

Jeudi 4 mars 2010

Indicateurs de bien-être / mal-être chez le cheval : une synthèse

Par :

- *C. Fureix, P. Jegou, C. Coste & M. Hausberger*
- *UMR-CNRS 6552 Éthologie Animale et Humaine, Université de Rennes 1, Campus de Beaulieu, F-35042 Rennes cedex, France. carole.fureix@univ-rennes1.fr*

Résumé

L'identification de critères permettant de caractériser de façon fiable l'état de bien-être chez le cheval, apparaît aujourd'hui encore comme une question cruciale non résolue. Si la nécessité d'une approche multidimensionnelle est majoritairement acceptée, force est de constater qu'il n'existe pas de telle étude chez le cheval. Après avoir réalisé un état de l'art des critères sanitaires, comportementaux et physiologiques de bien-être chez le cheval, nous présentons les résultats d'une étude multidimensionnelle du bien-être chez le cheval, intégrant des indicateurs sanitaires, comportementaux, physiologiques et posturaux sur un même lot de 59 animaux de centres équestres. Des indicateurs comportementaux et posturaux émergent, associés à l'état de mal-être évalué sur les plans sanitaire et physiologiques. Les indicateurs considérés diffèrent entre centres équestres, illustrant de fait des profils de centres équestres où les animaux vont globalement mal (ou non). Ces indicateurs comportementaux et posturaux sont facilement observables, suggérant la possibilité de fournir à terme aux professionnels des éléments clés d'observation pour évaluer l'état de leur écurie, et prévenir ainsi les risques pour le personnel.

Mots clés : bien-être / mal-être ; approche multidimensionnelle ; comportement ; posture

Summary

A central issue of animal welfare studies has been, and continues to be (especially in horses) how can we measure welfare? Numerous attempts to address this issue lead to the universally accepted conclusion that there is no single measure of welfare. Researches focused mainly on three categories of welfare indicators: health-related, behavioural and physiological measures, but mostly in independent ways. We presented a critical review of the health-related, behavioural and physiological welfare indicators in horses. Then we presented results from the first multidimensional study about horses' welfare, including health-related, behavioural, physiological and postural indicators in 59 horses from 3 riding schools. Here we identified behavioural and postural indicators that were clearly associated with altered welfare, as illustrated by health-related and physiological data. Moreover, all these indicators differed between riding schools, allowing us to identify riding schools where most of the horses suffered from altered welfare. Behavioural and postural indicators appeared to be easy recordable, and could help professionals (and non-professionals) for identifying their horses' welfare state and consequently prevent accidents.

Key-words: welfare; multidimensional approach; behaviour; posture

Introduction

Le bien-être animal suscite un intérêt croissant depuis quelques dizaines d'années au sein de la communauté scientifique comme auprès du grand public. Néanmoins, l'identification de critères permettant de caractériser de façon fiable l'état de bien-être animal apparaît aujourd'hui encore comme une question cruciale non résolue, et ce en dépit d'une littérature considérable.

La conclusion suivante émerge toutefois de ces nombreuses études : il semble impossible de mesurer l'état de bien-être par une mesure unique et une approche multidimensionnelle de la question apparaît indispensable. Trois grandes classes d'indicateurs potentiels (sanitaires, comportementaux et physiologiques) ont été étudiées (Broom, 1991), cependant le plus souvent séparément.

Dans un premier temps, nous avons réalisé ici un état de l'art critique des critères d'évaluation du bien-être / mal-être chez le cheval à partir de la littérature existante. La deuxième partie de ce travail présente des résultats issus d'une analyse multidimensionnelle du bien-être; état sanitaire, comportemental et physiologique; réalisée sur 59 chevaux issus de 3 centres équestres aux conditions environnementales similaires.

1. Indicateurs de bien-être / mal-être chez le cheval: état de l'art

Il est actuellement admis que le bien-être commence avant tout par une bonne condition physique, comme illustré depuis 1979 dans le rapport du Farm Animal Welfare Council (organisme consultatif indépendant de la Commission européenne). Cinq « libertés » visant à favoriser le bien-être des animaux d'élevage ont ainsi été soulignées : 1) ne pas souffrir de faim, de soif, 2) ne pas souffrir d'inconfort lié à des contraintes physiques (ex. confinement), 3) être indemne de douleur, de blessure et de maladie, 4) avoir la possibilité d'exprimer des comportements propres à l'espèce et 5) être protégé de la peur et de la détresse.

Il apparaît donc primordial pour évaluer le bien-être des chevaux d'identifier en premier lieu toute atteinte sanitaire.

1.1. Indicateurs sanitaires

La condition corporelle (*i.e.* le résultat d'une estimation visuelle et palpatoire de la quantité de tissus adipeux, (Arnaud et al., 1997) permet d'identifier des chevaux maigres, mais également obèses (l'obésité étant un facteur de risque majeur pour la santé des individus). Cette condition corporelle peut être affectée par un état de stress chronique (Benhajali et al., 2008) et peut ainsi alerter quant à l'état général de l'animal.

Un examen visuel permet par ailleurs de détecter la présence de blessures, plaies ou irritations. Il est entendu que la présence d'une blessure (même grave) chez un seul animal, résultant par exemple d'un accident, ne peut être considérée comme indicatrice d'un mal-être global au sein d'un établissement (même si le bien-être de l'animal blessé est forcément altéré). En revanche, l'inadéquation du matériel d'équitation est identifiée comme cause régulière d'accident (les réactions des animaux étant probablement dues à la douleur) et une attention toute particulière doit être portée aux irritations et blessures pouvant en résulter (blessures aux commissures des lèvres, garrot, membres...). Une mauvaise utilisation du mors peut, par exemple, entraîner divers troubles oraux (dommages du nerf trigéminal, tumeurs osseuses bénignes causées par des traumatismes ou inflammations répétés, blessures à la langue...) (*ex.* (Cook, 1999).

Un état de stress chronique peut être associé à une moindre résistance aux maladies. Un suivi de santé à long terme, par exemple auprès du vétérinaire, permet d'identifier la susceptibilité des animaux à développer des pathologies. Des boiteries (Landman et al., 2004), troubles gastro-intestinaux (Steenhaut et al., 2000) ou inflammations des voies respiratoires chroniques (Robinson et al., 2006) sont fréquentes chez les chevaux. Un questionnement des personnes en charge des chevaux permet un relevé de tels « petits » troubles de santé (*i.e.* n'entraînant pas forcément une consultation vétérinaire régulière). De façon ponctuelle, un bilan sanguin permet de détecter la présence d'anomalies dans la formule sanguine (*ex.* animaux anémiés, carences...).

D'autre part, les problèmes vertébraux sont fréquents chez les chevaux (Jeffcott, 1980; Faber et al., 2000; Fonseca et al., 2006). Leur apparition dépend de l'adéquation du matériel, des pratiques d'équitation (Lesimple et al. soumis) ou encore de l'état émotionnel de l'animal (anticipation d'une situation perçue comme aversive). Il est toutefois difficile de mesurer facilement et directement les

problèmes vertébraux chez les chevaux. La conséquence de ces difficultés à mesurer les problèmes est que la plupart des chevaux qui souffrent de problèmes vertébraux sont maintenus au travail (également à cause d'une méconnaissance des comportements reflétant la douleur par les propriétaires). L'identification de problèmes vertébraux apparaît donc comme un indicateur crucial d'inconfort / de douleur chronique, et une réflexion méthodologique doit être mise en place pour évaluer ces problèmes.

S'il est admis que le bien-être commence par une bonne condition physique, il ne s'arrête toutefois pas là. Il est également important de prendre en compte son aspect psychologique, *i.e.* l'absence de ressentis négatifs (peur, frustration...) et la présence de ressentis positifs pour l'individu (Duncan, 1998). Cet aspect émotionnel de l'évaluation du bien-être, valable de manière générale et donc également chez les chevaux, est abordable par l'étude du comportement de l'animal, nous conduisant ainsi à la deuxième grande catégorie d'indicateurs : les indicateurs comportementaux.

1.2. Indicateurs comportementaux

Des conditions de vie peu optimales modifient le comportement des chevaux de façon qualitative (présence / absence de certains comportements ou séquences comportementales) et/ou quantitative (fréquences d'apparition de certains comportements, temps que l'animal va consacrer à différentes activités) (cf. (Benhajali et al., 2007) pour une revue).

1.2.1. Variations qualitatives du comportement

La présence de certains comportements exprimés par l'animal, tels que des stéréotypies (comportement répétés et invariants sans but ni fonction apparents (Mason, 1991), de nature locomotrices (ex. tic à l'ours, encensement) et / ou orales (ex. tic à l'appui, léchages) peut alerter sur un état potentiel de mal-être. Ces stéréotypies, non observées chez les chevaux en condition naturelle, représentent un mode d'expression d'un état de mal-être par certains individus, qui peut s'appuyer pour partie sur une sensibilité aux conditions environnementales d'origine génétique (Vecchiotti and Galanti, 1986). Différentes hypothèses sont proposées pour expliquer le développement des stéréotypies : comportements oraux permettant d'atténuer un inconfort, voire des douleurs, gastriques (associées à une alimentation pauvre en fibres (Nicol et al., 2002), expression d'une frustration associée à des contacts sociaux limités (Cooper et al., 2000) ou à une restriction spatiale (ex. confinement en box, McGreevy et al., 1995) ou encore aux conditions de travail. Les stéréotypies varient également selon les disciplines pratiquées (Hausberger et al., 2009). Ces hypothèses non exclusives ont en commun d'associer le développement des stéréotypies chez les chevaux à des conditions de vie peu, voire totalement sous- optimales (revue par Mills, 2005). Leur présence au sein d'un groupe d'animaux doit donc toujours être considérée comme un signal d'alerte quant au bien-être / mal-être (Mason, 1991).

L'absence de certains comportements chez l'animal doit également alerter sur un état potentiel de mal-être. Des expériences négatives répétées avec l'homme lors de l'entraînement peuvent s'additionner aux effets des restrictions environnementales (spatiales, sociales...) et aboutir à une certaine apathie chez les chevaux (Hall et al., 2008). Par ailleurs, des poulinières maintenues en forte densité dans des paddocks dépourvus de fourrage présentent une absence de repos couché (également observée chez des juments confinées pour l'industrie pharmaceutique), de miction / défécation et des interactions sociales limitées aux interactions agonistiques (*i.e.* agressives) (Benhajali et al., 2008). De façon intéressante, un enrichissement alimentaire simple (apport de fourrage) permet, entre autres, l'apparition de comportements sociaux positifs (ex. toilettages mutuels) (Benhajali et al., 2009). D'une façon similaire, de jeunes chevaux de même âge élevés en groupe unisexe sans adulte présentent des répertoires comportementaux restreints, qui s'enrichissent avec l'introduction d'adultes au sein du groupe. On observe alors une apparition de repos couché, de flehmen, de snapping et de comportements sociaux affiliatifs (toilettages mutuels et établissement de relations préférentielles entre les jeunes) (Bourjade et al., 2008).

Certaines séquences comportementales peuvent être perturbées en condition domestique. Ainsi, la succession de comportements caractéristique de l'accouplement en condition naturelle (positionnements spécifiques, flairages, léchages...) est fréquemment supprimée en reproduction domestique (juments attachées, état de chaleur détecté par un étalon souffleur,...). Cette suppression induirait un mal-être chez les animaux (frustration associée à une forte motivation pour réaliser ces comportements) et des difficultés de reproduction (McDonnell, 2000). Par ailleurs, des chevaux au pré se roulent avant de se lever dans un tiers des cas (Hansen et al., 2007) mais les chevaux logés en petit box ne réalisent pas ce comportement (Raabymagle and Ladewig, 2006).

1.2.2. Variations quantitatives du comportement

Les conditions de vie domestiques influencent le budget-temps des chevaux (la quantité de temps consacré par l'animal à chacune de ses activités). Chez le cheval en condition de vie naturelle, l'activité nettement prédominante dans le budget-temps est l'alimentation (15-16h), suivie du repos (5-6h), de la veille / observation (2-3h), des déplacements (2h), le reste du budget-temps étant réparti entre les comportements sociaux, liés à la reproduction et autres activités ponctuelles (Waring, 2003). La modification du régime alimentaire, globalement appauvri en fibres chez les chevaux domestiques (fourrage en quantité restreinte et présence d'aliments concentrés à forte valeur nutritionnelle), induit une diminution du temps consacré à s'alimenter par l'animal, et conséquemment une augmentation du temps consacré à d'autres activités (ex. stéréotypies et autres comportements anormaux McGreevy et al., 1995). Des poulinières maintenues en forte densité dans des paddocks dépourvus de fourrage présentent ainsi un pourcentage de temps consacré à l'alimentation inférieur à ceux rapportés par la littérature et un pourcentage de temps supérieur en locomotion, repos et alerte (Benhajali et al., 2008). L'apport de fourrage permet de rééquilibrer le temps consacré à ces différentes activités (augmentant du temps d'alimentation et diminution du temps en locomotion, repos et alerte) (Benhajali et al., 2009). De façon similaire, un autre enrichissement alimentaire (mettre à disposition du cheval plusieurs types de fourrages) augmente le temps passé en alimentation et permet de diminuer le temps consacré aux stéréotypies, à l'observation et à la locomotion dans le box (Thorne et al., 2005), rapprochant ainsi le budget-temps de celui des chevaux en condition semi-naturelle.

Les restrictions sociales imposées dans certaines conditions de vie domestiques induisent également des modifications quantitatives du comportement des chevaux. Ainsi, des étalons élevés seuls montrent plus de comportements sociaux directement agressifs (ex. menace de mordre) lorsqu'ils sont placés en groupe, tandis que des étalons élevés en groupe réalisent des comportements agonistiques plus subtils en évitant les menaces directes (ex. déplacements, évitement) (Christensen et al., 2002). De jeunes chevaux isolés en box au sevrage passent moins de temps en mouvement et plus de temps couchés et à réaliser des stéréotypies que des chevaux sevrés au pré en groupe (Heleski et al., 2002). De façon similaire, le manque de contacts sociaux augmente le temps passé en stéréotypies. La présence d'un miroir ou d'images de congénères dans le box peut permettre de diminuer cette tendance (cf. (Mills, 2005) pour une revue)

Les activités des chevaux peuvent aussi être modifiées en fonction de l'espace disponible. Ainsi des chevaux en paddock de 450 m² passent plus de temps en alimentation et parcourent une distance plus longue que des animaux maintenus en paddock de plus petite taille (Jorgensen and Boe, 2007). Des chevaux logés en grand box (2,5 fois la taille du cheval) passent plus de temps en repos couché que ceux logés en petit box (1,5 fois leur taille) (Raabymagle and Ladewig, 2006). Par ailleurs, des chevaux confinés (box) présentent plus de comportements locomoteurs (surface parcourue, agitation,...) lorsqu'ils sont placés au pré (Chaya et al., 2006) ou lors du débouillage (Rivera et al., 2002) que des chevaux vivant au pré.

1.2.3. Réactions des chevaux lors de tests comportementaux

Les réactions des chevaux envers l'homme peuvent être mesurées de façon standardisée (revue par Hausberger et al., 2008). Les tests impliquent des expérimentateurs qui peuvent être familiers ou non à l'animal, et incluent des actions plus ou moins « actives » sur le cheval, allant d'une simple présence passive à côté du cheval jusqu'à des manipulations directes (au box : toucher, pose d'équipement, ou hors du box : test du pont) (Fureix et al., 2009a; Fureix et al., 2009b). Les mesures comportementales relevées peuvent être relatives à la fréquence d'un comportement (ex. fréquence des comportements positifs ou agressifs envers l'homme), à sa latence d'apparition (ex. latence d'approche du cheval vers l'homme) et/ou à sa durée (ex. temps passé en contact avec l'homme). De récents résultats, impliquant une évaluation des réactions des chevaux envers l'homme à l'aide de tests comportementaux, montrent que des chevaux souffrant de problèmes vertébraux sont plus enclins à réagir de façon agressive envers l'homme, les chevaux sains ou très peu affectés présentant quant à eux plus de réactions positives envers l'expérimentateur (Fureix et al., En Révision). Les vétérinaires rapportent une association douleur / agressivité en cas de douleur aigue. Les résultats précédents, qui relient problèmes vertébraux chroniques et agressivité, montrent que l'inconfort / la douleur chroniques altèrent également les réactions des chevaux envers l'homme. Les relations intra-spécifiques peuvent aussi être altérées par l'inconfort chronique. Une augmentation de l'agressivité entre chevaux s'observe ainsi chez des poulinières maintenues en forte densité dans des paddocks dépourvus de fourrage (Benhajali et al., 2008). **Toute forme d'agressivité, envers l'homme comme envers les congénères, doit donc alerter sur un potentiel état de mal-être chronique et ne pas être simplement attribuée à un « mauvais caractère » de l'animal.**

Par ailleurs, des tests comportementaux permettent d'évaluer d'autres aspects précis de la réactivité de l'animal. Une réactivité exacerbée pourrait refléter un état chronique potentiellement liés à l'état de bien-être / mal-être de l'animal. C'est ainsi le cas de l'émotivité, exacerbée par, entre autres facteurs, des conditions de vie peu optimales (Hausberger et al., 2004, Lesimple et al, JRE 2010). Les tests comportementaux utilisés évaluent les réactions des chevaux à l'isolement social (ex. test dit du « seul en manège » : cheval lâché seul dans un lieu familier ou tests de retrait des congénères), à la nouveauté (confrontation à un objet inconnu, statique ou mobile, silencieux ou sonore et apparaissant plus ou moins brusquement) ou encore à une situation inhabituelle avec présence humaine (ex. test dit « du pont » : passage en main d'un obstacle inconnu, induisant une peur de par sa couleur et sa texture lorsque l'animal met le pied dessus) (cf. (Forkman et al., 2007) pour une revue des tests). Les mesures comportementales retenues peuvent être spatiales (ex. surface parcourue, distance à l'objet), relatives à la fréquence d'un comportement (ex. fréquence de hennissement, d'exploration de l'objet), à sa latence d'apparition (ex. d'approche de l'objet) et/ou à sa durée (ex. temps passé à proximité de l'objet). Des scores peuvent également être calculés à partir des observations comportementales ou attribués subjectivement.

D'autres tests permettent de mesurer les capacités d'apprentissage des chevaux, évaluant ainsi des apprentissages spatiaux ou instrumentaux (ex. ouverture d'une boîte contenant de la nourriture). Des chevaux stéréotypiques présentent des capacités d'apprentissage instrumental altérées, ce qui suggère que des performances d'apprentissage moindres pourraient également alerter quant à un état potentiel de mal-être (Hausberger et al., 2007).

1.3. Indicateurs physiologiques

Chez l'homme comme chez l'animal, toute confrontation à une situation stressante, qu'elle soit d'origine physique (ex. douleur) ou psychologique (ex. nouveauté de la situation) va se traduire par une réponse comportementale, mais également physiologique. Cette réponse complexe fait notamment intervenir différentes hormones (principalement les catécholamines et les glucocorticoïdes), libérées dans le sang par des glandes localisées au niveau du cerveau (hypophyse, hypothalamus) et à proximité des reins (surrénales). Lors d'une situation stressante, les catécholamines sont libérées automatiquement en quelques fractions de seconde, et vont ainsi préparer l'organisme à un effort physique intense, en augmentant le rythme cardiaque, la pression sanguine et le rythme respiratoire. La libération de glucocorticoïdes (principalement le cortisol chez le cheval) permet ensuite d'adapter la réponse de stress à plus long terme, en favorisant la synthèse du glucose par un processus plus lent, mais à effet durable.

Une des mesures physiologiques réalisées chez le cheval est l'augmentation de son rythme cardiaque lors de la confrontation à un stimulus stressant (ex. transport (Clark et al., 1993), exposition à la nouveauté (Hada et al., 2003). Cela permet de mesurer de façon indirecte la libération de catécholamines (difficiles à doser dans le sang en raison de la rapidité de la réponse). Néanmoins, une simple mesure du rythme cardiaque au repos n'apparaît pas pertinente dans le cadre d'un stress chronique, car le rythme cardiaque « de base » varie entre les individus et / ou pour un même individu en fonction de divers facteurs tels que le sexe (Jezierski et al., 1999), l'âge et la condition physique (Visser et al., 2002) ou encore la période du jour considérée (en fonction des activités spontanées – dormir, se déplacer – des chevaux (Kuwahara et al., 1999), de la gestion humaine (Nomura et al., 1980). Un rythme de base plus élevé chez un cheval donné ne signifie donc pas forcément que cet animal est chroniquement plus stressé qu'un autre cheval.

Le taux de cortisol est, par ailleurs, couramment utilisé comme réponse physiologique de stress chez les chevaux, et l'augmentation du taux de cortisol lors d'un stress aigu est dorénavant bien décrite dans la littérature (Clark et al., 1993, Hada et al., 2003). Néanmoins, les données sur le cortisol restent à ce jour contradictoires.

Ainsi, les taux de cortisol apparaissent parfois plus élevés chez des chevaux stéréotypiques (McGreevy and Nicol, 1998), parfois similaires à ceux des chevaux non stéréotypiques (Pell and McGreevy, 1999). Des variations méthodologiques entre études peuvent partiellement expliquer ces différences. Ce type de résultats hautement contradictoires se retrouve aussi chez d'autres espèces (bovins, ovins), où les taux de cortisol apparaissent parfois augmentés, parfois non affectés et parfois même diminués en cas de stress chronique (Mormede et al., 2007). Globalement, ces résultats illustrent donc qu'un stress chronique n'est pas forcément associé à une augmentation du taux de cortisol chez l'animal, comme observée lors d'un stress aigu.

D'autre part, différentes méthodes de dosage du cortisol existent : dans le plasma (la plus courante), dans la salive, dans l'urine et dans les crottins. Il faut noter que les taux de cortisol plasmatique et salivaire ne sont pas toujours corrélés chez le cheval (Pell and McGreevy, 1999; Elsaesser et al., 2001).

Ces contradictions peuvent être en partie expliquées par des aspects méthodologiques. La prise de sang (nécessaire au dosage du taux de cortisol dans le plasma) est un évènement plutôt désagréable en soi, qui peut de plus être anticipé à la simple vue d'une blouse blanche ou tout autre élément rappelant au cheval des expériences négatives passées avec un vétérinaire (De Boyer Des Roches et al., 2008). Ainsi, le prélèvement sanguin peut entraîner en soi un pic de libération de cortisol, biaisant les valeurs initiales. Par ailleurs, des différences de sensibilité des mesures réalisées dans leur capacité à estimer le taux de cortisol pourraient être impliquées dans les résultats contradictoires observés.

1.4. En conclusion : des questions à élucider

En conclusion, certains paramètres apparaissent comme des indicateurs fiables de bien-être / mal-être chez le cheval. C'est ainsi le cas, sur le plan sanitaire, des blessures et pathologies chroniques, qui reflètent sans ambiguïté une atteinte au bien-être de l'individu. Sur le plan comportemental, la présence / absence de certains comportements, des modifications dans leurs fréquences d'apparition ou du temps que l'animal va consacrer à différentes activités sont observées chez les animaux placés en condition de vie peu optimales. Des modifications comportementales semblent donc pertinentes pour évaluer l'état de bien-être des chevaux, mais ces modifications comportementales ne sont pas toujours associées à d'autres indicateurs, malgré la nécessité d'une approche multidimensionnelle du bien-être. Sur le plan physiologique, des anomalies de la formule sanguine identifient clairement des déséquilibres physiologiques chez l'animal.

Néanmoins, plusieurs questions demeurent à élucider. En premier lieu, des réflexions méthodologiques doivent être développées, pour pallier au manque de mesure directe (cf. évaluation des problèmes vertébraux, (Hausler et al., 1999)) ou aux biais existants dans les méthodes de mesures existantes (Palme et al., 2005). Ainsi, les inconvénients liés au prélèvement sanguin (contention, inconfort, appréhension potentielle de la part de l'animal) peuvent induire une augmentation du taux de cortisol, et expliquer par là certains résultats contradictions. Des méthodes totalement non invasives (dosage dans les crottins) ont récemment été développées (Palme et al., 2005), mais la corrélation entre les taux de cortisol fécaux et plasmatique n'a, à notre connaissance, pas encore été testée. D'autre part, le contexte doit absolument être pris en compte pour faciliter l'interprétation des données, notamment comportementales (ex. le jeu, souvent considéré à tort comme un indicateur de bien-être, cf. Hausberger et al, JRE 2010, ou la locomotion active Benhajali et al., 2008) mais également physiologiques. Par exemple, le cortisol varie tout au long de la journée suivant un rythme circadien, et sa libération est influencé par différents facteurs ne reflétant pas nécessairement un état de stress, tels que l'effort physique, la prise alimentaire ou encore l'accouplement.

Par ailleurs, l'impact d'un stress aigu (ex. blessure, isolement social ponctuel, confrontation à une situation nouvelle...) sur l'animal est relativement bien documenté dans la littérature, mais l'impact d'un stress chronique sur les différents indicateurs évoqués demeure à élucider. Des études récentes commencent à illustrer l'impact d'une confrontation répétée avec des facteurs de stress au plan comportemental (ex. impact de la privation sociale, du confinement, d'une alimentation pauvre en fibre...). En revanche, sur le plan physiologique, des résultats contradictoires émergent en cas de stress chronique : les taux de cortisol peuvent être augmentés ou non affectés chez le cheval, et des résultats obtenus chez d'autres espèces animales suggèrent que ces taux de cortisol pourraient même être abaissés dans certains cas de stress chronique.

Il faut également noter le manque d'études impliquant des indicateurs posturaux. Pourtant, des études rapportent une association entre stress aigu et éléments posturaux (tels qu'une position d'oreilles orientées vers l'arrière, von Borstel et al., 2009). Par ailleurs, une certaine rigidité de l'encolure ou du dos semble être associée à des problèmes vertébraux (Cauvin, 1997; Faber et al., 2000). Cette rigidité pourrait alors influencer les postures habituelles des chevaux. Il semble donc pertinent d'intégrer une évaluation posturale aux indicateurs potentiels de bien-être / mal-être.

Enfin, il n'existait pas, à notre connaissance, d'étude multidimensionnelle du bien-être chez le cheval, intégrant à la fois des indicateurs sanitaires, comportementaux, physiologiques et posturaux sur un même lot d'animaux, afin de faciliter l'interprétation des différentes mesures. La deuxième partie de ce travail présente des résultats issus d'une telle étude évaluant le bien-être / mal-être de façon multidimensionnelle sur un même groupe de 59 chevaux issus de trois centres équestres.

2. Bien-être / mal-être chez le cheval: l'apport des différents indicateurs

2.1. Animaux et conditions d'élevage

Cette étude a porté sur 59 chevaux (44 hongres, 15 juments, âgés de 5 à 20 ans) provenant de 3 centres équestres aux conditions environnementales similaires. Dans chaque centre, les animaux étaient logés en boxes individuels (3m * 3m, nettoyés chaque matin, équipé d'un abreuvoir automatique) et nourris à raison de 3 repas (concentrés alimentaires) par jour et d'une distribution quotidienne de foin. Les chevaux travaillaient de 4 à 12 h par semaine en reprises d'équitation pour enfants et adolescents (instruction en manège, promenades en extérieur, très peu de compétition), et bénéficiaient d'au moins une journée de repos dans la semaine (fermeture hebdomadaire du centre équestre). La population était majoritairement constituée de selles français (68%, distribués équitablement entre les trois centres équestres), les autres animaux étant de races diverses ou d'origine inconnue.

2.2. Mesures réalisées

Nous avons choisi d'examiner de façon approfondie différentes mesures sanitaires, comportementales et physiologiques sur les mêmes animaux. Ont été ainsi relevés pour chacun des 3 centres équestres :

- Sur le plan sanitaire : une évaluation de l'état corporel (en se basant sur les mesures préconisées par Arnaud et al, 1997); un relevé des lésions cutanées, dont certaines (lèvres, flancs...) peuvent être dues à la situation de travail ; un suivi des pathologies chroniques auprès des soigneurs (allergies, boiteries, toux...). Une évaluation de l'état de la colonne vertébrale de chaque animal a été réalisée par un thérapeute, afin de disposer d'une évaluation des problèmes vertébraux, fréquemment observés chez les chevaux. Un second thérapeute a également examiné les chevaux, et la concordance inter-examineurs s'est révélée très bonne.
- Sur le plan comportemental, le comportement au box était évalué par des méthodes classiques d'éthologie afin d'évaluer la diversité comportementale et de quantifier le budget-temps. Des sessions d'observation du comportement au box en continu (30 min) et des relevés toutes les 2 minutes du comportement de chaque animal (pendant 90 minutes) ont été réalisés par cheval à différentes périodes de la journée (matin, après midi, avant les repas). Des tests comportementaux ont également permis d'évaluer la réactivité émotionnelle des chevaux (seul en manège et objet inconnu) ainsi que leurs capacités cognitives (ouvrir une boîte contenant de la nourriture).
- Sur le plan physiologique, des dosages du cortisol ont été réalisés, *via* 3 prélèvements sanguins (1 à la fin d'une journée de repos, 1 à la fin d'une journée de travail et 1 le matin, afin d'évaluer l'impact d'une ambiance de travail tout en tenant compte du rythme circadien) et 3 prélèvements fécaux (2 prélèvements après une journée de travail et 1 après une journée de repos). Des bilans sanguins ont par ailleurs permis d'identifier les animaux présentant des anomalies de formule sanguine (ex. taux de globules blancs supérieurs à la normale, anémie).
- Sur le plan postural, la position des oreilles au box a été évaluée, à raison de 10 positions par animal, relevées silencieusement en marchant lentement au milieu de l'écurie, en période calme (hors cours d'équitation). Une attention particulière a aussi été portée sur les postures corporelles au box des animaux

•

2.3. Des premiers résultats

D'importantes variations individuelles ont été observées entre chevaux sur toutes ces dimensions.

2.3.1. Indicateurs sanitaires et physiologiques : quels constats ?

Sur le plan sanitaire, il apparaît que 34% des chevaux présentaient au moins une pathologie chronique (évaluées par les soigneurs) avec 1) des problèmes de dos (13 chevaux) 2) des boiteries (6 chevaux) 3) des allergies (4 chevaux) puis des irritations oculaires (2 chevaux) et des sarcoïdes (1 cheval). Le nombre exact de ces pathologies chroniques variait de 0 à 3 par individu (en moyenne \pm écart-type = $0,5 \pm 0,9$). Par ailleurs, l'évaluation de l'état de la colonne vertébrale par le thérapeute révèle, en accord avec la littérature, que la plupart des chevaux (73%) souffraient de problèmes

vertébraux, les autres chevaux étant sains (15% des individus) ou très légèrement affectés (12%) (Fureix et al., En Révision).

Sur le plan physiologique, des anomalies de la formule sanguine pouvaient être observées. Ainsi, 42% des chevaux présentaient des taux de neutrophiles supérieurs à la normale (une catégorie de globules blancs jouant un rôle dans les défenses immunitaires de l'organisme) et 18% souffraient d'anémie (mesurée par des taux d'hémoglobine inférieurs à la normale). Par ailleurs, les concentrations plasmatiques de cortisol (prélèvements sanguins) variaient de 2,5 à 71,9 ng/ml et les concentrations fécales variaient de 1,6 à 24,4 ng/g, révélant pour les deux types de mesures des taux de cortisol particulièrement bas pour certains animaux. Des corrélations entre ces mesures de cortisol existaient : plus les taux de cortisol plasmatiques évalués en fin de journée étaient élevés, plus les taux de cortisol fécaux étaient élevés (tests de corrélation de Spearman, r_s = de 0,44 to 0,59, $p < 0.001$).

Par ailleurs, des différences apparaissaient entre centres équestres. Sur le plan sanitaire, les problèmes vertébraux étaient particulièrement observables chez les chevaux des centres 1 & 2 (test de Friedman, $H_{(2,59)} = 10,7$, $p < 0,01$) et les animaux du centre 1 présentaient également plus de pathologies chroniques ($H_{(2,59)} = 22,4$, $p < 0,01$) que dans les autres centres. A l'inverse, les chevaux du centre 3 étaient moins atteints de pathologies chroniques et de problèmes vertébraux. Sur le plan physiologique, tous les chevaux anémiés provenaient du centre 2, tandis que les chevaux du centre 3 présentaient en moyenne des concentrations en cortisol plasmatiques ($H_{(2,59)} =$ de 15,1 à 31,5, $p < 0,001$) et fécales ($H_{(2,59)} =$ de 11,1 à 23,5, $p < 0,01$) supérieures à celles observées dans les autres centres.

Ces indicateurs sanitaires et physiologiques permettent de mettre en évidence un état de mal – être chez certains chevaux, des différences apparaissant également entre centres équestres.

2.3.2. Comportement et posture comme indicateurs de mal-être

Sur le plan comportemental, 66% des animaux présentaient au moins une stéréotypie, dont le nombre total par cheval variait de 0 à 24 occurrences au total (moy = 4.31 ± 6.46). Par ailleurs, 29% des chevaux ont réagi de façon agressive (menace de morsure) à la présence de l'observateur (de 0 à 17 menaces par cheval, moy = 1.7 ± 3.7). Cette réaction reflétait les réactions des chevaux envers l'homme lors de tests comportementaux (cf. tests utilisés par Fureix et al., 2009a; Fureix et al., 2009b) : plus ils menaçaient l'homme lors des périodes d'observation, plus ils le menaçaient lors des tests (tests de corrélation de Spearman, $r_s = 0.50$, $p < 0.001$).

Sur le plan postural, le relevé des positions d'oreilles au box fait apparaître une position d'oreilles dominante chez la majorité des chevaux (85%). Ils passaient ainsi plus de 50% du temps avec les oreilles soit orientées vers l'avant (chez 32% des chevaux), soient orientées vers l'arrière (chez 53% des chevaux).

Un autre résultat frappant qui émerge des données posturales est l'observation d'une attitude particulièrement « figée » au box chez 18% des animaux. Cette attitude se caractérisait par 1) une hauteur de l'encolure alignée à celle du dos, 2) un angle tête – encolure ouvert et 3) un report apparent du poids sur l'avant main. D'autre part, les chevaux observés dans cette attitude gardaient les yeux ouverts mais présentaient une fixité du regard, à savoir une absence de mouvement de tête et/ou des yeux pendant plusieurs dizaines de secondes (contrairement à des animaux vivant en conditions semi-naturelles, qui présentent différentes orientations de la tête lorsqu'ils observent leur environnement, chaque orientation n'étant pas maintenue au-delà d'une dizaine de secondes, Fureix et al, observations préliminaires). Par ailleurs, cette attitude « figée » était observée particulièrement chez les chevaux qui passaient la majorité de leur temps au box orientés vers un mur.

Des relations apparaissent entre indicateurs sanitaires et physiologiques de mal-être d'une part, et comportement et posture des animaux d'autre part, confirmant la capacité des indices comportementaux et posturaux à évaluer le mal-être des chevaux.

Par exemple, il est apparu que des chevaux en état de mal-être passent plus de temps avec les oreilles en arrière au box. Ainsi, les chevaux qui passent le plus de temps avec les oreilles en arrière sont statistiquement plus souvent des animaux souffrant d'au moins une pathologie chronique (test de Fisher, $N = 59$, $p = 0.02$), ayant une colonne vertébrale plus atteinte (test de Mann Whitney, $n_1 = 31$, $n_2 = 19$, moy $_1 = 18.09 \pm 18.52$, moy $_2 = 9.08 \pm 11.49$, $U = 197$, $p = 0.05$) ou présentant des comportements stéréotypiques au box (test de Fisher, $N = 59$, $p = 0.06$) (Figure I page suivante).

Il apparaît également que les chevaux présentant une attitude « figée » au box lors des observations ont des taux de cortisol plasmatique après une journée de travail (Anova, $n_1 = 12$, $n_2 = 45$, moy $_1 = 7.2$

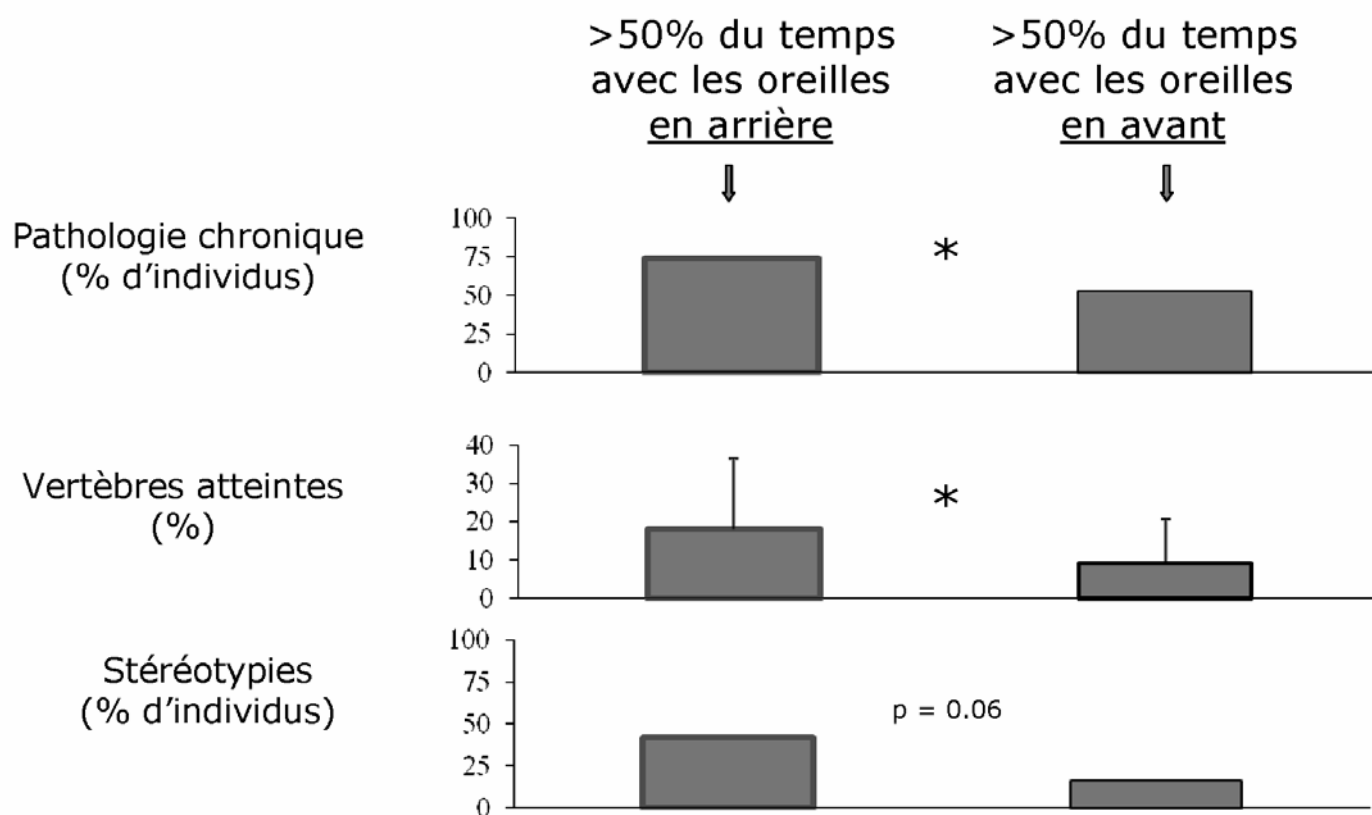
± 4.2 , $\text{moy}_2 = 16.6 \pm 14.1$, $F = 4.30$, $p = 0.04$) et fécaux (Anova, après travail : $\text{moy}_1 = 3.8 \pm 1.4$, $\text{moy}_2 = 5.3 \pm 2.2$, $F = 4.55$, $p = 0.04$; $\text{moy}_1 = 3.1 \pm 1.1$, $\text{moy}_2 = 5.9 \pm 4.4$, $F = 4.02$, $p = 0.05$) statistiquement inférieurs à ceux des animaux n'ayant jamais été observés dans cette attitude. De plus, une corrélation existe entre cette attitude « figée » et le taux de cortisol fécal : plus les animaux en font, moins leur taux de cortisol fécal sont élevés (tests de corrélation de Spearman, $r_{\text{travail}} = -0.30$, $p < 0.05$ et $r_{\text{repos}} = -0.35$, $p < 0.01$).

Une corrélation existe aussi entre le nombre de menaces envers l'homme relevées pendant les observations (une réaction pouvant alerter sur l'état de mal-être) et le taux de cortisol plasmatique : plus les animaux en font, moins le cortisol est élevé (corrélation de Spearman, $r_s = -0.29$, $p < 0.05$).

Ces premiers résultats révèlent des liens entre indicateurs sanitaires et physiologique de mal-être d'une part, et indicateurs comportementaux (présence de stéréotypies, agressivité envers l'homme) et posturaux (temps passé avec les oreilles en arrière au box élevé et présence d'une posture « figée » au box) d'autre part. Ces indicateurs comportementaux et posturaux reflètent donc de façon fiable l'état de mal-être des chevaux.

Figure 1. Relation entre la position d'oreille au box (plus de 50% avec les oreilles vers l'arrière ou vers l'avant) et des indicateurs de mal-être sanitaires (au moins une pathologie chronique évaluée par les soigneurs et pourcentage de vertèbres atteintes relevé lors de l'examen de la colonne) et comportementaux (stéréotypies au box). Tests de Fisher et Mann Whitney, * $p < 0.05$

Figure 1. Correlation between the preferential ears position in the box (more than 50% of the time with ears laid back or upright ears) and health-related (number of chronic health disorders reported by the caretaker and percentage of affected vertebrae) and behavioural (stereotypic behaviours in the box) welfare indicators. Fisher and Mann Whitney tests, * $p < 0.05$



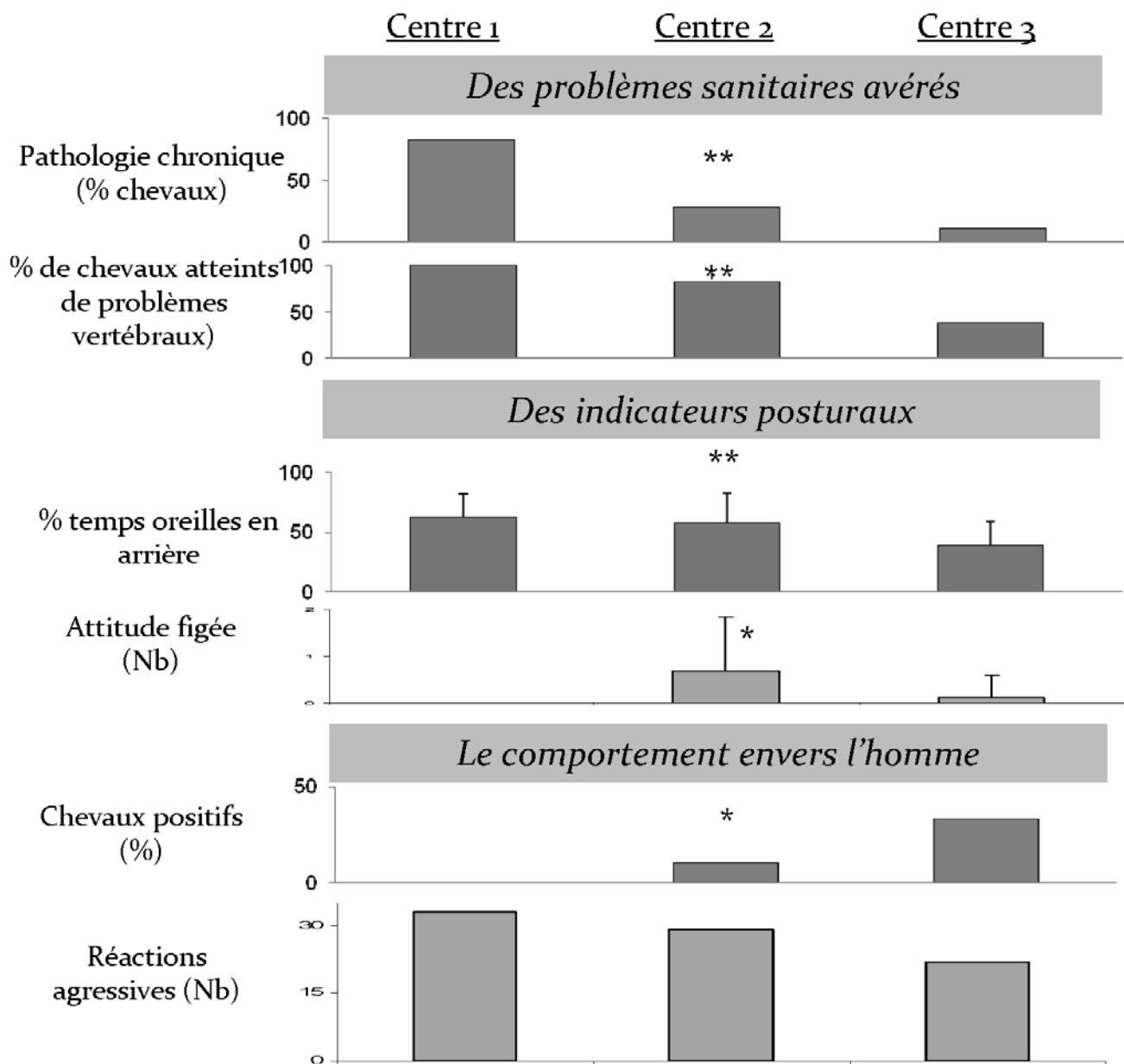
2.3.3. Vers des profils de centres équestres

De façon très intéressante, des différences claires entre établissements apparaissent dans les mesures sanitaires et physiologiques (cf.2.3.1) mais également pour les indicateurs comportementaux et posturaux évoqués ci-dessous (Figure II).

Par exemple, peu de réactions positives envers l'homme sont observées dans les centres équestres 1 et 2, où les problèmes sanitaires et physiologiques sont par ailleurs les plus élevés ($H_{(2,59)} = 10,5$, $p < 0,01$). Les indicateurs posturaux diffèrent également entre centre équestres : les animaux présentent ainsi plus souvent l'attitude « figée » dans le centre 2 ($H_{(2,59)} = 8,8$, $p < 0,05$), là où les problèmes sanitaires et physiologiques sont élevés. A l'inverse, le temps passé avec les oreilles en arrière est en moyenne inférieur dans le centre 3, où les problèmes sanitaires et physiologiques sont moins importants que dans les autres centres (test de Friedman, $H_{(2,59)} = 10,7$, $p < 0,01$).

Figure II. Comparaison des centres équestres sur les indicateurs sanitaires, posturaux et comportements

Figure II. Inter-riding schools comparisons according to health-related, postural and behavioural indicators



L'ensemble des différents indicateurs convergent lors des comparaisons entre centres équestres, révélant de fait des profils de centres où les animaux vont globalement mal ou non.

2.4. Conclusion générale

Cette étude multidimensionnelle du bien-être, intégrant des aspects sanitaires, comportementaux, physiologiques et posturaux est, à notre connaissance, la première de ce genre à être réalisée chez les chevaux. Une telle approche permet de valider des indices comportementaux et posturaux sur la base d'indicateurs de mal-être sanitaires (pathologies chroniques, problèmes vertébraux) et physiologiques (taux de cortisol). De façon intéressante, des différences entre centres équestres apparaissent également quant à ces indicateurs comportementaux et physiologiques, illustrant de fait des profils de centres où les animaux vont globalement mal (ou non).

La présence de stéréotypies chez une proportion élevée d'individus au sein d'un centre équestre doit alerter sur l'optimalité des conditions de vie offertes aux animaux, notamment en termes de restriction sociale, spatiale, alimentaire (Mills, 2005), mais également de condition de travail des chevaux (Hausberger et al., 2009). De façon similaire, des réactions peu positives, voir agressives envers l'homme chez les chevaux doivent alerter sur un état potentiel d'inconfort chronique (Fureix et al., EnRévision) et ne pas être simplement attribuées à un « mauvais caractère » des animaux.

Cette étude fait par ailleurs émerger des indicateurs posturaux de mal-être novateurs. Ainsi, les chevaux en état de mal-être (présentant des pathologies chroniques, des problèmes vertébraux et des stéréotypies) passent plus de temps avec les oreilles en arrière au box. Cette position d'oreilles apparaît en cas de stress aigu (von Borstel et al., 2009), et semble ici également être un indicateur fiable de stress chronique chez les chevaux.

De plus, une attitude « figée » (caractérisée par une hauteur de l'encolure alignée avec celle du dos, un angle tête – encolure ouvert, un report apparent du poids sur l'avant main et une fixité du regard) apparaît chez certains animaux, dont les taux de cortisol sont particulièrement bas. Ces taux de cortisol particulièrement bas sont plus apparents chez les animaux en mal-être chronique sur le plan sanitaire (données non présentées), et cette diminution du cortisol en cas de mal-être chronique est en accord avec des résultats obtenus chez les bovins (Mormede et al., 2007). Des analyses complémentaires, basées sur une méthode d'analyse de forme permettant de quantifier les variations posturales entre individus (Fureix et al. soumis) montrent que des chevaux de centre équestre présentent une posture plus « étirée » que des chevaux vivant en condition de vie semi-naturelle, qui présentent eux un profil plus arrondi et une plus grande mobilité du dos. Ces différences posturales peuvent être en partie dues à des problèmes vertébraux (Haussler, 1996; Vieira and Kumar, 2004; Popa et al., 2007), donc à un état de mal-être chronique. Ces indicateurs posturaux novateurs (position des oreilles et posture / attitude globale des chevaux) apparaissent donc comme des reflets fiables de l'état de mal-être chez le cheval.

L'ensemble des indicateurs présenté ci-dessus est facilement observable avec un peu d'entraînement sur le terrain. Pour obtenir des résultats fiables, il faut toutefois noter deux points. Premièrement, les relevés doivent être répétés sur différentes périodes d'observation relativement longues (un cheval observé une seule fois présentant des oreilles vers l'arrière lors de cet unique relevé n'est pas forcément en état de mal-être) et dans des contextes précis (ex. le relevé d'oreilles au box doit être réalisé en période calme et de façon silencieuse pour ne pas attirer l'attention des animaux). Deuxièmement, une évaluation du bien-être / mal-être non plus au niveau individuel mais au niveau plus global du centre équestre doit tenir compte de la proportion d'individus exprimant ces critères de mal-être au sein du centre (un ou deux chevaux stéréotypiques, agressifs ou blessés ne signifient pas forcément que l'ensemble des chevaux de l'établissement sont en état de mal-être, même si le bien-être de ces deux animaux est sans doute altéré).

De façon intéressante, des différences entre établissements apparaissent malgré des conditions environnementales et des races de chevaux globalement similaires. Une première approche associe des variations dans les pratiques d'enseignement de l'équitation (position enseignée aux cavaliers) et la présence de problèmes vertébraux chez les chevaux (Lesimple et al. soumis) dans ces centres équestres. Néanmoins, leur nombre n'est pas assez élevé pour identifier clairement les facteurs de variation entre les établissements. Ce protocole va donc être appliqué à grande échelle (plusieurs dizaines de centres équestres) ce qui permettra, à terme, 1) de confirmer les résultats obtenus ici quant aux profils de bien-être / mal-être et de fournir à terme aux professionnels des éléments clés d'observation pouvant les aider à évaluer l'état de leur écurie et 2) d'identifier l'ensemble des facteurs favorisant / inhibant le bien-être du cheval, et conséquemment les risques envers l'homme (un bien-être altéré apparaissant néfaste quant au déroulement des interactions homme – cheval).

Remerciements

Cette étude est financée par la Caisse Centrale de la Mutualité Sociale Agricole. Les auteurs remercient H. Menguy, S. Henry et M-A Richard pour leur participation à la collecte et à l'interprétation des données, ainsi que les responsables des centres équestres pour nous avoir permis de travailler avec leurs chevaux, et l'ensemble du personnel de ces établissements pour leur aide et leur compréhension.

Bibliographie

- Arnaud, G., Baudoin, N., Dubroeuq, H., Lucbert, J., Martin-Rosset, W, Micol, D., Palazon, D., Rivot, D., Trillaud-Geyl, C., 1997. Notation de l'état corporel des chevaux de selle et de sport, guide pratique. Institut de l'élevage, Paris.
- Benhajali, H., Hausberger, M., Richard-Yris, M.-A., 2007. Behavioural repertoire: its expression according to environmental conditions, in: Martin-Rosset, M.H.a.W. (Ed.), *Horse behaviour and welfare*, EAAP Scientific Series - ISSN 0071-2477, p. 152.
- Benhajali, H., Richard-Yris, M.A., Ezzaouia, M., Charfi, F., Hausberger, M., 2009. Foraging opportunity: a crucial criterion for horse welfare? *Animal* 3, 1308-1312.
- Benhajali, H., Richard-Yris, M.A., Leroux, M., Ezzaouia, M., Charfi, F., Hausberger, M., 2008. A note on the time budget and social behaviour of densely housed horses - A case study in Arab breeding mares. *Applied Animal Behaviour Science* 112, 196-200.
- Bourjade, M., Moulinot, M., Richard-Yris, M.A., Hausberger, M., 2008. Could adults be used to improve social skills of young horses, *Equus caballus*? *Developmental Psychobiology* 50, 408-417.
- Broom, D.M., 1991. Animal welfare: concepts and measurement. *Journal of Animal Science* 69, 4167-4175.
- Cauvin, E., 1997. Assessment of back pain in horses. *In Practice* 19, 522-&.
- Chaya, L., Cowan, E., McGuire, B., 2006. A note on the relationship between time spent in turnout and behaviour during turnout in horses (*Equus caballus*). *Applied Animal Behaviour Science* 98, 155-160.
- Christensen, J.W., Ladewig, J., Sondergaard, E., Malmkvist, J., 2002. Effects of individual versus group stabling on social behaviour in domestic stallions. *Applied Animal Behaviour Science* 75, 233-248.
- Clark, D.K., Friend, T.H., Dellmeier, G., 1993. The effect of orientation during trailer transport on heart-rate, cortisol and balance in horses. *Applied Animal Behaviour Science* 38, 179-189.
- Cook, W.R., 1999. Pathophysiology of bit control in the horse. *Journal of Equine Veterinary Science* 19, 196-204.
- Cooper, J.J., McDonald, L., Mills, D.S., 2000. The effect of increasing visual horizons on stereotypic weaving : implications for the social housing of stabled horses. *Applied Animal Behaviour Science* 69, 67-83.
- De Boyer Des Roches, A., Richard-Yris, M.-A., Henry, S., Ezzaouia, M., Hausberger, M., 2008. Laterality and emotions: visual laterality in the domestic horse (*Equus caballus*) differs with objects' emotional value. *Physiol Behav* 94, 487-490.
- Duncan, I.J.H., 1998. Behavior and behavioral needs. *Poultry Science* 77, 1766-1772.
- Elsaesser, F., Klobasa, F., Ellendorff, F., 2001. Evaluation of salivary cortisol determination and of cortisol responses to ACTH as markers of the training status/fitness of warmblood sports horses. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 108, 31-36.
- Faber, M., Schamhardt, H., van Weeren, R., Johnston, C., Roepstorff, L., Barneveld, A., 2000. Basic three-dimensional kinematics of the vertebral column of horses walking on a treadmill. *American Journal of Veterinary Research* 61, 399-406.
- Fonseca, B.P.A., Alves, A.L.G., Nicoletti, J.L.M., Thornassian, A., Hussni, C.A., Mikail, S., 2006. Thermography and ultrasonography in back pain diagnosis of equine athletes. *Journal of Equine Veterinary Science* 26, 507-516.
- Forkman, B., Boissy, A., Meunier-Salauen, M.C., Canali, E., Jones, R.B., 2007. A critical review of fear tests used on cattle, pigs, sheep, poultry and horses. *Physiology & Behavior* 92, 340-374.
- Fureix, C., Jegou, P., Hausberger, M., 2009a. La réaction des chevaux vis-à-vis de l'homme est elle liée au contexte d'interaction?. In: Nationaux, H. (Ed.), 35ème journée de la recherche équine, Paris, pp. 101-110.
- Fureix, C., Jegou, P., Sankey, C., Hausberger, M., 2009b. How horses (*Equus caballus*) see the world: humans as significant "objects". *Animal Cognition* 12, 643-654.
- Fureix, C., Menguy, H., Hausberger, M., EnRévision. Partners with bad temper: reject ou cure? A study of chronic pain and aggression in horses. *PloS ONE*.
- Hada, T., Onaka, T., Takahashi, T., Hiraga, A., Yagi, K., 2003. Effects of novelty stress on neuroendocrine activities and running performance in thoroughbred horses. *Journal of Neuroendocrinology* 15, 638-648.
- Hall, C., Goodwin, D., Heleski, C., Randle, H., Waran, N., 2008. Is there evidence of learned helplessness in horses? *Journal of Applied Animal Welfare Science* 11, 249-266.
- Hansen, M.N., Estvan, J., Ladewig, J., 2007. A note on resting behaviour in horses kept on pasture: Rolling prior to getting up. *Applied Animal Behaviour Science* 105, 265-269.
- Hausberger, M., Bruderer, U., Le Scolan, N., Pierre, J.S., 2004. Interplay between environmental and genetic factors in temperament/personality traits in horses (*Equus caballus*). *Journal of Comparative Psychology* 118, 434-446.
- Hausberger, M., Gautier, E., Biquand, V., Lunel, C., Jegou, P., 2009. Could work be a source of behavioural disorders? A study in horses. *PloS ONE* 4, in press.
- Hausberger, M., Gautier, E., Muller, C., Jegou, P., 2007. Lower learning abilities in stereotypic horses. *Applied Animal Behaviour Science* 107, 299-306.
- Hausberger, M., Roche, H., Henry, S., Visser, E.K., 2008. A review of the human-horse relationship. *Applied Animal Behaviour Science* 109, 1-24.
- Hausler, K.K., 1996. The lower back and pelvis of performance horses receive a closer look. *Journal of Equine Veterinary Science* 16, 279-281.

- Hausler, K.K., Stover, S.M., Willits, N.H., 1999. Pathologic changes in the lumbosacral vertebrae and pelvis in Thoroughbred racehorses. *American Journal of Veterinary Research* 60, 143-153.
- Heleski, C.R., Shelle, A.C., Nielsen, B.D., Zanella, A.J., 2002. Influence of housing on weanling horse behavior and subsequent welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 78, 291-302.
- Jeffcott, L.B., 1980. Disorders of the thoracolumbar spine of the horse. A survey of 443 cases. *Equine Veterinary Journal* 12, 197-210.
- Jeziarski, T., Jaworski, Z., Gorecka, A., 1999. Effects of handling on behaviour and heart rate in Konik horses: comparison of stable and forest reared youngstock. *Applied Animal Behaviour Science* 62, 1-11.
- Jorgensen, G.H.M., Boe, E.E., 2007. A note on the effect of daily exercise and paddock size on the behaviour of domestic horses (*Equus caballus*). *Applied Animal Behaviour Science* 107, 166-173.
- Kuwahara, M., Hiraga, A., Kai, M., Tsubone, H., Sugano, S., 1999. Influence of training on autonomic nervous function in horses: evaluation by power spectral analysis of heart rate variability. *Equine Vet. J. Suppl* 30.
- Landman, M., de Blaauw, J.A., van Weeren, P.R., Hofland, L.J., 2004. Field study of the prevalence of lameness in horses with back problems. *Veterinary Record* 155, 165-168.
- Mason, G.J., 1991. Stereotypies: a critical review. *Anim Behav* 41, 1015-1037.
- McDonnell, S.M., 2000. Reproductive behavior of stallions and mares: comparison of free-running and domestic in-hand breeding. *Animal Reproduction Science* 60, 211-219.
- McGreevy, P., Nicol, C., 1998. Physiological and behavioral consequences associated with short-term prevention of crib-biting in horses. *Physiology & Behavior* 65, 15-23.
- McGreevy, P.D., Cripps, P.J., French, N.P., Green, L.E., Nicol, C.J., 1995. Management factors associated with stereotypic and redirected behavior in the thoroughbred horse. *Equine Veterinary Journal* 27, 86-91.
- Mills, D.S., 2005. Repetitive movement problems in the horse, in: McDonnell, D.S.M.a.S.M. (Ed.), *The Domestic Horse, The Origins, Development and Management of its Behaviour*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 212-227.
- Mormede, P., Andanson, S., Auperin, B., Beerda, B., Guemene, D., Malnikvist, J., Manteca, X., Manteuffel, G., Prunet, P., van Reenen, C.G., Richard, S., Veissier, I., 2007. Exploration of the hypothalamic-pituitary-adrenal function as a tool to evaluate animal welfare. *Physiology & Behavior* 92, 317-339.
- Nicol, C.J., Davidson, H.P.D., Harris, P.A., Waters, A.J., Wilson, A.D., 2002. Study of crib-biting and gastric inflammation and ulceration in young horses. *Veterinary record* 151, 658-662.
- Nomura, K., Tokuriki, M., Nomura, S., 1980. The changes of heart rate in horses under the ordinary management in the livestock farm. *Jpn J Zootech Sci* 51, 823-829.
- Palme, R., Rettenbacher, S., Touma, C., El-Bahr, S.M., Mostl, E., 2005. Stress hormones in mammals and birds - Comparative aspects regarding metabolism, excretion, and noninvasive measurement in fecal samples. *Trends in Comparative Endocrinology and Neurobiology* 1040, 162-171.
- Pell, S.M., McGreevy, P.D., 1999. A study of cortisol and beta-endorphin levels in stereotypic and normal Thoroughbreds. *Applied Animal Behaviour Science* 64, 81-90.
- Popa, T., Bonifazi, M., Della Volpe, R., Rossi, A., Mazzocchio, R., 2007. Adaptive changes in postural strategy selection in chronic low back pain. *Experimental Brain Research* 177, 411-418.
- Raaby Magle, P., Ladewig, J., 2006. Lying behavior in horses in relation to box size. *Journal of Equine Veterinary Science* 26, 11-17.
- Rivera, E., Benjamin, S., Nielsen, B., Shelle, J., Zanella, A.J., 2002. Behavioral and physiological responses of horses to initial training: the comparison between pastured versus stalled horses. *Applied Animal Behaviour Science* 78, 235-252.
- Robinson, N.E., Karmaus, W., Holcombe, S.J., Carr, E.A., Derksen, F.J., 2006. Airway inflammation in Michigan pleasure horses: prevalence and risk factors. *Equine Veterinary Journal* 38, 293-299.
- Steenhaut, M., Martens, A., Vlaminck, L., Gasthuys, F., Desmet, P., De Moor, A., Marien, T., Deprez, P., 2000. Colic in the horse: a retrospective study. Prevalence, results of conservative and surgical treatment. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 69, 24-30.
- Thorne, J.B., Goodwin, D., Kennedy, M.J., Davidson, H.P.B., Harris, P., 2005. Foraging enrichment for individually housed horses: Practicality and effects on behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 94, 149-164.
- Vecchiotti, G.G., Galanti, R., 1986. Evidence of heredity of cribbing, weaving and stall-walking in thoroughbred horses. *Livestock Production Science* 14, 91-95.
- Vieira, E.R., Kumar, S., 2004. Working postures: A literature review. *Journal of Occupational Rehabilitation* 14, 143-159.
- Visser, E.K., van Reenen, C.G., van der Werf, J.T.N., Schilder, M.B.H., Knaap, J.H., Barneveld, A., Blokhuis, H.J., 2002. Heart rate and heart rate variability during a novel object test and a handling test in young horses. *Physiology & Behavior* 76, 289-296.
- von Borstel, U.U., Duncan, I.J.H., Shoveller, A.K., Merkies, K., Keeling, L.J., Millman, S.T., 2009. Impact of riding in a coercively obtained Rollkur posture on welfare and fear of performance horses. *Applied Animal Behaviour Science* 116, 228-236.
- Waring, G., 2003. *Horse Behavior*, second edition. Noyes Publications/William Andrew Publishing, Norwich, New York.