à 95 % pour la ripe de bois, ce qui peut affecter l'apport d'oxygène aux différents processus métaboliques et engendrer des déséquilibres pouvant affecter négativement le bien-être de l'animal (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2017).

Le type de litière affecte le bien-être des chevaux comme analysé précédemment. Selon les analyses des effets de la paille sur le comportement, sur la concentration en particules et en microbes de l'air et de la paille comme substrat de litière accumulée, ce type de litière semble la meilleure option, même si les concentrations de gaz émanés semblent élevés. Une litière de paille bien entretenue pourrait améliorer le bien-être des chevaux.

4.4.2.2 Ventilation

La ventilation est d'une grande importance dans les écuries. Elle permet de rafraîchir les animaux par temps chaud, d'évacuer l'air souillé par les gaz toxiques et la remplacer par de l'air sain, de diminuer le taux d'humidité et la température ambiante, mais elle peut aussi occasionner des problématiques d'augmentation de particules fines et de microorganismes dans l'air si elle est trop élevée (Kang et al., 2023 ; Bøe et al., 2017 ; Kwiatkowska-Stenzel et al., 2014 ; Kwiatkowska-Stenzel et al., 2017 ; Wolny-Kołodka, 2018 ; Clement et Pirie, 2006 ; Saastamoinen et al., 2015).

L'utilisation de système de logement en box individuel et l'intensité de la ventilation viennent affecter différents paramètres de la qualité de l'air (Bøe et al., 2017). L'équipe de Bøe et al. (2017) ont analysé la perception des changements d'air, la température, l'humidité relative, les

concentrations de gaz toxiques, CO₂ et de NH₃, la quantité de poussière totale et la quantité de poussière respirable dans 19 box fermés selon trois intensités de ventilation (Bøe et al., 2017). L'expérience s'est réalisée en période de températures extérieures froides, en Norvège, ce qui peut s'apparenter au climat hivernal du Québec (Bøe et al., 2017). Comme l'étude se déroule en températures froides, il est important de préciser que l'été, l'importance de la ventilation est encore plus marquée, car les microorganismes sont davantage actifs, le bâtiment émane de la chaleur sur les animaux, les animaux rejettent plus de gaz toxiques, etc. (Kang et al., 2023) (Kwiatkowska-Stenzel et al., 2014 ; Kwiatkowska-Stenzel et al., 2017 ; Wolny-Koładka, 2018 ; Clement et Pirie, 2006 ; Saastamoinen et coll., 2015). En revanche, ici, seule l'analyse en hiver sera réalisée. Les résultats observés par Bøe et al. (2017), selon les niveaux de ventilation faible, moyen et élevé prescrits dans chaque écurie, est présenté au tableau 16.

Tableau 16. Conditions d'ambiances obtenues avec un taux d'échange de l'air élevée (> 200 m³/h par cheval), modéré (100 à 200 m³/h par cheval) et faible (< 100 m³/h par cheval)

Mesures	Unités	Taux d'échange de l'air			
		Moyenne	Élevé	Modéré	Faible
Taux d'échange d'air	m ³ /h/cheval	154	284	146	48
Renouvellement d'air (RA)	RA/h	2,6	4,1	3	1,1
Température intérieure	°C	7,5	6,5	7	8,8
Humidité relative intérieure	%	85,8	82,1	83,3	91
CO ₂	ppm	1800	1894	1340	1984
NH ₃	ppm	1,3	0,2	2,5	1,4
Poussière totale	mg/m ³	0,69	0,41	0,38	1,11
Poussière respirable	mg/m ³	0,05	0,03	0,06	0,05

Adapté de Bøe et al. (2017)

Avec ces résultats, il est possible de comprendre qu'une augmentation de la ventilation engendre une diminution de la température ambiante et de l'humidité relative à l'intérieur (Bøe et al., 2017). Les gaz toxiques sont aussi moins présents avec l'augmentation de la ventilation (Bøe et al., 2017). Il en est de même pour la poussière totale et respirable (Bøe et al., 2017). Ainsi, il est judicieux de mentionner que la ventilation est un bon moyen pour optimiser le bien-être des chevaux en réduisant les effets négatifs de la chaleur, de l'humidité et de la qualité de l'air (Kang et al., 2023 ; Kwiatkowska-Stenzel et al., 2014 ; Kwiatkowska-Stenzel et al., 2017 ; Wolny-Koładka, 2018 ; Clement et Pirie, 2006 ; Saastamoinen et al., 2015).

4.5 Résumé des influences et recommandations

Par les différents articles apportés dans cette revue de littérature, il a été démontré qu'au niveau du type de logement, les stabulations libres semblent le meilleur choix pour répondre aux besoins de mouvements libres, de contacts sociaux, d'exploration et de consommation continue de fourrage (Rose-Meierhöfer et al., 2010). Cependant, comme la majorité des logements intérieurs sont actuellement sous la forme de box individuels, et que les stabulations libres apportent de larges investissements, l'option des logements intérieurs à deux semble accessible à une plus grande proportion des chevaux (Ruet et al., 2019 ; Visser et al., 2008 ; Rose-Meierhöfer et al., 2010). Les logements à deux apportent tous les avantages des stabulations libres, sauf la possibilité de bouger et dépenser beaucoup d'énergie librement (Visser et al., 2008). Il serait intéressant, pour les propriétaires d'écurie ou de chevaux au Québec, d'envisager de mettre les chevaux à deux s'ils veulent favoriser leur bien-être à l'intérieur.

L'architecture du mur entre deux box semble moduler positivement ou négativement le bien-être des chevaux (Brothwick et al., 2023). En effet, lorsqu'il y a présence d'un demi-mur entre deux box individuels, les chevaux démontrent moins de comportements associés au stress et plus de comportements associés à un état psychologique positif (Brothwick et al., 2023 ; Ruet et al., 2019). Les murs avec murs mitoyens pleins et avec fenêtre grillagée empêchent ou restreignent la possibilité de contacts visuels, physiques et même auditifs entre les chevaux, ce qui apporte un état de bien-être négatif, même s'ils sont maintenus à l'intérieur pour seulement une heure (Brothwick et al., 2023). Dans le cas où les propriétaires d'écuries et de chevaux veulent maintenir les logements individuels, il serait judicieux d'opter pour une architecture de demi-mur mitoyen pour favoriser le bien-être de leurs chevaux.

Les aménagements apportés aux box individuels n'ont pas démontré qu'il était possible d'améliorer efficacement le bien-être des chevaux maintenus à l'intérieur sur de longues périodes (Ruet et al., 2019). Les deux seuls aménagements environnementaux qui semblaient diminuer légèrement la présence de comportements associés à un bien-être négatif étaient la présence d'une fenêtre s'ouvrant vers l'environnement extérieur et la présence de paille (Ruet et al., 2019). En voyant l'environnement extérieur, sa réactivité aux stimuli est augmentée, ce qui réduit sa frustration, son anxiété et même son état dépressif (Ruet et al., 2019). La paille vient lui permettre d'explorer la litière, ce qui est en lien avec l'exploration du sol qui est un comportement naturel du

cheval (Ruet et al., 2019 ; Werhahn et al., 2010). Ainsi, si le cheval est maintenu à l'intérieur seul, il serait aussi intéressant de lui offrir la possibilité de voir à l'extérieur et de fouiner dans la litière de paille (Ruet et al., 2019 ; Werhahn et al., 2010).

La température doit se situer dans la zone de thermoneutralité du cheval pour éviter l'hypo ou l'hyperthermie (Morgan, 1998). Les chevaux sont plus enclins à souffrir d'un stress de chaleur que d'un stress de froid (Kang et al., 2023 ; Stephen, Baptiste et Townsend, 2000). Dans le cas d'un stress de chaleur, les processus métaboliques, les systèmes reproducteur et endocrinien peuvent être altérés (Kang et al., 2023). Le comportement du cheval peut changer et devenir plus imprévisible (Kang et al., 2023). En stress de chaleur, le bien-être est grandement affecté négativement (Kang et al., 2023 ; Mellor et al., 2020). Il est possible d'utiliser certaines méthodes pour ramener la température corporelle du cheval à une température normale, dont l'arrosage constant avec de l'eau tiède semble la meilleure solution (Takahashi et al., 2020). En revanche, il serait important de veiller à maintenir une température dans l'écurie et au niveau des chevaux qui se situe dans la zone de thermoneutralité, et cela en optant pour des moyens de ventilations et de changement d'air (Bøe et al., 2017).

La ventilation est aussi une bonne solution pour maintenir adéquate la qualité de l'air (Bøe et al., 2017). Les gaz nocifs sont moins présents lorsqu'il y a de la ventilation près des chevaux (Bøe et al., 2017). La concentration de poussière et la charge microbienne de l'air sont aussi réduites avec l'augmentation de la ventilation (Bøe et al., 2017). Pour éviter les problématiques de santé et les blessures des voies respiratoires, il est nécessaire d'avoir de la ventilation même si elle est faible (Bøe et coll., 2017 ; Garlipp et al., 2011 ; Kwiatkowska-Stenzel et coll., 2017 ; Wolny-Koładka, 2018 ; Clement et Pirie, 2006 ; Saastamoinen et coll., 2015). La qualité de l'air aussi favorisé avec le choix de litière de paille sur de la litière non accumulée (Werhahn et al., 2010 ; Kwiatkowska-Stenzel et al., 2014). Ainsi, il serait important de prévoir un système de ventilation et d'échange d'air dans l'écurie et au niveau des chevaux, en combinaison avec la litière de paille, pour minimiser les impacts négatifs sur le bien-être de conditions ambiantes inadaptées.

5 Conclusion

Par cette revue de littérature, il est possible de comprendre que plusieurs composantes de la régie de logement intérieur influencent de manière déterminante le bien-être des chevaux. Le type de logement constitue un facteur central : les stabulations libres s'avèrent les plus favorables en permettant l'expression des comportements naturels (Visser et al., 2008 ; Rose-Meierhöfer et al., 2010). Toutefois, leur mise en œuvre demeure limitée, rendant les logements à deux une alternative réaliste et bénéfique, bien qu'ils limitent les possibilités de mouvements vigoureux (Ruet et al., 2019 ; Visser et al., 2008). L'architecture interne des box influence également l'état psychologique des chevaux : les demi-murs mitoyens permettent des interactions sociales moins restrictives, réduisant les comportements de stress et favorisant un meilleur état émotionnel (Brothwick et al., 2023). Les aménagements des box individuels ont montré une efficacité limitée, bien que certains éléments, tels que la fenêtre donnant sur l'extérieur et une litière de paille, puissent diminuer modérément les indicateurs de mal-être et favoriser les comportements s'apparentant à un bon état de bien-être (Ruet et al., 2019 ; Werhahn et al., 2010). Par ailleurs, la régulation des paramètres ambiants est primordiale. Une température stable, située dans la zone de thermoneutralité, est nécessaire pour prévenir les effets délétères du stress thermique (Morgan, 1998 ; Kang et al., 2023 ; Mellor et al., 2020). Dans ce contexte, la ventilation s'impose comme une stratégie essentielle pour assurer à la fois la régulation thermique et la qualité de l'air, réduisant la concentration de gaz nocifs, de poussières et d'agents microbiens (Bøe et al., 2017 ; Garlipp et al., 2011 ; Kwiatkowska-Stenzel et al., 2017 ; Wolny-Koładka, 2018 ; Clement et Pirie, 2006 ; Saastamoinen et al., 2015). Le choix de litière, notamment la paille, peut également participer à l'amélioration de la qualité de l'air (Werhahn et al., 2010 ; Kwiatkowska-Stenzel et al., 2014).

Ainsi, une optimisation du logement intérieur des chevaux doit nécessairement reposer sur une approche multidimensionnelle, tenant compte à la fois des aspects sociaux, comportementaux et environnementaux, afin de soutenir un bien-être équin durable. Considérant que de 32 % à 90 % des chevaux sont maintenus en hébergement intérieur individuels selon les contextes nationaux (Ruet et al., 2019), il apparaît essentiel que les futures interventions et de futures recherches s'attardent de manière plus approfondie à l'optimisation des conditions de logement en tant que levier du bien-être équin.

6 Liste des ouvrages cités

- Adam, S. et Baillargeon, J. (2015). L'étable, source de confort : Un lit douillet s'il vous p'lait!. *Valacta*. https://www.agrireseau.net/documents/Document_90163.pdf
- American quarter horse association (2025). AQHQ Rulebook [PDF] <https://www.aqha.com/documents/82601/273287534/2025+AQHA+Rulebook.pdf/07e201b7-cca0-2704-4630-95aae9590f28?t=1731959413304>
- Bøe, K. E., Dragsund, G., Jørgensen, G. H.M. et Fabian-wheeler, E. (2017). Air quality in Norwegian Horse stables at low outdoor temperatures. *Journal of equine veterinary science*, 55, 44-50.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jevs.2017.02.007>
- Bournival, J., Boutin, M., Bouvier, D., Breton, I., Brooks, L., Chazerand, L., Cinq-Mars, D., Cochrane, C., Dandurand, M., Denis, I., Deschesne, F., Deslauriers, R., Dumont, C., Elce, Y., Guilbert, J., Lajoie, A., Lapointe, A., Lauzon, J., Lavigne, P-A., Lemay, J-P., ... Villeneuve, J. (2013). *Le cheval : guide* (2^e édition). Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec.
<https://www.craaq.qc.ca/visionneuse/p/PCHE0101-PDF/6b70db92-4e8c-440d-b30e-19ff4af8b8e3>
- Borthwick, E.J., Preshaw, L., Wheeler-Lauder, C., Challinor, C., Housby-Skeggs, N., Boalch, E., Brown, S.M. et Pearson, G. (2023). Stable design influences relaxation and affiliative behavior in horses during short isolation bouts. *Journal of veterinary behavior*, 69, 1-7.
<https://doi.org/10.1016/j.jveb.2023.10.003>
- Brothwick, E.J., Pershaw, L., Wheeler-Lauder, C., Challinor, C., Housby-Skeggs, N., Boalch, E., Brown, S.M. et Pearson, G. (2023). Stable design influences relaxation and affiliative behavior in horses during short isolation bouts: Appendix A. supplementary materials. *Journal of veterinary behavior*, 69, 1-7. [Document Word]
- Canadian Horse Heritage & Preservation Society. (2023). *Canadian horse breed information*.
<https://chhaps.ca/about-the-breed/>

Cinq-Mars, D. (2025). *Contexte socio-économique de la production équine*. [Présentation PowerPoint].

<https://sitescours.monportail.ulaval.ca/ena/site/module?idSite=171539&idModule=1661695&editionModule=false&idPage=4509292>

Conseil national pour les soins aux animaux d'élevage. (2013). *Code de pratiques pour le soin et la manipulation des équidés*.

https://www.nfacc.ca/pdfs/codes/equides_code_de_pratiques.pdf

Clement, J.M. et Pirie, R.S. (2007). Respirable dust concentrations in equine stables. Part 1: Validation of equipment and effect of various management systems. *Research in veterinary science*, 83, 256-262.

<https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2006.12.002>

Cymbaluk, N.F. (1994). Thermoregulation of horse in cold, winter weather: A review. *Livestock production science*, 40, 65-71.

[https://doi.org/10.1016/0301-6226\(94\)90266-6](https://doi.org/10.1016/0301-6226(94)90266-6)

Garlipp, F., Hessel, E.F. et Van Den Weghe, H. F.A. (2011). Characteristics of gas generation (NH₃, CH₄, N₂O, CO₂, H₂O) from horse manure added to different bedding materials used in deep litter bedding systems. *Journal of equine veterinary science*, 31, 383-395.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jevs.2011.01.007>

Gouvernement du Québec. (2025, 26 février). *Chevaux et autres équidés*.

<https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/sante-animale/chevaux-equides>

Hockenhull, J. et Creighton, E. (2014). Management practices associated with owner-reported stable-related and handling behaviour problems in UK leisure horses. *Journal of applied animal behavior science*, 155, 49–55.

<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.02.014>

- Jay, O., Hoelzl, R., Weets, J., Morris, N., English, T., Nybo, L., Nui, J., De Dear, R. et Capon, A. (2019). Fanning as an alternative to air conditioning – A sustainable solution for reducing indoor occupational heat stress. *Journal of energy and buildings*, 193, 92-98.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.03.037>
- Kang, H., Zsoldos, R.R., Sole-Guitart, A., Narayan, E., Cadwell-Smith, A.J. et Gaughan, J.B. (2023). Heat stress in horses: a literature review. *International journal of biometeorology*, 67, 957–973.
<https://doi.org/10.1007/s00484-023-02467-7>
- Kwiatkowska-Stenzel, A., Sowińska, J. et Witkowska, D. (2014). Analysis of noxious gas pollution in horse stable air. *Journal of equine veterinary science*, 34, 249-256.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jevs.2013.05.006>
- Kwiatkowska-Stenzel, A., Witkowska, D., Sowińska, J. et Stopyra, A. (2017). The effect of stable bedding materials on dust levels, microbial air contamination and equine respiratory health. *Research in veterinary science*, 115, 523-529.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.09.022>
- Lesimple, C., Gautier, E., Benhajali, H., Rochais, C., Lunel, C., Bensaïd, S., Khalloufi, A., Henry, S. et Hausberger, M. (2019). Stall architecture influences horses' behaviour and the prevalence and type of stereotypies. *Journal of applied animal behaviour science*, 219, 1-10.
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.104833>
- Maire, P., Robinson, A-F., Trouvelot, M-H., Vaillant, M., Cerquiglini, B., Cheymol, M., Bédard, J., Bruguière, C., Caron, A., Giraud, M., Girerd, L., Majorel, M., Martrès, N., Mouchot, M., Charniot, J-N., Charrier, A., Chiesa, P., De La Cotardière, P., Grisat, C., Margotin, M., ... Olivaux, T. (2015). Anatomique. Dans Jeuge-Maynart, I, Girac-Marinier, C. et Nimmo, C. (dir.), *Le Petit Larousse illustré 2016* (p. 76). Larousse.
- Maire, P., Robinson, A-F., Trouvelot, M-H., Vaillant, M., Cerquiglini, B., Cheymol, M., Bédard, J., Bruguière, C., Caron, A., Giraud, M., Girerd, L., Majorel, M., Martrès, N., Mouchot, M., Charniot, J-N., Charrier, A., Chiesa, P., De La Cotardière, P., Grisat, C., Margotin, M., ...

Olivaux, T. (2015). Caractéristique. Dans Jeuge-Maynard, I, Girac-Marinier, C. et Nimmo, C. (dir.), *Le Petit Larousse illustré 2016* (p. 204). Larousse.

Maire, P., Robinson, A-F., Trouvelot, M-H., Vaillant, M., Cerquiglini, B., Cheymol, M., Bédard, J., Bruguière, C., Caron, A., Giraud, M., Girerd, L., Majorel, M., Martrès, N., Mouchot, M., Charniot, J-N., Charrier, A., Chiesa, P., De La Cotardière, P., Grisat, C., Margotin, M., ...
Olivaux, T. (2015). Comportement. Dans Jeuge-Maynard, I, Girac-Marinier, C. et Nimmo, C. (dir.), *Le Petit Larousse illustré 2016* (p. 278). Larousse.

Maire, P., Robinson, A-F., Trouvelot, M-H., Vaillant, M., Cerquiglini, B., Cheymol, M., Bédard, J., Bruguière, C., Caron, A., Giraud, M., Girerd, L., Majorel, M., Martrès, N., Mouchot, M., Charniot, J-N., Charrier, A., Chiesa, P., De La Cotardière, P., Grisat, C., Margotin, M., ...
Olivaux, T. (2015). Physiologie. Dans Jeuge-Maynard, I, Girac-Marinier, C. et Nimmo, C. (dir.), *Le Petit Larousse illustré 2016* (p. 874). Larousse.

Mellor, D.J, Beausoleil, N.J, Littlewood, K.E., McLean, A.N., McGreevy, P.D., Jones, B. et Wilkins, C. (2020). The 2020 Five Domains Model: Including human-animal interactions in assessments of animal welfare. *Animals*, 10, 1870-1894
<https://doi.org/10.3390/ani10101870>

Morgan, K. (1998). Thermoneutral zone and critical temperatures of horses. *Journal of thermal biology*, 23, 59-61.
[https://doi.org/10.1016/S0306-4565\(97\)00047-8](https://doi.org/10.1016/S0306-4565(97)00047-8)

McGreevy, P. (2012). Equine behavior: a guide for veterinarians and equine scientists.
https://books.google.ca/books?id=0uuPTnw2yD4C&hl=fr&source=gbs_navlinks_s

Ontario Ministry of Agriculture, Food and Agribusiness. (25 mai 2022). Anatomie, physiologie et reproduction de la jument.
<https://www.ontario.ca/fr/page/anatomie-physiologie-et-reproduction-de-la-jument#section-1>

Ontario Ministry of Agriculture, Food and Agribusiness. (25 mai 2022). Anatomie, Physiologie et reproduction de l'étalon.

<https://www.ontario.ca/fr/page/anatomie-physiologie-et-reproduction-de-letalon#section-1>

Ontario Ministry of Agriculture, Food and Agribusiness. (24 mai 2022). Gérer et nourrir des chevaux par temps froid.

<https://www.ontario.ca/fr/page/gerer-et-nourrir-des-chevaux-par-temps-froid>

Roche, D. (2009, janvier). Comment on a domestiqué le cheval. *L'Histoire*, 56-59.

Rose-Meierhöfer, S., Klaer, S., Ammon, C., Brunsch, R. et Hoffmann, G. (2010). Activity behavior of horses housed in different open barn systems. *Journal of equine veterinary science*, 30, 624-634.

<https://doi.org/10.1016/j.jevs.2010.10.005>

Ruet, A., Lemarchand, J., Parias, C., Mach, N., Moisan, M-P., Foury, A., Briant, C. et Lansade, L. (2019). Housing horses in individual boxes is a challenge with regard to welfare. *Animals*, 9, 621-640.

<https://doi.org/10.3390/ani9090621>

Saastamoinen, M., Särkijärvi, S. et Hyyppä, S. (2015). Reducing respiratory health risks to horses and workers: A comparison of two stall bedding materials. *Animals*, 5, 995-997.

<https://doi.org/10.3390/ani5040394>

Steklis, N.G., Penaherrera-Aguiree, M. et Steklis, H.D. (2025). Nay to prey: challenging the view of horses as a « prey » species. *Animals*, 15, 641-665.

<https://doi.org/10.3390/ani15050641>

Stephen J.O, Baptiste, K.E. et Townsend, H.G.G. (2000). Clinical and pathologic findings in donkey with hypothermia: 10 cases (1988-1998). *Journal of the american veterinary medical association*, 216, 725-729.

<https://doi.org/10.2460/javma.2000.216.725>

- Takahashi, Y., Ohmura, H., Mukai, K., Shiose, T. et Takahashi, T. (2020). A comparison of five cooling methods in hot and humid environments in thoroughbred horses. *Journal of equine veterinary science*, 91, 103130-103135.
<https://doi.org/10.1016/j.jevs.2020.103130>
- Visser, E.K., Ellis, A. D. et Van Reenen, C. G. (2008). The effect of two different housing conditions on the welfare of young horses stabled for the first time. *Journal of applied animal behaviour science*, 114, 521-533.
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.03.003>
- Werhahn, H., Hessel, E.F., Bachhausen, I., Van Den Weghe, H.F.A. (2010). Effects of different bedding materials on the behavior of horses housed in single stalls. *Journal of equine veterinary science*, 30, 425-431.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jevs.2010.07.005>
- Wolny-Koładka, K. (2018). Microbiological quality of air in free-range and box-stall stable horse keeping systems. *Environmental monitoring and assessment*, 190, 269-283.
<https://doi.org/10.1007/s10661-018-6644-0>