UNIVERSITÉ DE TOURS

ÉCOLE DOCTORALE : Santé, Sciences Biologiques et Chimie du Vivant

Équipe Neuroéthologie et Cognition Sociale

UMR CNRS INRAe 7247 Physiologie de la Reproduction et des Comportements

THÈSE présentée par :

Anna FLAMAND

soutenue le : **16 décembre 2024**

pour obtenir le grade de : **Docteur de l'Université de Tours**
Discipline/ Spécialité : Sciences de la Vie et de la Santé

Bien-être social du cheval : intégration et gestion de la dimension sociale dans les infrastructures équestres

THÈSE dirigée par :

Mme PETIT Odile	Directrice de recherche, CNRS Clermont-Ferrand
M NOWAK Raymond	Directeur de recherche, INRAe Nouzilly

RAPPORTEURS :

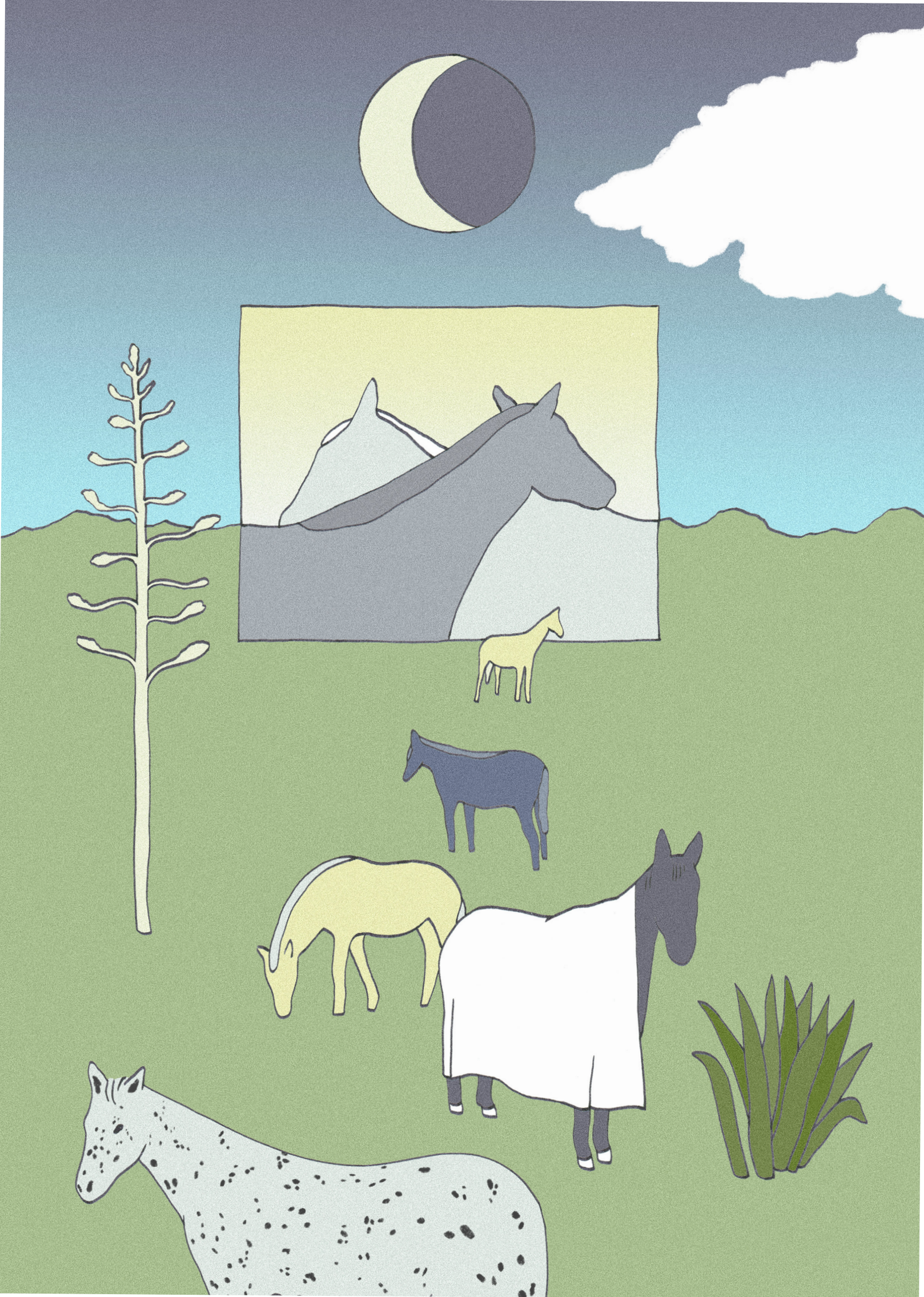
M BOISSY Alain	Directeur de recherche, INRAe Clermont-Ferrand
Mme GUESDON Vanessa	Enseignante-chercheuse, JUNIA, Lille

PRÉSIDENTE DU JURY :

Mme BELZUNG Catherine	Professeure, Université de Tours

JURY :

M BOISSY Alain	Directeur de recherche, INRAe Clermont-Ferrand
Mme GUESDON Vanessa	Enseignante-chercheuse, JUNIA, Lille
M NOWAK Raymond	Directeur de recherche, INRAe Nouzilly
Mme PETIT Odile	Directrice de recherche, CNRS Clermont-Ferrand
Mme VALENCHON Mathilde	Chargée de recherche, INRAe Saclay



Remerciements

En premier lieu, je tiens à remercier chaleureusement les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail : Mme Catherine Belzung, Mme Vanessa Guesdon et M. Alain Boissy.

Je dois continuer ces remerciements par une confession : je n'ai jamais lu plus que les premières lignes des remerciements d'aucun ouvrage. À tort sans doute, mais cela me donne l'impression de me glisser dans l'intimité des auteurs sans y être réellement conviée. À l'heure des réseaux sociaux, c'est probablement une pudeur complètement absurde et puis, finalement, les remerciements ne seraient-ils pas à l'écriture ce que le générique est au cinéma ? Une manière de rendre hommage à la grande équipe sans qui ce travail et tant d'autres choses n'auraient pas été possibles.

Sans plus de tergiversations, je souhaiterais commencer par remercier les financeurs de ce projet qui ont permis sa réalisation : Horse Stop et l'ANRT pour le financement de la thèse CIFRE ainsi que l'IFCE pour le financement des trois études qui la composent. J'aimerais également adresser mes remerciements à Raymond Nowak pour avoir accepté l'encadrement de cette thèse. Je tiens également à remercier Anne-Sophie Darmaillacq, Mathilde Valenchon et Xavier Boivin pour leurs précieux conseils lors de mon comité de thèse.

J'aimerais poursuivre en adressant tous mes remerciements aux structures qui ont hébergé ces études, les personnes, et notamment les propriétaires de chevaux, qui nous ont accueillies et ont accepté de participer de façon volontaire. Ça a été un travail d'organisation très costaud qui n'aurait pas été possible sans votre immense implication. Une petite pensée particulière à Aurélien Polak qui a été d'un soutien extrêmement précieux face aux diverses difficultés rencontrées sur le terrain.

Je tiens également à remercier Arnaud Lallemand, partenaire de choc des webinaires Horse Stop ! Merci pour le rôle que tu as rempli ces trois années, ta bonne humeur et ton intérêt

scientifique qui ont amené des moments d'échanges dont je garderai de très bons souvenirs. Merci également à Ariane pour ton dynamisme et ta positivité dans chacune de nos conversations, ça a été très agréable de travailler avec toi.

J'adresse un immense merci à tout mon laboratoire ! Un concentré de personnes brillantes et profondément humaines qui sont la preuve qu'on peut allier sérieux et rigueur scientifique avec beaucoup d'humour et de joie au quotidien. Merci à Odile, Valérie et Bernard de m'avoir accueillie au sein de l'équipe Éthologie Sociale et Cognitive il y a déjà 6 ans de cela, lorsque je suis arrivée à Strasbourg pour un poste de 6 mois qui s'est un peu prolongé. Ça a été une véritable source d'inspiration de voir votre détermination et l'énergie que vous déployez dans vos innombrables projets. Odile, je n'aurais sans doute pas de mots à la hauteur des remerciements que je veux t'adresser. Merci d'y avoir cru malgré tous les obstacles qu'on a rencontrés pour concrétiser ce projet. À la fin de mon master et à force d'entendre des témoignages de doctorants à la santé mentale dégradée, j'étais bien décidée à ne pas faire de thèse. Alors, merci pour ton immense bienveillance, ta vision de la science et de l'animal qui m'ont fait changer d'avis et qui m'ont donné l'irrépressible envie de m'impliquer dans ce projet. Et merci pour ton soutien sans faille tout au long de ces trois années et avant, qui m'ont permis de mener cette thèse jusqu'au bout et d'apprendre énormément (tant sur les relations sociales équines qu'humaines d'ailleurs).

Quant aux nouvelles générations qui ont petit à petit agrandi l'équipe, un grand merci pour votre présence et tous nos échanges sympas au labo (et en dehors) : Anouk, Florian, Joseph, Justine, Jules, Killian (oui tu comptes encore, tu étais le premier à arriver), Laurie, Maëlan, Nina et une mention spéciale pour les copines de bureau : Cheyenne et Louise. Merci pour votre enthousiasme (particulièrement pour organiser des goûters !) et votre douceur qui ont rendu les journées toujours agréables malgré la météo strasbourgeoise parfois capricieuse. Cheyenne, un grand merci à toi pour tes coups de main multiples qui m'ont à chaque fois sauvée de situations périlleuses (le terrain, le chien, les illustrations de dernière minute et je suis sûre que j'en oublie !). Killian, merci pour ton oreille statisticienne et tes conseils dans mes grands moments de doute. Anouk : quelle rencontre ! Je suis vraiment contente que le projet ait évolué et que la vie t'ait fait atterrir dans notre bureau. Je te remercie pour l'enrichissement énorme que tu as apporté à ce projet et merci d'être ensuite devenue une super amie. Ton soutien, ton

écoute, ta combativité, ton énergie, ton humour : merci pour tout ça … et aussi pour les bons repas pendant le dernier mois de rédaction.

Je tiens à remercier l'armée de stagiaires qui a rendu tout le travail de terrain et d'analyse possible. Merci à chacun.e d'entre vous pour le travail extrêmement conséquent que vous avez fourni et merci d'avoir tenu le coup malgré des conditions de terrain parfois compliquées : Anouk, Cheyenne et Louise (encore vous !), Amazone, Astrid, Claire, Clairvie, Clémence D., Clémence H., Clémence L., Colline, Guénaëlle, Juliette, Maïwen, Myriam, Noémie, Lucas et Lucia. Maïwen, merci pour ton enthousiasme sans faille, ta motivation à toute épreuve et ton efficacité redoutable, c'était extrêmement appréciable de finir le terrain épaulée de cette façon.

Je voulais adresser des remerciements à Joanna Lignot pour les corrections d'anglais des articles… et bien plus ! Merci pour la finesse de tes questions qui ont contribué à peaufiner nos idées au-delà des aspects purement linguistiques et merci aussi pour ton humour détonnant qui a donné un goût nettement plus doux à toutes ces heures de rédaction. Un grand merci également à Mathilde pour ta collaboration sur la rédaction du dernier article, pour ta précision et toutes tes suggestions qui ont été très enrichissantes.

Merci à mes ami.e.s qui m'ont soutenue et écoutée sans savoir toujours vraiment trop en quoi consistait cette thèse mais qui ont toujours été présent.e.s, celles et ceux de tout près : Camille, Hélène, Jeanne, Julie, Roman, Lauriane, Shaï et celles plus éloignées mais ô combien vitales : Chloé, Laura et Victoria. Laura, merci pour ta présence et tous tes mots sur la dernière ligne droite, une vraie coach ! Jeanne, merci énormément pour cette magnifique illustration ! Ça me fait extrêmement plaisir de pouvoir allier ton travail au mien sous cette forme. Et pour la seconde illustration qui vient clore ce manuscrit, un grand merci à Séverine ! J'imagine que la tâche n'a pas forcément été simple alors je vous remercie d'autant plus de vous être prêtées au jeu ! Je tiens à préciser que, pour ces deux illustrations, j'ai demandé à leurs autrices de dessiner leur perception propre de l'expression « le bien-être social du cheval » et cela, avec des couleurs que pourraient voir les chevaux, pour rester dans le thème jusqu'au bout. Les illustrations des chapitres 3 à 5 ont été générées par DALL-E, OpenAI.

Je remercie mes parents et mon frère pour leur soutien inconditionnel depuis le début, dans tout ce que j'ai entrepris. A mes parents, merci de m'avoir laissée choisir ma voie et d'avoir

toujours été derrière moi. Miguel : Gracias por tu apoyo, tu paciencia y todo lo bueno que me das. Increíble todo lo que se puede hacer en tres años…

Je voudrais terminer par remercier celles qui ont bousculé beaucoup de mes croyances, qui ont été le point de départ de nombreux questionnements sur notre rapport à l'animal et m'ont poussée à explorer leurs perceptions du monde. Merci pour toutes ces remises en question.

Publications

Publiée

Flamand, A., Zellenka, C., Mos, J., Starczan, A., Polak, A., & Petit, O. (2024). Neigh-bours: Why every young horse needs good friends: A pilot study during the breaking-in period. *Applied Animal Behaviour Science*, *272*, 106190.

https://doi.org/10.1016/j.applanim.2024.106190

Acceptée

Flamand, A., Robinet, L., Raskin, A., Braconnier, M., Bouhamidi, A., Derolez, G., Lochin, C., Helleu, C., & Petit, O. (n.d). The social dimension of equine welfare: Social contact positively affects the emotional state of stalled horses. *Animal Behaviour*.

Soumise

Flamand, A., Eyraud, C., Llopis, V., Frantz, L., Cuir, F., Valenchon, M., & Petit, O. Pilot study on the resocialisation of stallions. *Applied Animal Behaviour Science.*

Publications hors du travail de thèse

Trösch, M., **Flamand, A.**, Chasles, M., Nowak, R., Calandreau, L., & Lansade, L. (2020). Horses solve visible but not invisible displacement tasks in an object permanence paradigm. *Frontiers in Psychology*, *11*, Article 562989.

https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.562989

Flamand, A., Rebout, N., Bordes, C., Guinnefollau, L., Bergès, M., & al. (2019). Hamsters in the city: A study on the behaviour of a population of common hamsters (*Cricetus cricetus*) in urban environment. *PLOS ONE*, *14*(11), Article e0225347.

https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225347

Communications

Communications orales

Flamand, A., & Petit, O. (2023). *Impact des contacts sociaux sur le bien-être des jeunes chevaux et des chevaux de sport*. Colloque du Conseil des Chevaux des Hauts de France, Poulainville, 13 décembre 2023.

Flamand, A., & Petit, O. (2023). *Impact des contacts sociaux sur le bien-être des jeunes chevaux et des chevaux de sport*. Journée d'informations techniques, Rosières-aux-Salines, 3 octobre 2023.

Flamand, A., Zellenka, C., Bouhamidi, A., Braconnier, M., Helleu, C., Boyer, S., & Petit, O. (2023). *Effects of social interactions on the emotional state of the horse*. Bielefeld, Allemagne, 20 août 2023.

Flamand, A., & Petit, O. (2023). *Bien-être social du cheval : intégration et gestion de la dimension sociale dans les infrastructures équestres*. Journées des membres Hippolia, Tourgéville, 15 juin 2023 (Prix de la meilleure thésarde).

Bouhamidi, A., Delanoue, E., **Flamand, A.**, & Petit, O. (2023). *Perception du bien-être ethébergement des chevaux : enquête auprès de gérant·e·s de structures équestres*. Journées scienceset innovations équines, Saumur, 1er 2023.

Flamand, A., Raskin, A., Zellenka, C., Bouhamidi, A., Braconnier, M., & Petit, O. (2023). *Impact des contacts sociaux sur l'état émotionnel du cheval domestique (Equus caballus)*. Journées sciences et innovations équines, Saumur, 1er juin 2023.

Flamand, A., & Petit, O. (2023). *Bien-être social du cheval : intégration et gestion de la dimension sociale dans les infrastructures équestres*. Journées des doctorants de la filière équine, Saumur, 31 mai 2023.

Flamand, A., Raskin, A., Zellenka, C., Bouhamidi, A., Braconnier, M., & Petit, O. (2023). *Impact des contacts sociaux sur l'état émotionnel du cheval domestique (Equus caballus)*. Colloque Annuel de la Société Française pour l'Étude du Comportement Animal, Tours, 23-25 mai 2023.

Flamand, A., Zellenka, C., Mos, J., Starczan, A., Pollak, A., & Petit, O. (2022). *Impact de la socialisation sur les réactions lors de l'apprentissage chez le jeune cheval*. NORMANDY HORSE MEET'UP (salon pour les professionnels de la filière équine), Deauville, 22-23 septembre 2022.

Flamand, A., Zellenka, C., Mos, J., Starczan, A., Pollak, A., & Petit, O. (2022). *Impact de la socialisation sur les réactions lors de l'apprentissage chez le jeune cheval*. Colloque Annuel de la Société Française pour l'Étude du Comportement Animal, Clermont-Ferrand, 31 mai 2022.

Communications affichées

Flamand, A., Zellenka, C., Bouhamidi, A., Braconnier, M., Helleu, C., Boyer, S., & Petit, O. (2024). *Effects of social interactions on the emotional state of the horse*. WAFL, Florence, Italie, 31 août 2024.

Flamand, A., Zellenka, C., Bouhamidi, A., Braconnier, M., Helleu, C., Boyer, S., & Petit, O. (2023). *Effects of social interactions on the emotional state of the horse*. UFAW, en ligne, 20-21 juin 2023

Flamand, A., Zellenka, C., Mos, J., Starczan, A., Pollak, A., & Petit, O. (2022). *Impact de la socialisation sur les réactions lors de l'apprentissage chez le jeune cheval*. Journées sciences et innovations équines, Saumur, 1er juin 2022.

Vulgarisation scientifique

Bouhamidi, A., Delanoue, E., **Flamand, A**. & Petit, O. (2022). Perception du bien-être et hébergement des chevaux : enquête auprès de gérant·e·s de structures équestres. Equ'idée, Ed. Institut Français du Cheval et de l'Équitation, Le Pin au Haras.

https://mediatheque.ifce.fr/index.php?lvl=notice_display&id=72152

Flamand, A., Raskin, A., Zellenka, C., Bouhamidi, A., Braconnier, M. & Petit, O. (2023). Impact des contacts sociaux sur l'état émotionnel du cheval domestique (*Equus caballus*). Actes des *Journées sciences et innovations équines*, Ed. Institut Français du Cheval et de l'Équitation, Le Pin au Haras.

https://mediatheque.ifce.fr/doc_num.php?explnum_id=27254

Flamand, A., Zellenka, C., Mos, J., Starczan, A., Pollak, A. & Petit, O. (2022). Influence des contacts sociaux sur le cheval au débourrage. Actes des Journées sciences et innovations équines, Ed. Institut Français du Cheval et de l'Équitation, Le Pin au Haras.

https://mediatheque.ifce.fr/doc_num.php?explnum_id=26755

Flamand, A., Lallemand, A. (2024). Hébergement et bien-être : Comment gérer la socialité des chevaux. Webinaire Horse Stop, 22 juillet 2024

Flamand, A., Lallemand, A. (2024). Retour d'enquête sur l'intégration en écuries actives. Webinaire Horse Stop, 11 janvier 2024

Flamand, A., Lallemand, A. (2023). Comment apporter des contacts au box ? Webinaire Horse Stop, 28 septembre 2023

Flamand, A., Lallemand, A. (2023). Protocole d'intégration en écuries actives. Webinaire Horse Stop, 2 mai 2023

Flamand, A., Lallemand, A. (2022). Quels enjeux autour de la socialisation des chevaux ? Webinaire Horse Stop, 10 mai 2022

Sommaire

Remerciements **5**

Publications **9**

Communications **10**

Chapitre 1 : Introduction générale **15**

I - La socialité dans le règne animal **17**

1. Pourquoi vivre en groupe ? Les causes de la vie en groupe 17
2. Organisation et caractéristiques du groupe social 19
3. Structure sociale 22
4. Socialité et espèces domestiques : l'environnement social 25

II. Bien-être animal : entre science et société **27**

1. Contexte général 27
2. Approche scientifique du bien-être animal 29

III. Relation humain-animal **47**

1. Le rapport sociétal à l'animal 47
2. La relation individuelle de l'animal avec l'humain 48

IV. Le modèle équin **52**

1. Mode de vie en conditions naturelles 52
2. Comportement social et communication 56
3. Conditions de vie domestiques 60
4. La perception du bien-être dans la filière équine 63

V. Problématique et objectifs de la thèse **67**

Chapitre 2 : Méthodologie générale **71**

1. Choix du cadre d'étude 73
2. Dispositifs expérimentaux 73
3. Présentation des animaux étudiés 75

Chapitre 3 : Effets des contacts sociaux sur l'état de bien-être de jeunes chevaux **81**

Synthèse de l'article 1 83
ARTICLE 1 84

<u>Chapitre 4 :</u> Effets des contacts sociaux sur l'état émotionnel de chevaux adultes 103

Synthèse de l'article 2 105
ARTICLE 2 106

<u>Chapitre 5 :</u> Isolement social prolongé et compétences sociales chez les étalons 147

Synthèse de l'article 3 149
ARTICLE 3 150

<u>Chapitre 6 :</u> Discussion générale 197

1. Synthèse des résultats 199
2. L'importance du besoin social chez le cheval 200
3. Effets de l'enrichissement 202
4. Perception de l'environnement et états affectifs 205
5. Effets sur les interactions avec l'humain 207
6. Conclusion générale 208
7. Limites des travaux 209
8. Perspectives 210

<u>Chapitre 7 :</u> Références bibliographiques 219

Chapitre 1

Introduction générale

Introduction générale

Préambule

Pour les espèces sociales, l'établissement de relations avec des congénères est un besoin fondamental. Bien que ces espèces forment spontanément des groupes en milieu naturel, leur vie sociale peut être fortement impactée en conditions domestiques. Certaines pratiques d'hébergement entraînent un isolement social, qui constitue un facteur de stress important pour l'animal. Cet isolement peut altérer son bien-être et les conséquences néfastes qui en résultent sont susceptibles d'affecter indirectement d'autres dimensions, telles que la relation entre l'animal et l'humain.

Je débuterai cette introduction par une synthèse de la socialité dans le règne animal et ses caractéristiques chez les espèces domestiques puis j'aborderai la notion de bien-être et son approche scientifique. Dans un troisième temps, je me focaliserai sur la relation entre l'humain et l'animal et le lien entre cette relation et le bien-être animal. Pour terminer, je présenterai le modèle équin sur lequel est mené cette thèse avant d'expliciter les objectifs de ce travail.

I - La socialité dans le règne animal

Dans cette partie, je m'intéresserai en premier lieu à la socialité dans sa globalité, aux causes de la vie en groupe ainsi qu'aux différents systèmes sociaux qui existent. J'explorerai ensuite les caractéristiques du groupe social et les mécanismes sous-jacents à sa structure. Enfin, j'aborderai le cas des espèces domestiques et la prise en compte de leur socialité dans l'hébergement.

1. Pourquoi vivre en groupe ? Les causes de la vie en groupe

Lorsque l'on s'intéresse à l'aspect social de la vie animale et au fonctionnement des sociétés qu'elle constitue, il convient d'introduire le terme de socialité, dont la définition est loin de faire consensus dans la communauté scientifique (Rubenstein & Abbot, 2017). Dans la suite de ce

manuscrit, j'adopterai une approche volontairement globale afin d'inclure un très large spectre d'organisations sociales, de la plus simple à la plus complexe et j'utiliserai le terme socialité comme le fait de vivre en groupe.

Deux facteurs majeurs sont suggérés comme étant déterminants dans l'apparition de la socialité : l'exploitation des ressources et la pression de prédation (Mendl & Held, 2001 ; Shultz *et al.*, 2011). La vie en groupe repose sur les bénéfices mutuels résultant de la présence et de la contribution de chacun (West *et al.*, 2007). Pour certaines espèces prédatrices comme le loup (*Canis lupus*) ou l'orque (*Orcinus orca*), elle représente un avantage par la mise en place de comportements coopératifs de chasse, donnant accès à des proies qui n'auraient pas été accessibles par un individu seul (Gable *et al.*, 2018 ; Ford, 2019). A l'inverse, pour les proies, la vie en groupe permet d'augmenter la survie face aux prédateurs par le biais de différents phénomènes. Tout d'abord, par la détection de potentiels prédateurs : la vigilance partagée par les membres du groupe permet de diminuer le degré de vigilance individuel sans augmenter le risque de prédation (« many eyes hypothesis » : Pulliam, 1973). Chez les sangliers (*Sus scrofa*), il a été mis en évidence que le temps de vigilance individuel diminuait lorsque la taille du groupe augmentait (Quenette & Gerard, 1992). Le partage de la vigilance permet également d'augmenter le temps de fourragement (Favreau *et al.*, 2014 ; Mendl & Held, 2001) : chez les brebis (*Ovis aries*), Penning et collaborateurs (1993) ont démontré que la proportion d'individus broutant sur une période de 24 heures augmentait avec la taille du groupe. Le risque de prédation diminue également grâce à l'effet de dilution. Celui-ci s'explique par le fait qu'un prédateur ne peut capturer qu'une proie par attaque, ce qui diminue le risque pour un individu d'être la cible de cette attaque lorsqu'il vit en groupe. Le risque d'être victime de prédation diminue donc proportionnellement à l'augmentation de la taille du groupe (Mendl & Held, 2001). Enfin, ce risque diminue car il est également plus difficile pour un prédateur d'isoler un individu et l'attaquer (Krakauer, 1995). D'autres stratégies anti-prédation consistent à se défendre directement contre les prédateurs, par exemple par le biais du « houspillage » qui consiste à harceler voire à attaquer un potentiel prédateur lorsqu'il s'approche afin de l'éloigner et le dissuader de futures attaques (Cunha *et al.*, 2017 ; Perry *et al.*, 2003). Cette stratégie est répandue chez un grand nombre d'espèces, notamment aviaires (Dutour *et al.*, 2019). Chez les buffles d'eau (*Bubalus arnee*), des groupes de protection peuvent également se former autour de leurs jeunes pour dissuader les attaques (Wilson, 1975).

2. Organisation et caractéristiques du groupe social

2.1 Les différents types d'organisation sociale

A travers la diversité de ses formes, allant du couple temporaire à une organisation eusociale, la socialité semble concerner quasiment toutes les espèces à un moment de leur vie, au moins lors de la période de reproduction. On peut néanmoins distinguer les individus vivant à l'état solitaire la plus grande partie de l'année de ceux qui vivent avec au moins un congénère adulte (Martínez, 2020). Différentes composantes d'un système social peuvent être étudiées telles que l'organisation sociale, le système d'accouplement et la structure sociale, termes pour lesquels Kappeler (2019) appelle à une utilisation consensuelle des définitions. Il décrit l'organisation sociale en fonction de la taille et de la composition (âge et sexe des membres) d'une unité sociale, le système d'accouplement comme l'appariement et les stratégies de reproduction, ainsi que leurs conséquences sur la structure génétique des groupes. Enfin, la structure sociale est définie par le contenu, la qualité et l'agencement des relations sociales (Figure 1).

La plus petite unité sociale est la paire de congénères, que l'on retrouve le plus fréquemment sous la forme du couple monogame généralement formé d'un mâle et d'une femelle. Chez les oiseaux, une très grande majorité d'espèces est monogame et forme des couples pour la saison de reproduction ou pour une durée plus longue (Black, 1996). Les groupes peuvent être formés de plus de deux individus et constituer des groupes unimâles composés d'un mâle et plusieurs femelles, comme chez le babouin hamadryas (*Papio hamadryas*) (Swedell, 2002). Un autre système social est celui des groupes multimâles/multifemelles comme c'est le cas chez les mandrills (*Mandrillus sphinx*) (Bret *et al.*, 2013). D'autres espèces forment des hardes caractérisées par une ségrégation sexuelle : les femelles et leurs jeunes vivent dans des groupes séparés des mâles qui, eux, adoptent un mode de vie solitaire ou forment des groupes uniquement composés de mâles. Mâles et femelles ne se retrouvent que pendant la période de reproduction. Les mouflons canadiens (*Ovis canadensis*), par exemple, forment des groupes unisexes en dehors de la saison de reproduction, avec des domaines vitaux qui ne se chevauchent pas (Ruckstuhl, 1998).

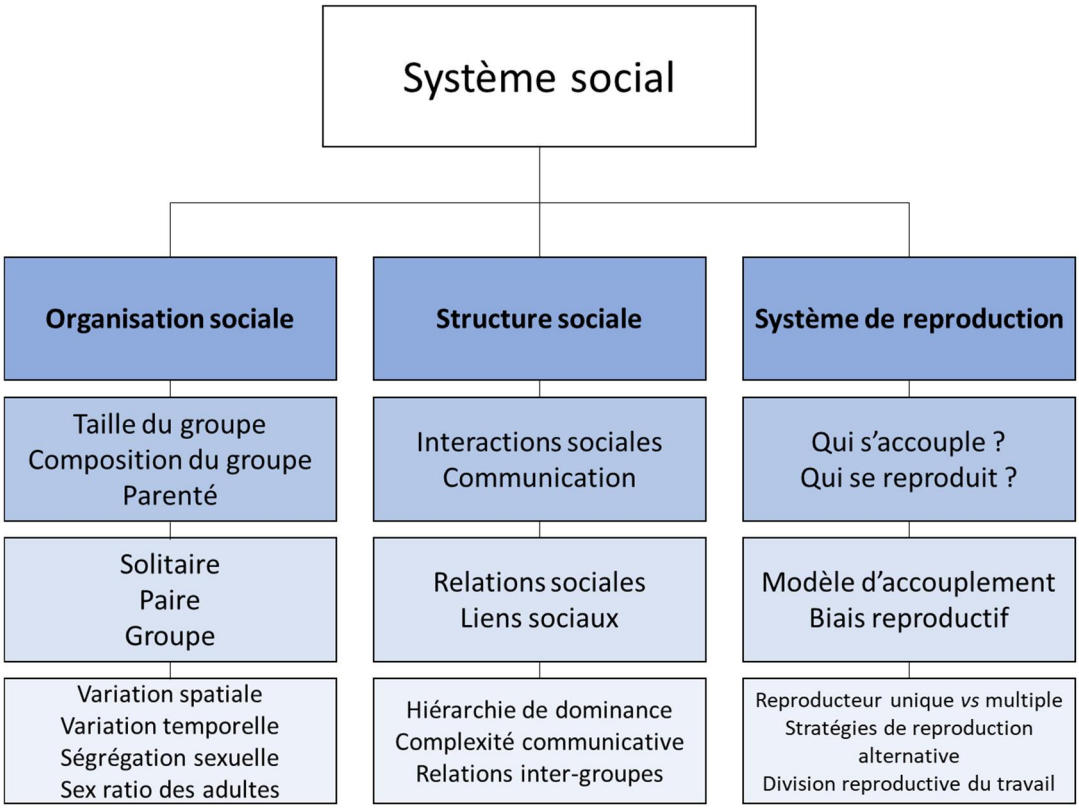


Figure 1 : **Cadre d'étude des systèmes sociaux (adapté de Kappeler, 2019)**

La première ligne indique les trois composantes principales d'un système social. La seconde ligne liste les variables principales ou questions associées à chaque composante. La troisième ligne contient les éléments clés d'un système social qui fournit les caractéristiques générales d'une espèce donnée. La dernière ligne liste des aspects plus spécifiques qui contribuent à la complexité sociale.

L'organisation sociale d'une population peut être modulée en fonction de pressions socioécologiques comme le statut reproducteur ou la disponibilité des ressources (Lindberg, 2001). Cette flexibilité peut se manifester par le phénomène de fission-fusion, caractérisée par des scissions temporaires en sous-groupes plus petits (fission) et des réunions périodiques (fusion). Il peut être défini comme une variation de la cohésion spatiale et de l'appartenance individuelle à un groupe au fil du temps (Aureli *et al.*, 2008). Certaines espèces comme le caribou (*Rangifer tarandus*) adoptent cette dynamique dans laquelle le nombre d'individus et la force des associations sociales varient en fonction des saisons (Le Goff *et al.*, 2024). Chez les chimpanzés (*Pan troglodytes*) vivant en milieu montagneux, la dynamique de fission-fusion s'expliquerait par la disponibilité alimentaire et la présence de femelles en œstrus : l'abondance

de fruits dans une zone aurait un effet attractif sur les femelles lors de leur pic de réceptivité sexuelle et leur présence influencerait par conséquent la taille du groupe/le phénomène de fusion (Matthews *et al.*, 2021).

2.2 Dispersion des jeunes

La dispersion est le processus d'émigration des jeunes de leur groupe natal à partir de la maturité sexuelle. C'est un phénomène qui a pour conséquences de limiter la consanguinité et éviter la concurrence intragroupe (Mendl & Held, 2001). Chez les mammifères, ce sont plus fréquemment les mâles qui quittent le groupe (Clutton-Brock, 2021). Dans les sociétés matriarcales, rester dans le groupe permet aux femelles d'avoir accès à un domaine vital partagé entre la mère et ses filles puis d'hériter de cet espace à la mort de la mère. Néanmoins, ce phénomène semble largement influencé par le réseau de relations et le rôle social occupé au sein du groupe (Thierry, 2015 ; Bret *et al.*, 2013). Chez les chimpanzés en revanche, ce sont les femelles qui quittent le groupe : les mâles y occupent une place centrale et assurent la défense du territoire (Foerster *et al.*, 2015). Chez les oiseaux, on constate le même phénomène : ce sont les femelles qui dispersent plus souvent (Li & Kokko, 2018). Pour les mâles qui défendent souvent des territoires de reproduction, il peut être avantageux de rester près de leur lieu de naissance afin de conserver une partie du territoire du père (Greenwood, 1980).

2.3 Caractéristiques des groupes sociaux

La diversité des systèmes sociaux et leurs variations liées aux contraintes socioécologiques amènent à se questionner sur les caractéristiques d'un groupe social. Dans les colonies d'oiseaux marins formées à la période de reproduction ou lors des migrations de millions d'ongulés, peut-on considérer que des individus qui se regroupent forment un groupe social ? Selon Wilson (1975), un groupe social désigne « tout ensemble d'organismes, appartenant à la même espèce, qui restent ensemble pendant un certain temps et qui interagissent les uns avec les autres à un degré nettement plus élevé qu'avec d'autres congénères ». Par cette définition, Wilson souligne l'importance des interactions régulières pour qualifier un groupe social. Ward & Webster (2016) complètent cette définition par la notion d'attraction sociale. Ils définissent ainsi le groupe social comme « deux individus ou plus qui

maintiennent une proximité dans l'espace et le temps à travers le mécanisme d'attraction sociale ». Ces définitions conduisent aux notions de temporalité et de stabilité.

Quelles sont les caractéristiques qui distinguent un regroupement d'individus d'un groupe pérenne ? La stabilité peut se refléter par la composition du groupe et l'entrée plus ou moins restreinte de nouveaux individus dans le groupe (Ward & Webster, 2016). Ainsi, les groupes dans lesquels l'arrivée de nouveaux congénères est limitée et dans lesquels les membres repoussent activement ces tentatives d'introduction sont aussi les groupes les plus stables en termes de composition. Ce phénomène, courant dans les groupes composés d'individus apparentés, a également été rapporté dans des groupes d'individus non-apparentés (Jordan *et al.*, 2010). La stabilité d'un groupe repose également sur la capacité des individus à reconnaître les membres qui le composent (Campan & Scapini, 2002). Cette reconnaissance peut être individuelle ou concerner l'ensemble des individus du groupe qui partagent des caractéristiques communes. La discrimination se réfère à la capacité de différencier deux identités en utilisant des indices inhérents à ces individus. Celle-ci peut être basée sur des signaux visuels, olfactifs, acoustiques ou multimodaux (Chung *et al.*, 2020). Par exemple, chez les insectes sociaux comme les fourmis (*Formicidae sp.*), des marqueurs chimiques permettent de distinguer les individus qui font partie de la même colonie de ceux qui sont étrangers (pour une revue : Howard & Blomquist, 2005). La discrimination individuelle et la reconnaissance de ses congénères auraient évolué pour faciliter les comportements sociaux (Nawroth *et al.*, 2019). Elles sont considérées comme des processus complexes qui nécessitent, dans le cas de la reconnaissance individuelle, la capacité à mémoriser et se rappeler des autres individus (Tibbetts & Dale, 2007). Par ailleurs, pouvoir se reconnaître après une période plus ou moins longue de séparation, comme dans les populations adoptant une dynamique de fission-fusion, permet de réduire les comportements agressifs et les blessures (Nawroth *et al.*, 2019).

3. Structure sociale

3.1 Mécanismes généraux

Un groupe social est une unité activement formée et maintenue (Lindberg, 2001), notamment par la structure sociale. Celle-ci repose sur trois niveaux distincts : l'interaction, la relation et le réseau. McFarland (1993) décrit l'interaction sociale comme un évènement par lequel « un individu influence le comportement d'un autre » à un instant donné. Pour Hinde (1976), les interactions sociales peuvent être considérées comme les éléments de base de la

structure sociale. De la répétition d'interactions sociales entre deux individus résulte une relation sociale, impliquant d'une part une reconnaissance mutuelle de ces deux individus et d'autre part, que les interactions qu'ils partagent sont influencées par l'historique de leurs interactions passées et potentiellement de leurs attentes quant aux interactions futures. Ces relations sociales peuvent être inférées à partir de l'observation des interactions (Hinde, 1976). Enfin, le réseau social représente l'ensemble de ces relations sociales au sein d'un groupe, c'est-à-dire la somme des relations qui existent entre chacun des membres du groupe (Wey *et al.*, 2008).

Il existe deux types de relations au sein d'un groupe : les relations de dominance-subordination, émergeant de situations de conflit, et les relations affiliatives, basées sur une succession d'interactions positives.

3.2 Les relations de dominance-subordination

La vie en groupe implique le partage de ressources essentielles telles que la nourriture ou les partenaires sexuels, ce qui entraine par conséquent des situations de compétition entre les individus. Les relations hiérarchiques résultent de ces conflits et représentent un aspect fonctionnel important du groupe car elles régulent l'accès aux ressources (Kappeler, 2019). Elles se mettent en place par le biais d'interactions agonistiques à l'issue desquelles l'un des individus peut être désigné comme « gagnant » et l'autre individu « perdant ». Par la succession de ces conflits, l'individu qui l'emporte le plus souvent acquiert le statut de dominant, tandis que l'autre individu est qualifié de subordonné. Ainsi, la relation de dominance-subordination représente la somme des interactions agonistiques et repose sur l'asymétrie de ces interactions (de Waal & Luttrell, 1989). Chez la majorité des espèces, les individus subordonnés expriment des comportements de soumission face aux individus dominants afin de réduire les risques de conflits et de blessures (Drews, 1993). Ces comportements reflètent la connaissance qu'a l'individu de son rang hiérarchique vis-à-vis des autres membres du groupe. A l'échelle du groupe social, l'ensemble de ces relations représente le réseau de « dominance-subordination » (Houpt *et al.*, 1978). Ce réseau peut adopter différentes formes selon les espèces. La plus courante est la hiérarchie linéaire, où les individus sont classés par rangs successifs (A > B > C), chaque rang supérieur dominant les suivants. Il existe également des configurations circulaires (A > B, B > C, et C > A). Le rang hiérarchique est représenté par la position relative de l'individu par rapport à tous les autres membres du groupe (Stricklin & Mench, 1987).

3.3 Les relations affiliatives

Une relation affiliative, aussi appelée relation d'affinité, se caractérise par des interactions positives bidirectionnelles entre deux individus plutôt qu'avec d'autres partenaires. Elle peut se manifester par le biais de contacts physiques ou le toilettage mutuel mais aussi par la proximité spatiale lors de différentes activités (Brent *et al.*, 2014 ; Jablonski, 2021). Les relations affiliatives ne sont pas distribuées de façon uniforme entre les individus du groupe et dans plusieurs espèces, le nombre de partenaires préférentiels par individu est limité (Silk *et al.*, 2006, 2010). Elles peuvent être influencées par la parenté, la familiarité, l'âge, le sexe ou la personnalité ([babouin chacma, *Papio ursinus*] : Carter *et al.*, 2015 ; [capucin, *Sapajus apella*] : Morton *et al.*, 2015 ; [cheval domestique, *Equus caballus*] : Mendonça *et al.*, 2021 ; [cochon, *Sus scrofa domesticus*] : Goumon *et al.*, 2020). Les relations affiliatives entrainent différents bénéfices au sein du groupe. Elles ont notamment été associées à un meilleur succès reproducteur des femelles chez différentes espèces ([babouin cynocéphale, *Papio cynocephalus*] : Silk *et al.*, 2003 ; [cheval] : Cameron *et al.*, 2009). Chez les primates, les affiliations et les comportements de coopération permettent le maintien de la cohésion du groupe, l'apport d'un soutien social lors d'épisodes stressants ou de périodes d'instabilité dans le groupe et limitent les effets des conflits notamment lors de réconciliation, bien souvent par le biais de toilettage mutuel (Arnold & Aureli, 2007 ; Cords, 1997 ; Schino, 2007 ; Wittig *et al.*, 2008 ; Wittig *et al.*, 2016). Chez les éléphants (*Loxodonta africana*), les interactions affiliatives assureraient même chimiquement ce rôle de cohésion par l'échange de bactéries communes aux membres du groupe (microbiote commun) et qui se retrouveraient dans leurs sécrétions, contribuant à la signature olfactive du groupe (von Dürckheim *et al.*, 2022). L'homophilie, tendance à être attiré par des individus présentant des caractéristiques communes, aurait une importance particulière dans ces relations. Briard (2015) suggère que les affinités influencées par des similarités de personnalité permettraient une diminution des conflits d'intérêt et participeraient indirectement à la cohésion du groupe chez les chevaux. Enfin, le fait de connaitre les relations qui les lient permet aux individus affiliés d'établir des stratégies d'alliances (Cheney & Seyfarth, 2007 ; Kummer, 1968 ; Smuts, 2017) et, plus spécifiquement entre mâles, d'accéder à la reproduction ([dauphin, *Tursiops truncatus*] : Connor *et al.*, 1992) ou de combattre des rivaux ([cheval] : Feh, 1999).

4. Socialité et espèces domestiques : l'environnement social

Toutes les espèces domestiques de production (ou presque) sont des espèces sociales (Boivin *et al.*, 2003). Le fait que ces espèces vivent en groupe a très certainement joué un rôle lors du processus de domestication (Stricklin, 2001). Hale (1962) souligne un certain nombre de caractéristiques liées à la socialité favorables à la domestication et présentes chez différentes espèces d'ongulés. On peut notamment évoquer l'existence d'une hiérarchie, qui réduit les conflits entre membres d'un même groupe et, par extension, diminue les risques de blessures causées par la présence des congénères, la constitution de groupes de taille relativement grande et de composition sexuelle mixte, propices à l'élevage simultané d'un grand nombre d'animaux sans qu'il soit nécessaire de les isoler ([bovin, *Bos taurus*] : Bouissou *et al.*, 2001 ; [cochon] : Gonyou, 2001 ; [cheval] : Waran, 2001 ; Keiper, 1986 ; [mouton] : Fisher & Matthews, 2001 [poule domestique, *Gallus gallus domesticus*] : Mench & Keeling, 2001).

Contrairement aux espèces ou aux populations vivant en conditions naturelles, l'humain contrôle un certain nombre de paramètres de la vie des espèces domestiques tels que l'alimentation, le type d'hébergement ou encore l'agencement des ressources dans l'environnement. Qu'en est-il de la socialité ? Quels facteurs liés à l'environnement social vont être modifiés en conditions domestiques et quelles conséquences cela peut-il avoir sur le fonctionnement social ?

4.1 Taille et composition du groupe

La taille du groupe est l'un des facteurs qui peut influencer le fonctionnement des groupes sociaux. Dans les systèmes d'élevage de groupes de taille très importante, le processus de reconnaissance interindividuelle peut être impacté. En effet, un certain nombre d'espèces d'animaux de production sont capables de discriminer des congénères familiers *vs* non-familiers sur des indices visuels, acoustiques, olfactifs voire multimodaux ([bovin] : Coulon *et al.*, 2011 ; Hagen & Broom, 2003 ; [cheval] : Krueger & Flauger, 2011 ; Proops *et al.*, 2009 ; [chèvre, *Capra hircus*] : Pitcher *et al.* 2017 ; [cochon] : Mendl *et al.*, 2002 ; McLeman *et al.*, 2008). Cette reconnaissance étant nécessaire à l'établissement de relations stables à travers la mémorisation des interactions passées entre deux congénères, on peut alors se demander si la présence d'un nombre particulièrement élevé de congénères permet réellement d'entretenir des relations et la

force des liens qu'ils peuvent créer. L'espace disponible et la densité des individus influencent également les processus sociaux. Les relations hiérarchiques entre les membres du groupe remplacent l'agression manifeste par des comportements rituels ou de soumission (Drea & Grebe, 2022), pouvant par exemple s'exprimer par l'évitement d'un individu dominant. Or, dans des conditions où l'espace est trop restreint, les individus subordonnés ne peuvent éviter les individus de rangs supérieurs, ce qui peut conduire à des conflits réels (Lindberg, 2001). Par ailleurs, les systèmes d'élevage imposant des changements fréquents de congénères peuvent également s'avérer problématiques en raison de l'instabilité qu'ils engendrent. Celle-ci peut mener à une augmentation de l'agression, une déstabilisation de la hiérarchie engendrant du stress et des blessures (Estevez *et al.*, 2007 ; Fraser *et al.*, 2013 ; [bovin] : Raussi *et al.*, 2005 ; [cheval] : Christensen *et al.*, 2011 ; [chèvre] : Andersen *et al.*, 2008 ; [cochon] : Andersen *et al.*, 2000 ; Mendl *et al.*, 1992 ; [mouton] : Sevi *et al.*, 2001 ; [poule] : Carvalho *et al.*, 2018 ; Cloutier & Newberry, 2002). D'autre part, perdre son ou ses partenaires préférentiel(s) et/ou avoir uniquement la possibilité de créer des relations à court-terme peut également altérer le fonctionnement social des espèces dont la structure sociale repose en partie sur des relations affiliatives fortes et durables ([bovin] : Gutmann *et al.*, 2015 ; [cheval] : van Dierendonck & Spruijt, 2012).

4.2 Possibilité de contacts et isolement

Certaines espèces ne sont pas hébergées en groupe pendant la totalité ou certaines périodes de leur vie pour des raisons pratiques ([lapin, *Oryctolagus cuniculus domesticus*] : García, 2021 ; Trocino *et al.*, 2013 ; [truie] : Chou & Parsons, 2022 ; [veau] : Sinnott *et al.*, 2023), ce qui peut entraîner un certain nombre de conséquences négatives. Les effets de cet isolement social, défini comme une absence ou fréquence peu élevée d'interactions avec des congénères pour une période prolongée (Gottman, 1977), ont été le sujet de nombreuses études. Des travaux comparant hébergement individuel et hébergement collectif (en paire ou en groupe plus large) ont mis en évidence que l'isolement social provoquait une diminution de la prise de poids et de la prise alimentaire solide chez le veau (Vieira *et al.*, 2010 ; Whalin *et al.*, 2018), une diminution des fonctions immunitaires chez plusieurs espèces de souris monogames (*Peromyscus californicus*, *Peromyscus eremicus*) (Glasper & DeVries, 2005) ou encore une augmentation du cortisol chez le cochon (Kanitz *et al.*, 2009) et le chien (*Canis lupus familiaris)* (Grigg *et al.*, 2017). D'abord mise en évidence chez les primates, la privation sociale à des stades précoces de vie de l'animal a également des implications profondes sur le développement cérébral et

comportemental d'espèces domestiques ([bovin] : Jensen & Larsen, 2014 ; [cochon] : Worobec *et al.*, 1999 ; [primates] : Harlow *et al.*, 1965 ; Novak *et al.*, 2006). Ces troubles incitent à se questionner sur l'importance du besoin social et les conséquences de l'isolement social sur l'état de santé de l'animal, impactant aussi bien la dimension physique que mentale, nous amènent à appréhender la notion de bien-être.

II. Bien-être animal : entre science et société

1. Contexte général

1.1 Contexte historique

Le concept de bien-être animal est apparu au XIXe siècle en Europe à la suite d'écrits dénonçant les actes de cruauté dans l'élevage intensif, notamment la publication de l'ouvrage « Animal Machines » de Ruth Harrison en 1964, qui a marqué un tournant décisif pour la condition animale. L'impact de ce livre, qui a particulièrement touché la population anglaise, a amené le gouvernement britannique à s'emparer du sujet en créant une commission chargée d'évaluer les conditions d'élevage dans les exploitations d'élevage intensifs. Ce comité, dirigé par le professeur Brambell, a délivré un rapport en 1965 édictant des règles minimales à respecter (Brambell, 1965). Celles-ci ont ensuite inspiré le concept des « Five Freedoms » ou « Cinq libertés » proposées par le Farm Animal Welfare Council (FAWC) en 1979 et qui définit l'état de bien-être selon les critères suivants :

1) Absence de faim, de soif et de malnutrition
2) Absence de peur et de détresse
3) Absence de stress physique et/ou thermique
4) Absence de douleur, de lésions et de maladie
5) Liberté d'expression d'un comportement normal de son espèce

Plutôt qu'une définition du bien-être, les « Five Freedoms » établissent des grands principes à respecter, principalement basés sur les conditions de vie, qui ont ensuite été utilisés dans des textes réglementaires européens.

1.2 Aspect éthique et juridique

A la fin du XIXe siècle, les premières mesures de protection animale sont mises en place en France mais semblent initialement être davantage liées à la moralité publique qu'à l'intérêt de l'animal : ainsi, le premier article de loi portant sur l'interdiction de perpétuer des mauvais traitements sur un animal domestique concerne uniquement les faits qui se déroulent en public (loi Grammont, 1850), il faudra attendre un siècle pour voir cette clause disparaître (ANSES, 2018). Dans les années 1960-1970, la thématique du bien-être animal reste encore fortement marquée par des considérations morales. Les réglementations et textes de loi se concentrent principalement sur les devoirs de protection de l'humain envers les animaux, définissant les bonnes conditions d'élevage à respecter, pour assurer un état physique satisfaisant à l'animal sans que son ressenti ne soit encore évoqué.

Ce sont les questionnements liés à l'éthique animale [1] qui ont amené à repenser progressivement cette vision du bien-être. Une des caractéristiques fondamentales au cœur de cette question morale repose sur la reconnaissance de la *sensibilité* de l'animal. Si cette notion est évoquée dès les écrits d'Aristote (-343 av. JC) et bien plus tard dans le rapport Brambell (1965), elle n'est reconnue en France dans le code rural qu'à partir de 1976 (loi du 10 juillet 1976, Article L.214-1) : « tout animal étant un être sensible doit être placé par son propriétaire dans des conditions compatibles avec les impératifs biologiques de son espèce » puis dans le code civil en 2015 (loi du 16 février 2015, Article 515-14). Cette reconnaissance juridique se retrouve également dans les textes européens - pour lesquels la *sensibilité* a trouvé ses équivalents dans les termes *sentient/sentience* - dans le traité de Lisbonne en 2007 puis en tant que valeur communautaire dans le Traité sur le fonctionnement de l'Union Européenne en 2012. L'ensemble de ces changements de considération et la création de ces textes réglementaires ont été permis grâce aux avancées scientifiques qui ont apporté des connaissances fondamentales sur les capacités des animaux, essentielles à la validation légale de ces concepts, tant au niveau national qu'européen.

[1] Défini par Jeangène Vilmer (2015) comme « l'étude des rapports moraux et juridiques entre les humains et les animaux »

2. Approche scientifique du bien-être animal

2.1 Émergence du bien-être animal dans la science

Le développement de l'étude scientifique du bien-être animal, à la croisée de multiples champs disciplinaires, s'est fait très progressivement à partir de la première partie du XXe siècle (Veissier & Miele, 2015). L'une des premières difficultés résidait dans le fait de définir le bien-être. Plusieurs définitions ont d'abord porté sur un état « d'harmonie avec la nature ou avec son environnement » (Brambell, 1965). Cependant, certains auteurs ont rejeté ces propositions, les jugeant inutilisables car impossibles à mesurer (Broom, 2011). Il a également été suggéré de définir le bien-être par les « tentatives de l'animal pour s'adapter à son environnement »[2] (Broom, 1986), une définition qui a suscité des réactions de la part d'autres scientifiques plaidant pour l'inclusion de la notion d'émotions.

Un autre frein important au développement de ce champ de recherche, étroitement lié à cette recherche de définition, concernait la façon d'étudier cette sensibilité à laquelle il a été fait référence plus tôt. Les premiers travaux se refusaient à aborder les états mentaux, très certainement influencés par le courant behaviouriste pour lequel la psyché animale était considérée comme une boite noire dont les processus internes et le contenu ne seraient pas mesurables scientifiquement (Mellor, 2015 ; Wemelsfelder, 1997). Un pan des recherches, issue des études sur le stress, s'intéressait principalement à la recherche d'indicateurs négatifs et à leur absence pour définir l'état de bien-être d'un animal. Avec l'évolution de la définition du bien-être animal au début des années 2000, d'autres approches se sont développées, se focalisant davantage sur l'évaluation de l'état émotionnel et sur la présence d'indicateurs d'émotions positives (Boissy *et al.*, 2007 ; Fraser, 1995). Des concepts et méthodologies provenant de différentes disciplines, notamment issus de la psychologie humaine, ont été intégrés progressivement à ce domaine d'étude, fournissant un cadre conceptuel pour adapter certaines théories à l'animal non-humain. L'une d'elle, la théorie de l'évaluation, postule que les émotions résultent de l'appréciation de la situation par l'individu (Scherer, 1999). Cette appréciation reposerait sur différentes caractéristiques inhérentes à la situation telles que sa soudaineté, sa familiarité ou encore sa prévisibilité du point de vue de l'animal (Boissy *et al.*, 2007). Ces différentes approches ont permis de centrer les recherches sur le ressenti de l'animal et sa

[2] "The welfare of an individual is its state as regards its attempts to cope with its environment"

perception propre et ont également contribué à enrichir la définition du bien-être (Désiré *et al.*, 2002 ; Mendl & Paul, 2004).

2.2 La définition actuelle du bien-être animal et ses termes associés

L'ANSES, par le biais d'un groupe de travail composé d'experts de la thématique du bien-être, a proposé la définition suivante en 2018 : « **le bien-être d'un animal est l'état mental et physique positif lié à la satisfaction des besoins physiologiques et comportementaux, ainsi que de ses attentes. Cet état varie en fonction de la perception de la situation par l'animal** ».

Cette définition considère deux dimensions dans la notion de bien-être : physique et mental. Bien que l'intégration de ces deux aspects ait été mentionnée dès le rapport Brambell, les premières études sur le bien-être ont essentiellement porté sur la partie physique, se référant à la bonne santé de l'animal (Paul *et al.*, 2022). Cette vision du bien-être est bien trop restrictive car celui-ci repose sur la perception globale que l'animal a de son environnement et dont les mécanismes sont sensoriels et cognitifs. La dimension mentale revêt donc une importance toute particulière dans cette définition.

La définition de l'ANSES mentionne également la notion de **besoin** qui est une condition essentielle liée à la biologie de l'animal, lui permettant d'obtenir une ressource spécifique ou de répondre à un stimulus environnemental ou physique (Broom & Johnson, 1993). L'environnement fourni à l'animal doit garantir ses besoins (Broom, 2011), c'est d'ailleurs ce à quoi fait référence le code rural par la formulation « impératifs de l'espèce » dans l'article L.214-1. Mormède et collaborateurs (2018) proposent une définition plus détaillée : « un besoin est une exigence de survie et de qualité de vie liée au maintien de l'homéostasie et aux motivations comportementales ». Ces besoins, selon leur nature, peuvent s'appliquer à un grand nombre d'espèces comme le fait d'avoir accès à un point d'eau pour s'hydrater (besoin physiologique, lié à la survie) ou être plus spécifiques à certaines espèces tels que le besoin de se baigner chez les étourneaux (*Sturnus vulgaris*) (Brilot & Bateson, 2012), d'effectuer des bains de poussières chez les poules (Nordenfelt, 2006) ou encore d'interagir avec des congénères pour les espèces sociales (Søndergaard *et al.*, 2011). L'insatisfaction de ce second type de besoin n'est pas létale mais provoque un certain nombre de modifications comportementales et/ou physiologiques néfastes ainsi que l'augmentation du risque de maladie (Dawkins, 1983).

La notion d'**attente** qui est inscrite dans le texte de l'ANSES est définie comme « un processus mental généré par l'anticipation d'un évènement, auquel l'animal va se référer pour évaluer la valence de cet évènement » (Mormède *et al.*, 2018). La satisfaction d'une attente signifie que la situation qui se produit correspond à celle attendue par l'animal. Les conséquences de cette situation, et notamment les déviations de la situation réelle par rapport aux attentes de l'animal, vont influencer l'état de bien-être de l'animal (Spruijt *et al.*, 2001).

2.3 Les états affectifs : émotion et état émotionnel

La dimension mentale évoquée dans la définition du bien-être de l'ANSES est étroitement liée aux états affectifs qui regroupent deux notions distinctes, l'émotion et l'humeur (de l'anglais « *mood* » *et* pour laquelle j'emploierai par la suite l'expression « état émotionnel » pour une traduction moins littérale). Une émotion peut être définie comme une réponse affective intense et courte, caractérisée par sa valence et induite par un objet ou un évènement spécifique (Mendl & Paul, 2020). Elle survient suite à l'évaluation qu'un individu, humain ou animal, fait de la situation à laquelle il est confronté (ANSES, 2018 ; Désiré *et al.*, 2002). L'état émotionnel, est quant à lui défini comme une accumulation d'émotions détachée d'un stimulus déclenchant immédiat (Mendl *et al.*, 2010). La notion de valence est également présente dans l'état émotionnel mais les deux termes se distinguent par leur composante temporelle : l'émotion est brève et l'état émotionnel se prolonge dans le temps, sans que sa durée ne soit réellement estimée (qualifié de « free-floating » par Mendl & Paul, 2020).

2.3.1. Fonction des états affectifs

D'un point de vue évolutionniste, les émotions sont considérées comme des réponses à des situations susceptibles d'affecter la survie et/ou la reproduction de l'animal. Ainsi, leur fonction primaire serait de guider la prise de décision de l'animal dans ces situations (Broom, 2001 ; Kret *et al.*, 2022 ; Ledoux, 2012 ; Marks & Nesse, 1994 ; Panksepp, 2011). Dans ce cadre, les émotions négatives comme la peur joueraient un rôle important dans la survie en induisant des comportements permettant d'éviter le danger alors que des émotions positives comme la joie favoriseraient l'exploration et le lien social (Travain & Valsecchi, 2021). Les états affectifs peuvent également être explorés à travers les concepts de récompense et de punition (Gray,

1975 ; Rolls, 2014). Les récompenses seraient des éléments dont l'acquisition favorise la survie et la reproduction, comme la nourriture et les congénères. Les punitions, quant à elles, seraient des expériences qui impactent négativement la survie, telles que l'isolement social ou des lésions physiques. De ce fait, la sélection naturelle favoriserait les mécanismes qui, dans l'ensemble des environnements rencontrés par les animaux au cours de l'évolution, conduisent à des stratégies maximisant l'acquisition de récompenses tout en minimisant l'exposition aux punitions (Mendl & Paul, 2020). Une situation impliquant une récompense et l'absence de punition induirait un état émotionnel positif tandis qu'à l'inverse, une situation impliquant une punition et l'absence de récompense induirait un état émotionnel négatif (Leknes & Tracy, 2008 ; Seymour *et al.*, 2005).

Selon Nettle & Bateson (2012), les émotions peuvent être conceptualisées comme des détecteurs. Les animaux reçoivent constamment des signaux porteurs d'information de leur environnement. Chaque signal est associé à une probabilité d'être lié à une situation importante pour la valeur reproductive ou fitness de l'animal, mais il existe généralement une certaine incertitude quant à ce que ce signal implique. Par exemple, un bruit peut tout aussi bien être causé par l'approche d'un prédateur que par du vent dans la végétation. La situation pertinente pour la survie de l'animal produit un signal pouvant se confondre avec un autre moins important. L'individu doit donc décider de la quantité d'informations susceptibles d'indiquer une situation donnée avant de mobiliser l'ensemble de réponses appropriées à cette situation spécifique (Bateson *et al.*, 2011). On peut donc penser que si le signal de l'environnement est associé à une émotion, celle-ci peut guider l'animal dans la décision du comportement à adopter et sa mémorisation permettra une modulation de la réponse cohérente avec l'environnement. Il existe 4 possibilités lors de la détection d'un signal : un vrai positif (l'animal détecte un bruit qu'il associe à la présence d'un prédateur et fuit alors qu'il y avait réellement un prédateur), un faux positif (l'animal détecte un bruit qu'il associe à la présence d'un prédateur et fuit alors qu'il n'y avait pas de prédateur), un vrai négatif (l'animal détecte un bruit qu'il n'associe pas à la présence d'un prédateur et ne fuit pas alors qu'il n'y avait pas de prédateur) ou encore un faux négatif (l'animal détecte un bruit qu'il n'associe pas à la présence d'un prédateur et ne fuit pas alors qu'il y avait réellement un prédateur). Le seuil de détection dépend de la probabilité de l'évènement ainsi que du coût de chacune des possibilités. Si l'évènement comme la présence d'un prédateur est très probable dans l'environnement, le seuil de détection devrait être bas. A l'inverse, si cet évènement est très peu probable alors le seuil de détection devrait être élevé. Les coûts des différents scénarii de détection d'un stimulus dépendent également de l'état interne de l'animal. Un faux négatif (absence de détection d'un prédateur) sera plus coûteux pour un animal boiteux

que pour un animal en bonne santé. Selon cette approche théorique, l'état interne de l'animal, modifiant le coût des différentes possibilités, peut donc avoir une influence sur les seuils de détection et par conséquent sur l'état émotionnel. Le fait que les émotions ressenties dans une situation spécifique soient mémorisées permet à l'animal de s'adapter à la part d'incertitude de l'environnement. Ainsi, une expérience négative devrait provoquer une réponse directe mais également un ajustement des attentes concernant de futures expériences (Nettle & Bateson, 2012) et ces modifications pourraient avoir des conséquences durables. Des travaux ont montré que l'exposition répétée à des stresseurs peut générer un état dépressif chez l'humain et chez différentes espèces animales (Armario, 2015 ; Eysenck *et al.*, 2006). A l'inverse, les individus qui font régulièrement l'expérience de situations positives devraient percevoir leur environnement de façon plus positive, ce qui pourrait atténuer les effets délétères d'évènements négatifs ponctuels (Reefmann *et al.*, 2012). Par ailleurs, les états affectifs, et plus particulièrement l'état émotionnel, sont influencés par les mécanismes de prise de décision et l'anticipation des résultats qui en découlent. Plus un état émotionnel dure dans le temps et plus il devrait impacter les processus de décision, particulièrement dans les situations ambigües (Mendl & Paul, 2020). Clark et collaborateurs (2018) considèrent que l'état émotionnel reflète l'anticipation à long terme des résultats des prises de décision : un niveau élevé d'incertitude concernant l'issue de ses actions entraînerait des émotions négatives, tandis que les émotions positives seraient liées à un haut degré de certitude. Ainsi, la dépression, associée à un état émotionnel négatif, reflèterait une anticipation persistante de l'incertitude des résultats futurs.

2.3.2 Théories et modèle du « core affect »

Différents cadres théoriques ont été proposés pour étudier les émotions. Une de ces théories suggère qu'il existe des émotions spécifiques, appelées émotions discrètes, qui sont considérées comme basiques et qui présentent des similarités fonctionnelles, comportementales ou d'activation neuroanatomique chez les mammifères (Ekman, 2016 ; Panksepp, 2011). Par exemple, le « système de la peur » coordonne des réactions émotionnelles (combat ou fuite) sous le contrôle de l'hypothalamus pour prévenir les blessures/dommages corporels réels ou potentiels. Selon Mendl et collaborateurs (2010), l'approche discrète ne permet pas d'appréhender la diversité des états affectifs existants, contrairement à une approche dimensionnelle. Cette dernière considère que les dimensions sont les éléments fondamentaux de toute expérience émotionnelle, soutenues par des systèmes cérébraux

spécifiques remplissant des fonctions adaptatives importantes (Carver, 2001 ; Russell & Barrett, 1999 ; Russell, 2003). Un modèle théorique a alors été proposé, conciliant ces différents concepts en adoptant une approche dimensionnelle permettant l'intégration des émotions discrètes (Russell, 2003 ; Posner *et al.*, 2005). Dans ce cadre, les états affectifs peuvent être caractérisés par deux dimensions : la valence (selon un continuum allant du positif/plaisant au négatif/déplaisant) et l'activation/excitation (*arousal*, représentant l'intensité de l'état). Ces états sont désignés sous le terme de « core affect » (Figure 2). Sur cette figure représentant le cadre intégratif proposé par Mendl et collaborateurs (2010), l'axe vertical représente l'activation/excitation (arousal) et l'axe horizontal la valence. Les états affectifs à valence positive sont situés dans les quadrants Q1 et Q2 et les états affectifs à valence négative se trouvent dans les quadrants Q3 et Q4. Les états combinant valence positive et excitation élevée (Q1) sont associés aux états motivationnels de recherche de récompense. Les réponses comportementales, physiologiques et/ou cognitives que l'animal manifeste en présence de récompense peuvent être interprétées comme des marqueurs des états situés en Q1. Un niveau élevé d'activation joue un rôle dans la préparation de l'organisme à des actions comme atteindre une récompense attendue ou éviter une punition attendue. Mendl & Paul (2020) proposent que la valence détermine l'action sélectionnée et que l'activation détermine l'intensité de l'exécution de cette action. Par ailleurs, chaque émotion peut être distinguée en fonction de la combinaison de sa valence et de son niveau d'activation (Posner *et al.*, 2005). Par exemple, la peur est associée à une valence négative et une activation élevée, tandis que la relaxation est associée à une valence positive et une activation faible. Bien que ce cadre réduise grandement la complexité des états émotionnels, il permet d'en capturer les principales variations (Nettle & Bateson, 2012). Cependant, une émotion associée à une activation élevée et à valence négative pourrait être qualifiée de peur ou de colère. Les modifications qui accompagnent cette réponse permettent de déterminer l'émotion spécifique, comme par exemple un comportement de fuite pour la peur ou d'attaque pour la colère. Ces comportements sont mesurables et peuvent être utilisés comme indicateurs. Ainsi, positionner les expériences émotionnelles dans l'espace du « core affect » offre une structure prédictive facilitant la caractérisation de ces états.

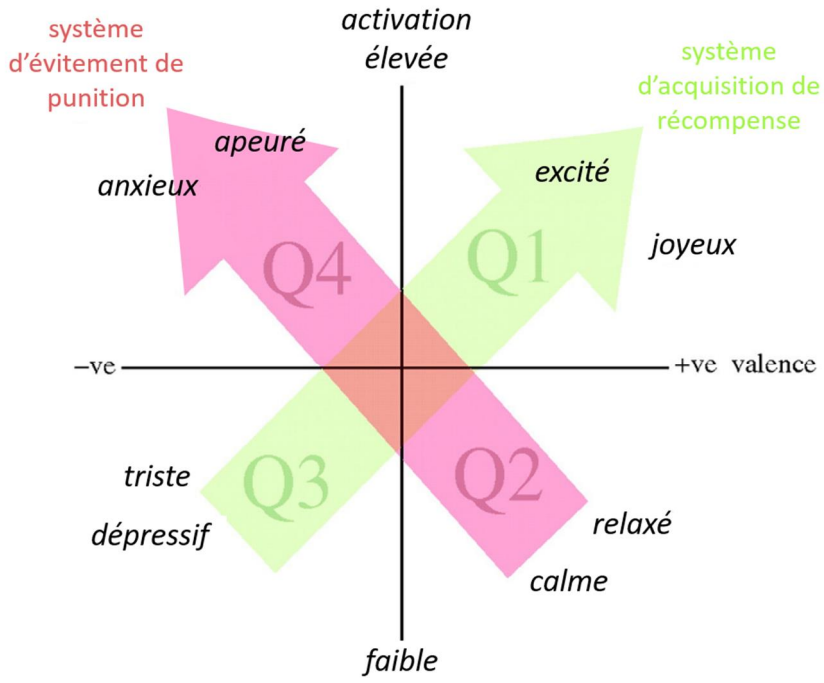


Figure 2 : **Représentation graphique du « core affect » dans l'espace bidimentionnel, selon Mendl *et al.*, 2010.**

Les mots en italique indiquent les emplacements possibles d'états affectifs spécifiques (y compris les émotions discrètes/basiques). Les états affectifs positifs se trouvent dans les quadrants Q1 et Q2, et les états négatifs dans les quadrants Q3 et Q4. Les flèches indiquent les systèmes associés à l'acquisition de récompense et à l'axe Q3-Q1 de l'affect fondamental (en vert), ainsi qu'à l'évitement de punition et à l'axe Q2-Q4 de l'affect fondamental (en rouge).

2.4 Indicateurs des états affectifs

L'expérience affective subjective se trouve au cœur des questionnements qui accompagnent les travaux sur les états émotionnels mais elle n'est pas directement mesurable contrairement aux études sur l'humain où l'expression verbale des ressentis des sujets constitue un indicateur clé (Paul *et al.*, 2005). Néanmoins, chez l'humain comme chez l'animal non-humain, ces expériences s'accompagnent de modifications comportementales, physiologiques et cognitives qui constituent des outils de mesures intéressants permettant d'approcher et d'élaborer des prédictions sur l'état émotionnel de l'animal (Mendl *et al.*, 2010) et plus globalement, sur son état de bien-être.

2.4.1 Indicateurs comportementaux

2.4.1.1 Comportements en situation expérimentale

L'étude des états affectifs peut être réalisée à l'aide de comportements exprimés spontanément dans des situations induisant une émotion (Mendl *et al.*, 2022). Par exemple, des comportements comme la vigilance, la fuite, le freezing ou l'agression sont exprimés dans des situations où l'animal est menacé et peuvent être la manifestation d'une émotion négative comme de la peur face à un prédateur ou un congénère dans une situation de conflit (Paul *et al.*, 2005). La vigilance a été utilisée dans de nombreuses études pour mesurer l'intensité du niveau d'alerte de l'animal et constitue un indicateur utile pour étudier la peur ou l'anxiété. Le degré de vigilance semble lié à la menace que représente la situation (proximité ou nature de l'objet). Par exemple, chez les vaches, Welp et collaborateurs (2004) ont utilisé la durée passée en posture de vigilance (tête relevée) pour mesurer l'état émotionnel négatif. Dans ces travaux, les auteurs ont mis en évidence que les vaches passaient plus de temps en vigilance en présence d'un chien que d'un humain, suggérant que la présence du chien serait perçue comme menaçante. Néanmoins, l'interprétation de la valence émotionnelle associée à certains de ces comportements n'est pas toujours évidente. Par exemple, un état d'attention accru envers un objet n'est pas forcément lié à une situation perçue négativement et peut à l'inverse être causé par des stimuli positifs comme la recherche de nourriture ou de congénères (Paul *et al.*, 2005). Dans ce cas et si on utilise ce comportement pour évaluer un état affectif négatif, on risque une interprétation erronée de la valence mesurée, il convient donc de bien identifier la source de cette vigilance. Enfin, les comportements d'approche peuvent tout aussi bien être dirigés vers des congénères ou un objet ayant une valeur positive, mais également vers une menace ou en situation de conflit social.

2.4.1.2 Comportements spécifiques d'une espèce et troubles du comportement

Dans le but de déterminer l'état émotionnel d'un animal dans des conditions environnementales spécifiques, il parait indispensable de connaître le fonctionnement et les besoins fondamentaux de l'espèce étudiée. Les études portant sur les comportements exprimés par des populations vivant en conditions naturelles ainsi que sur leur budget-temps (répartition des activités sur 24h) permettent d'obtenir des informations quant au rythme intrinsèque de l'espèce. Ce sont généralement ces connaissances qui sont utilisées comme valeurs de référence

lors des comparaisons avec des individus vivant en conditions domestiques (Mason, 1991). La connaissance du comportement de l'espèce en conditions naturelles permet également d'établir son répertoire comportemental et ainsi de distinguer les comportements qui ne s'y inscrivent pas (modification qualitative) ou dont l'expression est modifiée (modification quantitative) en conditions domestiques.

2.4.1.3 Connaître les besoins spécifiques d'une espèce

Les premiers travaux portant sur la perception de l'environnement par l'animal dans un cadre expérimental se sont focalisés sur les préférences. Des tests proposant deux choix à l'animal ont été développés afin d'évaluer si l'un de ces choix était préféré et si cette réponse était généralisable à l'espèce. Par exemple, Hughes et Black (1973) ont proposé différents types de sol à des poules et mesuré le temps passé sur chacun de ces sols pour évaluer leur préférence. Une autre approche méthodologique repose sur la motivation de l'animal à travailler pour accéder à une ressource. Le présupposé de ce type de test est que plus l'animal est motivé par la ressource, plus il fournit une quantité de travail importante dans une tâche de conditionnement opérant (Pedersen & Jensen, 2002). Cette ressource est alors considérée comme ayant une valeur élevée et son absence peut affecter l'animal voire causer un état de souffrance (Mason *et al.*, 2001). Mesurer les préférences et la motivation à travailler pour des ressources particulières, des environnements ou des stimuli procure des informations clés sur la façon dont l'animal perçoit ces éléments : positivement (attractif) ou négativement (aversif) (Paul *et al.*, 2022). Mendl et Paul (2020) proposent de définir les états affectifs comme des états induits par des récompenses et des punitions, où une récompense représente ce pour quoi un animal serait motivé à travailler, et une punition désigne ce pour quoi un animal travaillerait pour y échapper ou s'y soustraire. Dans ce cadre, les tests de préférences, motivations et aversions pourraient être utilisés pour évaluer les états affectifs et plus généralement l'état de bien-être.

2.4.1.4 Troubles du comportement

2.4.1.4.1 Modification qualitative du comportement

La modification qualitative peut se manifester de deux manières distinctes : soit par l'absence d'un comportement que l'animal n'a pas la possibilité d'exprimer, soit par l'expression d'un nouveau comportement qui n'est pas observé en conditions naturelles. Dans ce second cas, on parle généralement de troubles du comportement ou de comportements anormaux.

Parmi ces derniers, les stéréotypies, mouvements répétitifs, invariants et sans fonction apparente (Mason, 1991) ont été au cœur de nombreux travaux. Leur apparition est liée à des environnements sous-optimaux qui génèreraient de l'ennui ou de la frustration. Ces comportements sont décrits comme des tentatives d'adaptation à un environnement contraignant ou des manifestations de conflits motivationnels entre un besoin physiologique ou comportemental sous-jacent et l'impossibilité de le satisfaire (Mason & Latham, 2004). Il existe de nombreux types de stéréotypies qui varient selon la situation, l'espèce voire même l'individu (Mason & Rushen, 2006). Elles sont souvent catégorisées en stéréotypies locomotrices, lorsqu'elles impliquent des mouvements spatiaux, ou stéréotypies orales, lorsqu'elles sont réalisées par des mouvements buccaux ou linguaux (pour une revue chez les ongulés : Bergeron *et al.*, 2006). Différents facteurs ont été spécifiquement associés à l'expression de ces comportements comme le sevrage, la restriction du mouvement, un régime alimentaire non adapté ou encore l'absence de stimulations physiques ou de contacts sociaux ([bovins] : Binev, 2022 ; [cheval] : Cooper & McGreevy, 2002 ; [cochon] : Zhou *et al.* 2014 ; Widowski *et al.*, 2008 ; [primates] : Novak *et al.*, 2006 ; [rongeurs, *Rodentia*] : Würbel, 2006). Dans de nombreux cas, la suppression d'une majorité de ces facteurs entraîne la diminution drastique de l'expression de ces stéréotypies ([bovins] : Redbo, 1990 ; [chevaux] : Ruet *et al.*, 2020 ; [cochons] : Ludwiczak *et al.*, 2021 ; [macaque rhésus, *Macaca mulatta*] *:* Fontenot *et al.*, 2006).

2.4.1.4.2 Modification quantitative du comportement

La modification quantitative de certains comportements peut être révélatrice d'un état d'anxiété. L'anxiété est définie comme la réaction émotionnelle à un potentiel danger (réel ou non) qui menace l'intégrité de l'individu (Boissy, 1998). Celle-ci peut se manifester par l'expression exacerbée (ou hyper-expression par rapport à une valeur de référence) de comportements locomoteurs ou de vigilance ([cheval] : Young *et al.*, 2012 ; [mouton] : Romeyer

& Bouissou, 1992). Bien que l'anxiété et la vigilance puissent être des mécanismes adaptatifs en cas de stress aigu ou dans un environnement dangereux, ils deviennent délétères s'ils s'installent dans la durée et se manifestent dans l'environnement de vie de l'animal (Bethell *et al.*, 2012). Ainsi, la présence de ce type de comportement dans des conditions de vie familières à l'animal peut être considéré comme un indicateur de stress chronique et plus largement d'un état de mal-être (Salomons *et al.*, 2009).

A l'inverse, cette modification quantitative peut se caractériser par la diminution voire la disparition de certains des comportements. Chez différentes espèces, certains de ces changements ont été associés à un état dépressif, notamment l'inactivité ou l'absence de réponses aux stimuli de l'environnement et la perte d'intérêt pour la nourriture et/ou les congénères ([dègue du Chili, *Octodon degus*] : Colonnello *et al.*, 2011 ; [cheval] : Hall *et al.*, 2008 ; Fureix *et al.*, 2012 ; [chien] : Luna *et al.*, 2020 ; [cochon] : Yang *et al.*, 2023 ; [macaque bonnet, *Macaca radiata*] : Perera *et al.*, 2011 ; [macaque de Java, *Macaca fascicularis*] : Li *et al.*, 2013). Ces états anxieux et dépressifs peuvent être mis en parallèle avec les prédictions concernant les attentes de l'animal. Selon l'interprétation adaptative des états émotionnels, un animal qui vit dans un environnement n'apportant pas de récompense (que l'on peut traduire par un environnement peu stimulant et ne lui permettant pas la pleine satisfaction de ses besoins physiologiques et comportementaux) devrait avoir des attentes faibles d'évènements positifs et de ce fait exprimer peu de comportements orientés vers les récompenses (faible motivation et recherche de stimuli), ce qui pourrait se manifester par un état dépressif. Dans le cas d'un environnement où les punitions sont répétées (par exemple des conflits sociaux liés à une densité trop élevée d'individus ou des changements fréquents de partenaires sociaux), les individus seraient de plus en plus enclins à initier des comportements d'évitement de ces punitions. Un animal confronté à des menaces spécifiques de manière répétée dans son environnement développera progressivement un état basal plus anxieux et ce, même en l'absence de menace, tandis qu'un animal récompensé de manière répétée développera un état émotionnel plus positif qui persiste entre les récompenses ponctuelles (Nettle & Bateson, 2012).

2.4.2 Indicateurs physiologiques

Les modifications physiologiques liées aux émotions sont fréquemment utilisées dans les études portant sur le stress. Bien que l'objectif des travaux ne soit pas le même, des situations induisant du stress sont utilisées comme modèles des troubles affectifs comme la dépression et

des termes comme « anxiété » ou « frustration » sont souvent employés pour caractériser les états émotionnels négatifs associés à ces mesures physiologiques (Paul *et al.* 2005). L'approche la plus courante pour évaluer le stress repose sur des mesures de l'activité de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien (HPA), notamment les taux « d'hormone de stress » comme les glucocorticoïdes (Mormède *et al.*, 2007). Cependant, l'augmentation de l'activité de l'HPA est liée à des situations négatives mais également positives (Iyasere *et al.*, 2022). Ces modifications d'activité indiqueraient la préparation de l'organisme à mobiliser de l'énergie et reflèteraient donc plutôt l'activation/intensité que la valence émotionnelle.

Une autre approche consiste à mesurer l'activité du système nerveux autonome (sympathique et parasympathique) par le biais du rythme cardiaque. Lors d'une réponse au stress, le système sympathique s'active, résultant en une augmentation du rythme cardiaque. Lorsque l'animal est au repos, le système parasympathique diminue le rythme cardiaque. Chez le cheval, un grattage effectué par un humain et imitant le toilettage mutuel entre congénères diminue le rythme cardiaque (Feh & De Mazières, 1993 ; Normando *et al.*, 2003). La variabilité du rythme cardiaque (variations des intervalles entre deux battements cardiaques) est également utilisée comme mesure de la balance sympatho-vagale (Rietmann *et al.*, 2004). Une diminution de la variabilité du rythme cardiaque indique une prédominance du système sympathique et à l'inverse, une prédominance du système parasympathique se manifeste par une augmentation de la variabilité cardiaque. Différents travaux mettent en évidence une modification de l'équilibre sympatho-vagal vers une prédominance vagale chez différentes espèces dans des situations positives ([cheval] : Scopa *et al.*, 2020 ; [mouton] : Tamioso *et al.*, 2018 ; [vache] : Lange *et al.*, 2020).

Enfin, l'imagerie thermique infrarouge (IRT) est un moyen d'évaluer les réponses du système autonome. Cette méthode est non-invasive et demande peu de contention, ce qui a l'avantage de minimiser l'impact de la manipulation sur la mesure, un paramètre particulièrement important à contrôler lorsqu'on évalue l'état émotionnel. L'IRT détecte la quantité d'énergie infrarouge émise par un animal : plus l'énergie infrarouge est importante, plus la température est élevée (Lowe *et al.*, 2020). En réponse à un stress, l'activation du système sympathique peut provoquer une hyperthermie lors de laquelle l'afflux sanguin vers les organes internes est priorisé, au détriment des zones périphériques comme la peau ou les yeux. Ce phénomène entraîne donc une augmentation de la température interne et une diminution de température des zones périphériques. Chez le veau, il a été montré que la température oculaire diminuait quelques minutes après la castration, suggérant une réponse du système sympathique à la douleur (Stewart *et al.*, 2008a). D'autres situations négatives provoquent le même effet chez

d'autres espèces ou dans d'autres contextes ([poule] : Edgar *et al.*, 2013 ; Herborn *et al.*, 2018 ; [souris glaneuse, *Mus spicilegus*] : Duparcq *et al.*, 2019 ; [vache] : Stewart *et al.*, 2008b). La diminution de la température oculaire a également été associée à des situations positives comme la distribution de nourriture (Moe *et al.*, 2012). Ces variations de température en réponse à un stimulus semblent donc davantage refléter l'intensité plutôt que la valence émotionnelle de la situation. Par conséquent, l'IRT semble être une méthode efficace pour détecter les changements physiologiques associés à l'activation ou l'excitation émotionnelle. Toutefois, elle doit être complétée par d'autres indicateurs afin d'évaluer plus précisément la valence émotionnelle (Travain & Valsecchi, 2021).

2.4.3. Utilisation d'indicateurs cognitifs : les biais cognitifs

Une autre façon d'appréhender les états affectifs réside dans l'étude des processus cognitifs liés à l'évaluation de l'environnement. Cette évaluation correspond au jugement qu'un individu porte sur la pertinence d'un stimulus (objet, événement, situation, etc.) à un moment donné (Scherer, 1984). Ce processus permet d'assigner une valeur émotionnelle à un stimulus afin de répondre de façon appropriée comme par exemple approcher ou fuir. Chez l'humain, il existe une relation bidirectionnelle entre états affectifs et cognition (Forgas, 2000 ; Hinde, 1985 ; Matthew & MacLeod, 2002). Ces états influencent, et peuvent être influencées, par des processus cognitifs directement en lien avec l'évaluation de la situation, comme la prise de décision et l'anticipation des résultats qui en découlent, ou indirectement, à travers l'attention ou encore la mémoire (Paul *et al.* 2005).

Les effets des états affectifs sur les processus cognitifs sont regroupés sous le terme de « biais cognitifs » (Mendl *et al.*, 2009). Selon Nettle & Bateson (2012), cette appellation serait trompeuse car il n'existe pas d'erreur ni de réponse correcte mais il est tout de même important de mettre en avant le fait que l'expérience de l'animal (expériences passées et environnement actuel) influence la façon dont il perçoit son environnement et sa prise de décision. Il y a donc bien une distorsion de la réalité influencée par ces facteurs et propre à l'individu. Ces biais du traitement de l'information pourraient avoir une fonction adaptative (Haselton & Nettle, 2006). Dans le cas d'un individu confronté à une situation menaçante, avoir des attentes négatives pourrait être bénéfique : le fait de s'attendre à voir un prédateur permettrait d'adapter sa vigilance pour anticiper sa détection et pourrait augmenter ses chances de survie. D'abord étudiés chez l'humain et depuis une vingtaine d'années chez les animaux non-humains, les biais

cognitifs seraient des indicateurs fiables de l'expérience émotionnelle (Mendl *et al.*, 2009). Les études cliniques sur des personnes atteintes de troubles affectifs procurent des informations très intéressantes sur ces processus. En effet, les personnes dépressives ou anxieuses ont tendance à interpréter les informations ambiguës de façon pessimiste, à avoir des attentes négatives concernant le futur, à porter plus d'attention aux stimuli négatifs et à se rappeler préférentiellement les souvenirs négatifs plutôt que les positifs (MacLeod & Byrne, 1996 ; Mineka *et al.*, 1998 ; Mogg & Bradley, 1998).

Chez l'animal non-humain, les biais d'attention et de jugement sont les plus étudiés. Le biais d'attention est défini comme une tendance à diriger l'attention vers certaines informations plutôt que d'autres (MacLeod *et al.*, 1986). Les tests portant sur les biais d'attention mesurent généralement la durée d'attention dirigée vers un stimulus considéré comme menaçant pour l'espèce étudiée. Chez l'étourneau, Brilot & Bateson (2012) ont montré que des individus qui n'avaient pas la possibilité de se baigner étaient significativement plus vigilants après un cri d'alarme que des individus qui avaient cette possibilité. Des études menées sur des moutons pour lesquels des états anxieux et dépressifs étaient induits pharmacologiquement montrent que ces états altèrent l'attention envers un stimulus menaçant (Lee *et al.*, 2016 ; Monk *et al.*, 2018).

Concernant le biais de jugement, il s'agit de la propension d'un individu à exprimer un comportement indiquant l'anticipation d'un résultat positif ou négatif en réponse à un stimulus ambigu ou à une situation future incertaine (Mendl *et al.*, 2009). Ces tendances sont définies de façon conceptuelle comme de l'« optimisme » ou du « pessimisme » et il a été démontré qu'elles sont liées à l'état émotionnel de l'individu. En effet, les émotions sont produites en réponse à des stimuli de l'environnement et l'état émotionnel, résultant de l'accumulation de ces expériences émotionnelles ponctuelles, influence à son tour la perception de l'environnement de l'individu. L'accumulation d'émotions à valence positive peut conduire à un état émotionnel positif et à l'anticipation d'événements récompensant (se manifestant par un biais optimiste), tandis que des émotions négatives fréquentes peuvent entraîner un état émotionnel négatif associé à l'anticipation d'évènements négatifs et/ou d'évènements positifs moins fréquents (biais pessimiste) (Mendl *et al.*, 2009).

Les premiers travaux portant sur les biais de jugement chez l'animal étaient ceux d'Harding et collaborateurs (2004) chez les rats. Dans cette étude, une tâche de conditionnement opérant de type « go/no-go » a d'abord été réalisée afin d'entraîner les rats à répondre distinctement à deux stimuli de fréquences auditives différentes. La réponse à l'un des stimuli

était associée à un évènement positif (appuyer sur un levier pour obtenir une récompense alimentaire) et la réponse associée à l'autre stimulus permettait d'éviter un évènement négatif (ne pas appuyer sur le même levier afin d'éviter un bruit blanc désagréable). Après la phase d'entraînement, les rats étaient testés avec trois stimuli auditifs non-renforcés dont les fréquences se situaient entre celle des stimuli positif et négatif. Ces fréquences intermédiaires constituaient donc des signaux ambigus et l'occurrence et la latence des réponses étaient mesurées. Le postulat de ce test étant que, dans ces situations incertaines, un animal dans un état émotionnel négatif devrait anticiper la survenue d'un évènement négatif et ne pas actionner le levier ou s'en approcher lentement (« pessimisme ») alors qu'un animal dans un état émotionnel positif devrait anticiper la survenue d'un évènement positif malgré l'incertitude de la situation et appuyer sur le levier plus fréquemment ou plus rapidement (« optimisme »). Les rats testés étaient séparés en deux groupes, la moitié était hébergée dans un environnement prédictible et l'autre moitié dans un environnement imprédictible, afin d'induire un état émotionnel négatif (Willner, 1997 ; Zurita *et al.*, 2000). Les résultats de ce test ont montré que les rats hébergés dans des conditions imprévisibles répondaient moins souvent et plus lentement aux stimuli ambigus que les rats hébergés dans les conditions prévisibles.

Ce paradigme expérimental a ensuite été adapté à de nombreuses espèces et reconnu comme un indicateur valide des états affectifs de l'animal (Lagisz *et al.*, 2020 ; Neville *et al.*, 2020). Il a notamment été utilisé pour étudier le lien entre l'état émotionnel et les conditions d'hébergement. Différents travaux ont ainsi montré qu'un environnement permettant de satisfaire les besoins spécifiques de l'espèce induit un biais optimiste ([bovin] : Bučková *et al.*, 2019 ; [cheval] : Löckener *et al.*, 2016 ; [cochon] : Douglas *et al.*, 2012 ; [rat] : Brydges *et al.*, 2011 ; Richter *et al.*, 2012) et, à l'inverse, que des conditions d'hébergements restrictives induisent un biais pessimiste ([étourneau] : Bateson & Matheson 2007 ; [cheval] : Henry *et al.*, 2017).

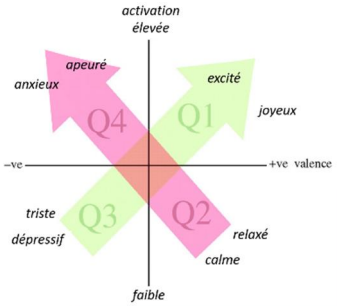
Pour résumer, il existe désormais de nombreux indicateurs comportementaux, physiologiques et cognitifs utilisés pour caractériser les états affectifs. Cependant, un certain nombre d'entre eux, tels que les variations de la température oculaire mesurées par imagerie thermique infrarouge ou encore les comportements d'approche, se concentrent principalement sur l'activation émotionnelle plutôt que sur la valence, qui est particulièrement importante dans l'évaluation du bien-être (Webb *et al.*, 2019). Par conséquent, il semble nécessaire de combiner

différentes mesures afin d'obtenir des résultats fiables et de tenter d'appréhender aussi précisément que possible cette expérience subjective.

2.5 Approche dimensionnelle, biais de jugement et conditions environnementales

La théorie du « *core affect* » peut être utilisée pour étudier spécifiquement la relation entre l'environnement, les états affectifs et les attentes de l'animal qui en résultent. Selon les conditions environnementales (présence plus ou moins élevée de récompense et de menace), on peut élaborer des postulats sur le type d'anticipation qui devrait en résulter (Mendl *et al.* 2010, cf. Tableau 1). Par exemple, un individu dans un environnement peu menaçant avec une forte probabilité de récompenses devrait avoir des attentes faibles concernant les évènements négatifs et des attentes fortes concernant les évènements positifs (profil « totalement optimiste »). On fait l'hypothèse d'attentes opposées dans un environnement très menaçant et présentant peu d'opportunités de récompense (profil « totalement pessimiste »). Enfin, un dernier cas de figure intéressant serait celui d'un environnement très menaçant où les opportunités de récompenses sont très élevées. Un individu dans ces conditions devrait avoir des attentes élevées autant pour les évènements positifs que négatifs, ce qui conduirait à un profil global plus complexe à caractériser. Dans ce cas spécifique et plus généralement, ce cadre théorique constitue un outil permettant de guider les interprétations et qualifier plus spécifiquement l'état émotionnel selon la valence des évènements attendus.

Tableau 1 : Prédictions des liens entre l'environnement prédominant (en termes d'opportunités d'acquérir des récompenses et de menaces liées aux punitions), états affectifs et biais d'attentes d'évènements positifs (liés à une récompense) ou négatifs (liés à une punition) résultant en prise de décision optimiste ou pessimiste (selon Mendl *et al.*, 2010)



	Degré peu élevé de récompense de l'environnement (mène à l'état Q3)	**Degré intermédiaire de récompense de l'environnement**	**Degré élevé de récompense de l'environnement (mène à l'état Q1)**
Degré peu élevé de menace dans l'environnement (mène à l'état Q2)	↘ Attentes à valence neg ↘ Attentes à valence pos États Q2/Q3	↘ Attentes à valence neg **Optimisme vis-à-vis des évènements à valence négative** État Q2	↘ Attentes à valence neg ↗ Attentes à valence pos **Optimisme total** États Q1/Q2
Degré intermédiaire de menace dans l'environnement	↘ Attentes à valence pos **Pessimisme vis-à-vis des évènements à valence positive** État Q3	**Etat neutre, pas de biais (ou niveau basal)**	↗ Attentes à valence pos **Optimisme vis-à-vis des évènements à valence positive** État Q1
Degré élevé de menace dans l'environnement (mène à l'état Q4)	↗ Attentes à valence neg ↘ Attentes à valence pos **Pessimisme total** États Q3/Q4	↗ Attentes à valence neg **Pessimisme vis-à-vis des évènements à valence négative** État Q4	↗ Attentes à valence neg ↗ Attentes à valence pos États Q1/Q4

2.6 Isolement social et bien-être

Pour les espèces sociales, le besoin d'interagir avec des congénères constitue une composante extrêmement importante (Perret *et al.*, 2015) pouvant impacter l'état de bien-être. L'isolement social a de multiples effets néfastes : chez l'humain, il représente un facteur de risque de mortalité important (Cacioppo *et al.*, 2011). Il touche d'une part la santé physique en augmentant le risque de maladies cardio-vasculaires, de maladies infectieuses et d'augmentation de la pression sanguine (Barth *et al.*, 2010 ; Udell *et al.*, 2012 ; Loucks *et al.*, 2006) mais impacte également la santé mentale (Klinenberg *et al.*, 2016). Les individus isolés socialement ou qui ont été privés de contacts sociaux pendant l'enfance ont tendance à

développer plus de comportements violents ou des réponses émotionnelles anormales à l'âge adulte (Bowlby, 1969). L'isolement social serait un facteur favorisant le développement de troubles psychiatriques tels que la schizophrénie ou la dépression, ce qui a par ailleurs été particulièrement observé lors de la pandémie de Covid 19 (Holm-Hadulla *et al.*, 2023 ; Powell & Swerdlow, 2023 ; Taylor *et al.*, 2018). Chez l'animal, il est également mis en cause dans l'apparition de troubles comportementaux comme les stéréotypies, fréquemment exprimés dans l'hébergement individuel ([cochon] : Karlen *et al.*, 2007, Chapinal *et al.*, 2010 [macaque rhésus] : Baker *et al.* 2012, Hennessy *et al.*, 2014 ; [perroquet, *Amazona amazonica*] : Meehan *et al.*, 2003) et l'augmentation des comportements anxieux et dépressifs ainsi qu'à une activation supérieure de l'axe HPA en réponse à des stresseurs ([macaque bonnet] : Perera *et al.*, 2011 ; [macaque rhésus et macaque de Java] : Camus *et al.*, 2014 ; Hennessy *et al.*, 2014 ; Li *et al.*, 2013 ; [rat, *Rattus rattus*] : Serra *et al.*, 2007 ; [souris domestique, *Mus musculus,* : Ieraci *et al.*, 2016 ; Du Preez *et al.*, 2020). D'autre part, le budget-temps peut également être affecté par l'absence de congénères. Nielsen et collaborateurs (1996) ont montré que des cochons hébergés individuellement passaient plus de temps à fouiller le sol que ceux hébergés en groupe, suggérant une substitution du temps alloué aux interactions sociales par de l'exploration du milieu (Pedersen *et al.*, 2002). De même, les truies hébergées en stalles passent moins de temps à se déplacer et à s'alimenter que celles hébergées en groupe (Kim *et al.*, 2016).

Les différents tests présentés précédemment ont été utilisés pour étudier l'importance des contacts sociaux chez des espèces souvent hébergées dans des conditions qui limitent les possibilités d'interactions. Par exemple, des tests de motivation peuvent être réalisés afin d'estimer la valeur que l'animal accorde à l'accès aux contacts sociaux (Borland *et al.*, 2017). Celle-ci est évaluée par la quantité d'efforts fournis par l'animal pour y accéder (ex : fréquence d'appui sur un levier). Par le biais de ces tests, il a été possible de confirmer une motivation élevée à interagir avec des congénères chez différentes espèces ([bovin] : Holm *et al.*, 2002 ; [cheval] : Søndergaard *et al.*, 2011). Par ailleurs, le test de biais de jugement a également été utilisé afin de comparer les conséquences de l'hébergement individuel et collectif, mettant en évidence l'induction d'un jugement optimiste chez les individus hébergés avec des congénères ([canari, *Serinus canaria*] : Lalot *et al.* 2016 ; [bovin] : Bučková *et al.*, 2019 ; [cheval] : Löckener *et al.*, 2015). L'ensemble de ces résultats soulève l'importance de la prise en compte du besoin social dans l'hébergement et amène à se questionner sur les solutions pratiques à mettre en place pour le satisfaire.

III. Relation humain-animal

1. Le rapport sociétal à l'animal

Au cours des cinquante dernières années, le rapport à l'animal a drastiquement changé dans les sociétés occidentales, suscitant un intérêt pour son bien-être qui ne cesse de grandir. Ce changement est le fruit de différents phénomènes concomitants. A travers le processus d'urbanisation et d'industrialisation, la nature - et avec elle les animaux - n'apparaît plus comme « sauvage » et distante mais plus familière et « apprivoisable » (Veissier *et al.*, 2015). Un autre facteur qui a joué un rôle extrêmement important est l'avancée des connaissances sur les capacités des animaux et leur sensibilité. Ces travaux ont profondément changé notre relation aux animaux en prouvant l'existence de similarités pour des caractéristiques que l'on croyait jusqu'alors être propres à l'humain telle que la capacité à ressentir de la douleur et des émotions.

En parallèle, des citoyens se mobilisent pour dénoncer le développement du productivisme, mode d'exploitation priorisant le niveau de production et la rentabilité sur la qualité de vie de l'animal et où son individualité (et celles des humains qui travaillent à son contact) tend à être invisibilisée. Si les animaux de production ont été les premiers concernés, ces préoccupations s'étendent progressivement à la grande majorité des animaux domestiques ou captifs, indépendamment de leur statut. Par exemple, les conditions de vie des animaux de cirque ou des mammifères marins dans les delphinariums ont fait l'objet de nombreuses plaintes visant l'arrêt de la détention de ces animaux. Différents mouvements ont alors vu le jour : les abolitionnistes, qui contestent l'exploitation des animaux et les welfaristes, qui œuvrent pour l'amélioration des conditions de vie des animaux sans s'opposer à leur exploitation à court terme (Vilmer, 2015). Les actions médiatiques des associations abolitionnistes telles que L214 et One Voice au niveau national ou encore Peta au niveau international sont volontairement choquantes et souvent largement relayées. Elles visent à exercer une pression afin d'obtenir des changements politiques comme l'interdiction de la production de fourrure ou la fin de l'expérimentation animale. Les associations welfaristes comme Welfarm ou CIWF agissent de façon moins radicale. Elles collaborent notamment avec des acteurs de la filière agroalimentaire et institutionnels pour obtenir le changement de certaines pratiques d'élevage (ex : interdiction de transports de longue durée, étourdissement avant abattage). En 2017, certains de ces acteurs et associations ont développé l'Étiquette Bien-Être Animal. Celle-ci a pour but d'évaluer les conditions de vie des animaux d'élevage et d'afficher le résultat sur les produits sous forme d'une échelle de notation afin d'en informer le consommateur.

Cet intérêt - voire même cet engagement militant - est tel qu'aujourd'hui la mise en place de réglementations en faveur du bien-être est devenue une réelle exigence sociétale. La promulgation d'une loi visant à lutter contre la maltraitance animale en 2021 en est un exemple concret récent (loi n° 2021-1539). L'implication sociétale et la diversité des formes de mobilisation sont la preuve d'un réel changement de relation entre l'humain et l'animal d'un point de vue collectif, ce qui m'amène à explorer cette relation à une échelle plus individuelle dans la prochaine sous-partie.

2. La relation individuelle de l'animal avec l'humain

La relation humain-animal peut être définie comme la perception mutuelle qui se développe entre un animal et un être humain et s'exprime à travers les comportements qu'ils expriment l'un envers l'autre (Waiblinger *et al.*, 2006). A l'instar des relations entre congénères, la relation se crée par la répétition des interactions et implique que l'animal soit capable de mémoriser et de prédire les interactions futures avec l'humain (Boivin *et al.*, 2003). Par ailleurs, ces interactions peuvent être perçues par l'animal selon leur valence (Mota-Rojas *et al.*, 2020). Cette dernière joue un rôle capital dans le développement de la relation, largement liée à l'émotion induite chez l'animal : positive si elle est associée à une perception agréable (plaisir et absence de peur), neutre (pas de signe de peur ou d'émotions positives), ou négative si elle évoque une perception désagréable (peur, douleur ou frustration). Ainsi, une relation humain-animal peut être caractérisée par sa valence qui serait la résultante globale de ces interactions répétées (Waiblinger, 2019). Une relation positive peut se manifester par la recherche volontaire d'approche de l'humain par l'animal, de proximité spatiale, de signes d'anticipation, de plaisir, de relaxation ou tout autre indicateur d'expériences agréables exprimé en présence de l'humain (Guesdon *et al.*, 2016 ; Rault *et al.*, 2020). La valence de la relation intervient également dans les phénomènes de mémorisation. Par exemple, les moutons peuvent reconnaître sur photos leur soigneur avec lesquels ils partagent une relation positive (Knolle *et al.*, 2017). Les chevaux quant à eux reconnaissent un humain avec lequel ils ont eu une relation positive 6 mois avant et passent plus de temps à proximité de ce dernier (Sankey *et al.*, 2010).

2.1 Facteurs influençant la relation à l'humain

Une des caractéristiques partagées par les espèces domestiques est la docilité envers l'humain, facilitant leur manipulation physique (Price, 1984). Cependant, un certain nombre de facteurs peut influencer leurs comportements lors des interactions et à terme, avoir un effet sur la qualité de la relation :

- Les bases génétiques : malgré une histoire évolutive commune et la diminution des pressions de prédation résultant de la domestication, plusieurs espèces conservent des comportements anti-prédation de fuite ou de défense, comme les bovins ou les chevaux (Boivin *et al.* 2003 ; Coss, 1991 ; Janczarek *et al.*, 2020) qui peuvent être exprimés lors d'interactions avec l'humain. Selon l'intensité ou la nature de ces comportements (ex : agressivité), ils peuvent dégrader la relation avec l'humain.
- La personnalité[3] : certains traits de personnalité ont une importance particulière dans la relation avec l'humain (Hoppe *et al.*, 2010 ; Merkies & Franzin, 2021), notamment ceux liés à l'émotivité, c'est-à-dire la tendance générale d'un individu à percevoir et réagir de la même manière face à une grande variété de menaces potentielles (Boissy, 1998). Les individus émotifs ont tendance à exprimer plus de comportements de fuite ou d'évitement (Visser *et al.*, 2008b), pouvant être à l'origine de situations dangereuses (Napolitano *et al.*, 2020 ; Rankins & Wickens, 2020).
- Les expériences passées (et particulièrement l'expérience précoce) : les interactions positives avec la mère en présence du jeune auraient une influence positive sur la perception de l'humain chez le jeune, dont les effets pourraient s'étendre sur le long-terme (Rault *et al.*, 2020 ; Waiblinger, 2019). Par exemple, les poulains montrent moins de signes de peur vis-à-vis des humains lorsque, lors de leurs premiers jours de vie, ils ont observé leur mère être nourrie et brossée ou s'ils sont exposés à un humain immobile (Henry *et al.*, 2006). Des interactions positives passées lors de manipulation en main améliore la facilité de manipulation lors du transport (chargement dans le camion) chez les veaux (Lensink *et al.*, 2001a). Les interactions positives entraînent la réduction des vocalisations dans des environnements non familiers chez les bovins adultes (Boivin *et al.*, 2000) et la peur des humains chez les poussins (Jones & Waddington, 1993). A

[3] La personnalité se réfère aux différences comportementales individuelles stables dans le temps et/ou à travers les situations (Réale et al., 2007)

l'inverse, les interactions négatives répétées passées vont également avoir une influence sur la perception négative de l'humain. Si elles sont vécues précocement dans la vie de l'animal, elles peuvent avoir des effets à long terme et induire une peur exacerbée à l'égard des humains. Brajon et collaborateurs (2015a) ont montré que des porcelets pouvaient se rappeler des expériences négatives avec un humain cinq semaines après les interactions et exprimer des réactions de peur face à l'approche d'un humain ou à sa présence.

- L'attitude de l'humain et les méthodes utilisées : l'attitude (et/ou le soin apporté à la relation) et les attentes de l'humain vis-à-vis de cette relation peuvent drastiquement changer selon l'utilisation à laquelle est destinée l'animal (compagnie, loisir, élevage pour la production laitière ou de viande) (Knight *et al.*, 2003). Le système et l'organisation du travail d'une structure (densité d'élevage, mécanisation, pénibilité du travail) vont influencer le comportement des personnes au contact des animaux et leur façon d'interagir avec eux (Bock *et al.*, 2007 ; Hostiou *et al.*, 2017). Le système d'élevage intensif vise à augmenter la production et par conséquent le nombre d'animaux tout en diminuant le personnel qui s'en occupe. Boivin et collaborateurs (2003) soulèvent cette problématique et s'interrogent sur le nombre d'animaux dont peut se charger une personne tout en respectant leur bien-être. Ainsi, l'attitude de l'humain et les méthodes utilisées ont une influence importante sur la qualité de la relation (Waiblinger *et al.*, 2006). Le comportement positif de l'humain, par le biais d'une voix calme ou de caresses, induit une diminution de la réactivité de l'animal et une facilité de manipulation (Boivin *et al.*, 2003 ; Lensink *et al.*, 2001b ; Neely *et al.*, 2018 ; Rushen & de Pastillé, 2010 ; Waiblinger *et al.*, 2002). A l'inverse, un comportement aversif de la part de l'humain ou l'utilisation de méthodes induisant de la peur provoquent des réactions dangereuses chez l'animal, comme des menaces ou des coups (Boivin *et al.*, 2003). Welp et collaborateurs (2004) ont montré que les vaches étaient capables de discriminer des humains selon leur attitude et qu'elles adaptaient leur niveau de vigilance en conséquence : elles sont plus vigilantes en présence d'humains qui présentent une attitude négative qu'en présence de ceux qui ont une attitude douce envers elles. Par ailleurs, des manipulations douloureuses (comme la castration) ou inconfortables (liées à un isolement social, un contact forcé avec l'humain et de la contention) représentent des éléments aversifs que l'animal peut associer à la présence humaine (Waiblinger *et al.*, 2019).

- L'état de santé physique : l'existence de douleurs, d'inconfort liées à des pathologies exerce également une influence sur la relation (Casey, 2002 ; Rault *et al.*, 2020). Chez le cheval, Fureix et collaborateurs (2010) ont mis en évidence un lien entre lésions vertébrales chroniques et taux d'agressivité : les chevaux les plus sévèrement atteints (suggérant d'importantes douleurs associées) étaient également les plus agressifs envers l'humain.

- Les conditions d'hébergement et notamment le degré de satisfaction de besoins physiologiques et/ou comportementaux lié à l'environnement : dans un environnement sous-optimal, un animal qui se trouve dans un état de stress chronique peut exprimer des comportements d'alerte ou de défense à l'origine de situations conflictuelles avec l'humain. Par ailleurs, l'environnement social peut avoir des effets positifs directs et indirects sur la relation avec l'humain. La présence de congénères peut avoir une influence directe lors des manipulations avec l'humain en limitant le stress (Veissier *et al.*, 1998). De façon indirecte, l'hébergement avec d'autres congénères, et bien que les interactions ne soient pas réalisées en leur présence, peut amener à une augmentation de la facilité de manipulation, une diminution de l'agressivité envers l'humain et de l'expression physiologique et comportementale de stress ([cheval] : Søndergaard & Ladewig, 2004 ; Yarnell *et al.*, 2015 ; [rongeurs] : Denommé & Mason, 2022 ; Sharp *et al.*, 2003).

2.2 Influence de la relation humain-animal sur le bien-être

La relation avec l'humain occupe une place importante dans l'état de bien-être de l'animal, à travers les expériences quotidiennes vécues avec l'humain et les états affectifs qui y sont associés (Boivin *et al.*, 2003 ; Mellor *et al.*, 2020). Une relation positive peut avoir un effet direct comme le fait de diminuer le stress pendant des manipulations inconfortables ou douloureuses (Nawroth *et al.*, 2019 ; Schmied *et al.*, 2010). Elle peut également avoir des effets plus globaux sur la diminution des comportements de mal-être. Chez le porcelet, il a été montré qu'une relation positive, basée sur des interactions positives régulières comme le fait de parler calmement, de le caresser et le nourrir diminue les comportements de morsures de queue (Büttner *et al.*, 2018). De même, les poulets et les vaches laitières manipulés de manière douce présentent moins d'interactions agonistiques avec leurs congénères ([bovin] : Lürzel *et al.*, 2016 ; [poulet] : Collins & Siegel, 1987) et chez les poulets, cela entraîne également une meilleure réponse immunitaire et une meilleure résistance aux maladies par rapport à des individus qui

n'ont pas été manipulés (Gross & Siegel, 1983). L'expérience avec l'humain peut également influencer l'état émotionnel de l'animal : chez le porcelet, les contacts positifs induisent un biais de jugement optimiste que l'on ne retrouve pas chez les individus qui ont été exposés à des contacts aversifs (taper dans les mains, poursuivre, attraper, immobiliser le porcelet, secouer une feuille d'aluminium à proximité) ou neutre (contacts minimums lors du test) (Brajon *et al.*, 2015b).

IV. Le modèle équin

Dans cette partie, j'introduirai le cas du modèle équin, son mode de vie et son organisation sociale en conditions naturelles ainsi que sa communication intraspécifique et interspécifique avec l'humain. Ensuite, j'aborderai les conditions de vie des chevaux en conditions domestiques et je terminerai par la perception du bien-être dans la filière équine et les raisons qui m'ont amenée à élaborer mon questionnement scientifique et mes objectifs de recherche.

1. Mode de vie en conditions naturelles

1.1 Généralités et organisation sociale

La diversité des environnements dans lesquels vit le cheval à l'état féral, allant des plaines désertiques aux prairies en altitude, témoigne de la grande capacité d'adaptation de cette espèce (Keiper, 1986). Son utilisation du milieu est majoritairement liée à la disponibilité de la nourriture et des refuges (aléas climatiques, insectes...) mais il est également retrouvé dans des environnements relativement pauvres et éloignés de sources d'eau (Waring, 2003). Son organisation sociale prend généralement les deux formes suivantes :

- Le **groupe familial**,

C'est la forme d'unité sociale la plus répandue. Elle est généralement composée d'un étalon reproducteur, de quelques juments (entre 2 et 6 en moyenne) et leurs jeunes jusqu'à leur 2-3 ans (Berger, 1986 ; Keiper, 1986). Plusieurs étalons peuvent être présents dans le groupe mais un seul a le rôle de reproducteur (Waring, 2003). Cette structure est stable dans le temps et la composition change peu au cours des années mais généralement, les femelles ne restent pas

ensemble tout au long de leur vie (Boyd & Keiper, 2005). La stabilité et la cohésion du groupe familial repose essentiellement sur les relations entre les juments, la synchronisation des activités des membres (Rifá, 1990) et le rassemblement des juments par l'étalon (Klingel, 1982). Les chevaux de Przewalski (*Equus ferus przewalskii*), les zèbres des plaines (*Equus burchelli*) et des montagnes (*Equus zebra*) partagent également cette organisation sociale (Keiper, 1986). De façon intéressante, les chevaux conservent une structure de groupe familial quel que soit le type d'habitat dans lequel ils vivent et la distribution des ressources (Feh, 2005).

- Le **groupe d'étalons célibataires**

Souvent de petite taille (4 individus environ), c'est une structure beaucoup moins stable dans laquelle les changements de membres sont plus fréquents tout au long de l'année (Feist & McCullough, 1976 ; Rubenstein, 1981 ; Salter & Hudson, 1982).

Il existe également une troisième structure, moins courante et temporaire, composée de jeunes juvéniles des deux sexes juste après leur dispersion (Keiper, 1976 ; Von Goldschmidt-Rothschild & Tschanz, 1978). Les juvéniles ne se reproduisent pas au sein de cette structure, bien qu'ils aient atteint l'âge de la maturité sexuelle.

La distribution des groupes de chevaux féraux d'une même zone géographique laisse penser que la territorialité au sens propre du terme n'est présente que dans de très rares cas chez cette espèce (Waring, 2003). Les domaines vitaux de différents groupes peuvent se recouper, et les ressources peuvent être partagées entre les groupes. Il apparaît même chez certaines populations qu'un ordre d'accès aux ressources – s'apparentant à une hiérarchie de dominance linéaire inter-groupes (Berger, 1977) – se mette parfois en place. Il existe en revanche une défense active du groupe familial en tant qu'unité sociale par les membres qui le composent vis-à-vis des individus qui n'en font pas partie. Cette défense est généralement assurée par l'étalon reproducteur dans le but de conserver les juments de son groupe mais les contacts avec des congénères extérieurs restent fréquents. Bien que les groupes familiaux soient des structures stables, Kaseda et Khalil (1996) ont démontré que 15 % des jeunes au sein d'un groupe ne sont pas issus de l'étalon reproducteur.

En conditions naturelles, l'activité majoritaire du budget-temps du cheval est l'alimentation qui occupe entre 40 et 67% du temps, soit 10 à 16h par jour (Kiley-Worthington, 1997). Le repos constitue la seconde activité et représente entre 17 et 45 % du temps, soit entre 4 et 11h par jour (Auer *et al.*, 2021). Cette durée regroupe le repos exprimé sous différentes formes : debout (posture de somnolence) et couché (position sternale et décubitus latéral). Les déplacements représentent 4 à 13% du temps, soit 1 à 3h par jour. Ils sont majoritairement

effectués au pas et de jour (Boyd *et al.*, 1988). Enfin, les activités restantes, telles que les interactions sociales, l'attention envers l'environnement et la maintenance, représentent entre 0,5 et 10% du temps, soit de quelques minutes à 2h.

1.2 Structure sociale des groupes

Dans chaque groupe, une hiérarchie de dominance-subordination s'établit entre les membres, généralement de type linéaire, afin de diminuer le taux d'agression globale et de maintenir une cohésion interindividuelle (Keiper, 1986). L'âge et l'ordre d'arrivée dans le groupe sont des facteurs déterminant dans l'établissement du rang hiérarchique (Feh, 1990 ; Lescureux, 2001 ; Monard & Duncan, 1996). Au sein des groupes familiaux, le rang hiérarchique est également corrélé au succès reproducteur et au rang hiérarchique de la mère (Feh, 1990). En revanche, et contrairement à d'autres ongulés, la taille ou le poids ne semblent pas avoir d'effet (Feh, 1990 ; Duncan, 1992).

Quel que soit la taille du groupe, chaque cheval a généralement un ou deux, voire trois, partenaires préférentiels (Feh, 1987). Les partenaires qui partagent des relations d'affinités fortes passent une grande partie du temps à proximité, notamment lors d'activités synchronisées comme le fourragement ou le repos (Clutton-Brock *et al.*, 1976 ; Monard, 1992 ; Sigurjónsdóttir *et al.*, 2003 ; van Dierendonck *et al.*, 2004). Ils partagent également des interactions tactiles comme des contacts corporels ou du toilettage mutuel (Feh, 2005). Les partenaires préférentiels sont généralement de rang hiérarchique similaire (Clutton-Brock *et al.*, 1976 ; Heitor *et al.*, 2006b ; Kimura, 1998) ou ayant un degré de parenté élevé (Heitor *et al.*, 2006a ; Sigurjónsdóttir *et al.*, 2003), bien que ce dernier puisse être confondu au degré de familiarité dans les groupes observés en conditions naturelles.

1.3 Développement social du jeune

Le jeune cheval vit dans son groupe familial jusqu'à sa maturité sexuelle, autour de 2-3 ans. Pendant ses deux premières semaines de vie, le poulain reste exclusivement avec sa mère, passant environ 90% du temps à moins de cinq mètres (Crowell-Davis, 1986). Il crée un lien d'attachement fort et partage ses premières interactions comme le toilettage mutuel dès son premier jour de vie (Feh, 2002). Progressivement, le poulain devient plus indépendant et

commence à interagir (Crowell-Davis *et al.* 1987) et à créer des liens avec ses congénères au sein du groupe (Waring, 2003). Cette phase de socialisation est caractérisée par une fréquence élevée de jeu social et de toilettage mutuel entre poulains, et par une augmentation du « snapping » envers les adultes (Crowell-Davis, 1986), un comportement spécifiquement exprimé d'un jeune vers un adulte et qui est interprété par certains auteurs comme un comportement de soumission (McDonnell & Haviland, 1995). Ces interactions occupent une place importante dans le développement social du jeune, lui permettant d'apprendre les règles sociales de son espèce et de développer son répertoire de comportements sociaux (Waran, 2001). Au moment des premiers œstrus, la jeune femelle quitte le groupe familial, généralement d'elle-même (Berger, 1986) et rejoint un groupe familial déjà existant ou forme un nouveau groupe avec un étalon solitaire qui l'aura localisée grâce aux phéromones sexuelles (Waring, 2003). Dans des cas plus rares, elle rejoint un groupe mixte composé de jeunes ayant atteint eux aussi la maturité sexuelle. Le jeune mâle, quant à lui, rejoint le plus fréquemment un groupe de mâles célibataires pendant une période d'un à quatre ans (Berger, 1986 ; Feh, 1999, Hoffmann, 1985).

1.4 Le cas des étalons

Au sein du groupe familial, l'étalon reproducteur défend activement les membres de son groupe contre les prédateurs, notamment en les rassemblant ou par des comportements de conduite (Feh, 2005). Lors des déplacements collectifs, il occupe généralement une position arrière qui favoriserait la surveillance du groupe (Briard *et al.*, 2017 ; Tyler, 1972 ; Walther, 1991). Les liens durables entre l'étalon et les juments dans ce type de structure pourraient avoir évolué en réponse à des prédateurs de grande taille qui adoptent un comportement coopératif de chasse (Feh, 1994). Afin de conserver l'intégrité du groupe, l'étalon éloigne également les membres de son groupe familial en présence de congénères étrangers (étalon ou autre groupe) (Keiper, 1986). Il occupe aussi un rôle important dans les soins aux jeunes : il les protège dès la parturition en éloignant les autres animaux et en maintenant les membres du groupe à distance puis interagit avec eux par le toilettage et le jeu (Feh, 2005). L'étalon n'occupe pas systématiquement le rang le plus élevée dans la hiérarchie (Houpt & Keiper, 1982 ; Wells & von Goldschmidt-Rotschild, 1979).

Les groupes de type « étalons célibataires » semblent faciliter le développement social des jeunes mâles, notamment à travers de fréquents jeux de combat leur permettant de mesurer leur force physique (Hoffmann, 1985). Les étalons peuvent y développer des relations d'affinités

fortes (Boyd & Keiper, 2005). Dès l'âge de quatre ou cinq ans, les étalons célibataires se rapprochent des groupes familiaux et explorent les fèces pour détecter des femelles en œstrus. Ils tentent d'interagir avec certaines d'entre elles situées en périphérie en initiant des toilettages mutuels (Feh, 2005). Tandis que les individus dominants de ces groupes d'étalons célibataires tentent de monopoliser eux-mêmes des juments de groupes familiaux, les étalons de rang hiérarchique plus bas peuvent former des coalitions pour accéder à la reproduction en empêchant les rivaux d'approcher les juments (Feh, 1999).

Lors de rencontres entre groupes familiaux, les étalons interagissent généralement de façon ritualisée : ils adoptent des postures et des comportements caractéristiques (nuque arquée, exploration olfactive avec vocalisation et mouvements d'antérieurs dans le vide) mais sans attaque directe. En revanche, lors des rencontres entre groupes familiaux et groupes de mâles célibataires, les interactions agonistiques offensives sont nettement plus fréquentes (Keiper, 1986). Cette différence de comportement serait probablement liée au risque plus important de perdre des juments pour l'étalon du groupe familial.

2. Comportement social et communication

2.1 Communication intraspécifique

La communication sociale peut être définie comme l'échange d'informations entre un émetteur et un récepteur (Beauchaud, 2015). La communication sociale permet la survie et la cohésion du groupe, à l'aide de signaux spécifiques (Vauclair, 1992). Ces derniers peuvent être transmis dans un but de transmission d'une information (communication active) ou bien être transmise de manière accidentelle (communication passive) (Danchin *et al.*, 2005). Le cheval possède un répertoire de communication relativement élaboré utilisant différents canaux sensoriels. Comme de nombreux mammifères, le cheval possède une palette variée de signaux visuels, olfactifs, auditifs et tactiles qui sont fréquemment utilisés de façon combinée par le biais d'une communication multimodale (Waran, 2001).

- Le cheval possède une bonne vision, notamment de bonnes capacités de perception du mouvement, qu'il utilise dans sa communication avec ses congénères. Ces compétences lui permettent de détecter de subtils changements de position d'oreilles ou d'expressions faciales (Tomberg *et al.*, 2023 ; Wathan *et al.*, 2015) porteurs d'informations sur l'état interne de l'émetteur. Wathan et collaborateurs (2016) ont ainsi montré que les chevaux étaient capables

de discriminer entre une image d'expression faciale liée à un état de relaxation et une image d'expression associée à une agression et que les individus se dirigeaient préférentiellement vers la première plutôt que vers la seconde.

- La communication auditive est utilisée dans différents contextes. Les hennissements d'appel sont produits lorsque les chevaux ne sont plus en contact visuel afin de garder contact et de pouvoir se localiser ou dans des contextes de réunion après une séparation (Yeon, 2012). Ils sont détectables jusqu'à 1km de distance et permettent une reconnaissance individuelle (Keiper, 1986).

- Bien que son fonctionnement soit encore mal compris, la communication olfactive revêt une importance particulière chez cette espèce. Une rencontre entre deux individus inconnus comprend quasiment systématiquement des comportements d'exploration olfactive naso-nasal ou de l'intégralité du corps (Waring, 2003). De même, les fèces et urines vont être des sources d'information et de reconnaissance interindividuelle (Hothersall *et al.*, 2010 ; Krueger & Flauger, 2011 ; Marinier *et al.*, 1988).

- Lors des interactions agonistiques, les contacts tactiles se manifesteront par des morsures ou des coups de pied, reflétant un conflit intense. A l'inverse, lors d'interactions affiliatives, les contacts tactiles mutuellement acceptés, comme les mordillements, les contacts prolongés d'une partie du corps sur celui du congénère sont des indicateurs de la force du lien entre deux individus (Kieson & Sams, 2021) (Figure 3). Le toilettage mutuel fait partie de ces comportements pour lequel il a été démontré qu'il abaissait le rythme cardiaque des chevaux et aurait pour fonction de diminuer les tensions entre les membres du groupe, participant ainsi à renforcer la cohésion du groupe (Feh & De Mazières, 1993).



Figure 3 : **Différents comportements affiliatifs fréquemment observés entre partenaires préférentiels** : a) Un cheval repose sa tête sur le dos d'un congénère, b) des mordillements dans une séquence de jeu, c) un toilettage mutuel

Au sein du groupe, la communication permet la transmission d'informations relatives à l'environnement (Waring, 2003). Une posture avec l'encolure haute, les yeux grands ouverts et les naseaux dilatés parfois accompagné d'un ronflement aura pour conséquence d'alerter les autres individus de la présence d'un potentiel danger qui, à leur tour, exprimeront alors des comportements de vigilance ou de fuite (Żelazna & Jezierski, 2018). Ces signaux sensoriels peuvent également être vecteurs d'émotions. Briefer et collaborateurs (2017) ont montré que les chevaux sont capables de percevoir des variations émotionnelles dans le hennissement d'individus familiers selon le contexte dans lequel ils sont émis (par exemple, en contexte négatif lors d'une séparation sociale ou en contexte positif lors d'une réunion post-séparation). Ces résultats suggèrent que ces vocalisations permettant une communication précise dépendant de la situation.

2.2 Communication interspécifique

La première preuve de domestication du cheval date de 3500 avant JC, utilisé pour sa viande, son lait et probablement déjà pour être monté (Outram *et al.*, 2009). Il a ensuite eu un rôle de traction, de transport, d'animal de guerre et beaucoup plus récemment de loisir et de course (McGreevy & Yeates, 2019). C'est une espèce qui occupe une place particulière dans l'histoire de l'humanité de par le mode de transport qu'elle a représenté pendant des siècles, modifiant radicalement la vitesse de déplacement et la circulation des biens et des personnes (Librado *et al.*, 2016). On peut alors se demander si cette histoire commune a contribué à une certaine compréhension, ou du moins à une perception des signaux de communication chez les deux espèces. En effet, il semblerait que les chiens comprennent mieux les signaux de communication humains que les chimpanzés (Hare *et al.*, 2002), suggérant un fort impact de l'histoire de domestication dans la compréhension des signaux humains par l'animal. Qu'en est-il dans le cas du cheval ? Quelle est sa perception ou sa compréhension de l'humain ?

La compréhension des signaux humains présente un intérêt certain pour les espèces domestiques comme le cheval afin d'acquérir des informations sur leur environnement. Proops et McComb (2010) ont montré que les chevaux étaient capables d'utiliser des signaux d'attention de la part de l'humain comme le regard, l'orientation de la tête et du corps dans le but d'obtenir de la nourriture. En revanche, dans d'autres contextes comme un test de choix d'objet, ils peuvent utiliser le pointage mais pas l'orientation de la tête ou l'alternance des regards (Proops *et al.*, 2010). D'autres études se sont intéressées aux capacités d'apprentissage social et mettent en évidence que le cheval n'est pas capable d'apprendre une tâche par observation d'un démonstrateur humain (Rørvang *et al.*, 2020). Ces travaux suggèrent une compréhension partielle des signaux transmis par l'humain. Par ailleurs, les chevaux peuvent utiliser la communication référentielle afin d'attirer l'attention de l'humain dans un but précis. Par exemple, pour atteindre de la nourriture hors de portée, ils vont exprimer des comportements dirigés vers l'humain par des regards, plus longs ou alternés entre l'humain et la nourriture, et des contacts tactiles plus fréquents (Malavasi & Huber, 2016 ; Trösch *et al.*, 2019b).

Les chevaux sont sensibles aux signaux émotionnels transmis par les humains (Trösch *et al.*, 2020). Ils sont capables de percevoir et de discriminer des signaux visuels, acoustiques, olfactifs ou une combinaison de plusieurs de ces modalités, associés à différentes émotions (Jardat *et al.*, 2023a, Jardat *et al.*, 2023b ; Smith *et al.*, 2016 ; Smith *et al.*, 2018 ; Trösch *et al.*, 2019a). De plus, ces signaux entraînent une réponse comportementale et physiologique de la

part des chevaux. Les indices liés à la colère entraîneraient une augmentation des comportements de vigilance (Smith *et al.*, 2018) à l'inverse, la joie induirait une augmentation des postures de relaxation (Trösch *et al.*, 2019a). La mise en évidence des capacités cognitives portant sur des signaux propres à l'espèce humaine en général amène à se questionner sur la reconnaissance individuelle d'humains familiers. Proops et McComb (2012) ont mis en avant le fait que les chevaux utilisent des signaux visuels mais aussi auditifs pour discriminer un humain familier d'un humain non familier. Sankey et collaborateurs (2011) ont également montré que les chevaux répondaient différemment à un humain non familier par rapport à un humain familier, notamment en l'observant plus fréquemment et plus longtemps.

3. Conditions de vie domestiques

En Europe, on compte six millions d'équidés dont 1 024 000 en France et 70% d'entre eux sont hébergés dans les 9 500 structures équestres qui existent sur le territoire (IFCE[4], 2022). Les hébergements peuvent être catégorisés en deux types : l'hébergement individuel et l'hébergement collectif, qui peuvent à leur tour être classés en différents logements plus spécifiques en écurie ou à l'extérieur (cf. Figure 4). La gestion des sorties diffère également de façon importante selon les structures équestres en termes de fréquence, durée, lieu de sortie et possibilités de contacts (paddock individuel ou avec des congénères). L'hébergement collectif le plus répandu est l'hébergement au pré, souvent privilégié lorsque le cheval n'est pas utilisé dans une pratique équestre régulière (chevaux de loisir, chevaux âgés, juments dédiées à la reproduction et leurs poulains). Des nouveaux types d'hébergements d'extérieur ont vu le jour depuis les années 2000, comme les *paddocks paradise* ou encore les *écuries actives.* Ces derniers ont pour objectif de mieux prendre en compte des besoins liés à l'alimentation, la locomotion ou encore la socialité du cheval. Au sein de ces structures, les chevaux vivent en groupe, doivent se déplacer pour accéder aux différentes ressources et sont nourris majoritairement de fourrage.

[4] Institut Français du Cheval et de l'Equitation

Dans le cas des écuries actives, l'objectif est également de minimiser la pénibilité des tâches quotidiennes pour l'humain en automatisant certaines d'entre elles comme la distribution alimentaire.

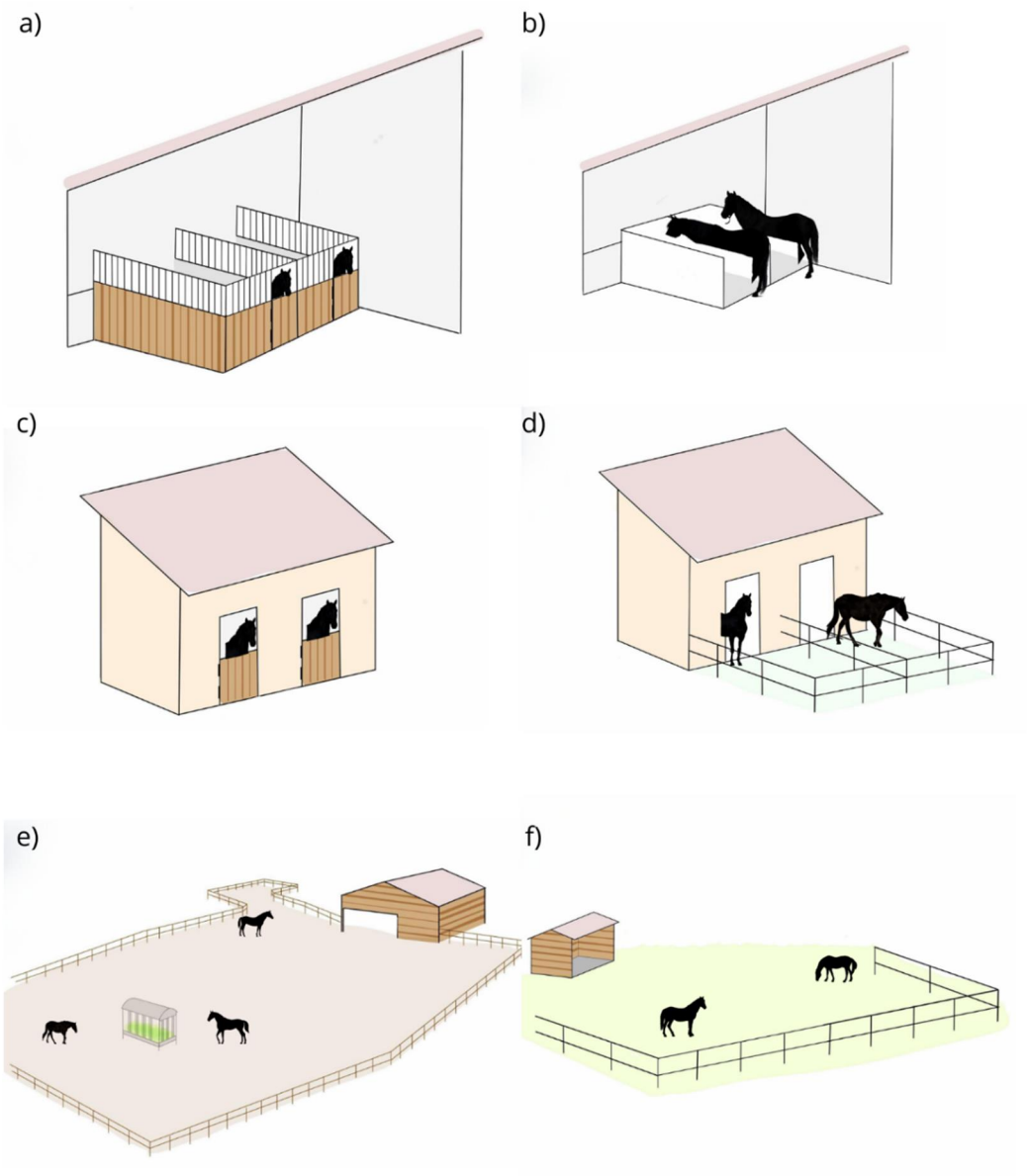


Figure 4 : **Représentation de différents types d'hébergement individuel et collectif** : a) box individuel intérieur, b) stalle, c) box individuel extérieur, d) box terrasse, e) écuries actives, f) pré

Si ces hébergements alternatifs connaissent un engouement depuis quelques années, l'hébergement en box reste une pratique extrêmement répandue au sein de la filière équine. Une enquête nationale menée en 2014 rapporte que 64% des équidés étaient hébergés

individuellement, dont 80% en box (IDELE[5], 2015). Cependant, la vie en box ne permet pas d'exprimer certains comportements pourtant fréquents en conditions naturelles, ce qui favorise un état de frustration et l'apparition de diverses pathologies (Ruet *et al.*, 2019 ; Sarrafchi & Blokhuis, 2013 ; Yngvesson *et al.*, 2019). Ainsi, Henry et collaborateurs (2017) ont montré que les chevaux en box, contrairement à ceux vivant en groupe à l'extérieur, présentent un syndrome comportemental qui s'apparenterait à un état dépressif. L'absence de réponse ou l'anhédonie (perte de plaisir, un symptôme clé de la dépression) (Fureix *et al.*, 2015 ; Ruet *et al.*, 2019) ont également été constatées chez des chevaux hébergés en isolement social. De plus, un hébergement en box augmenterait le risque de développer des coliques (Cohen, 2003) et favoriserait l'apparition de signaux de mal-être tels que des stéréotypies ou autres comportements aberrants (Fureix *et al.*, 2011 ; Mills *et al.*, 2005), dont le développement a été associé au manque de contact social (Cooper *et al.*, 2000). Par exemple, les chevaux hébergés en box présentent des comportements de léchages, morsures et coups de pied dans les murs (Heleski *et al.*, 2002) et ont plus d'interactions agressives envers l'humain que les chevaux vivant au pré en groupe (Yarnell *et al.*, 2015). Cet isolement survient de manière précoce dans la vie d'un cheval puisque les jeunes chevaux sont généralement isolés socialement de leurs congénères vers l'âge de trois ans (cf. **Article 1**). Or, il est reconnu que la vie en groupe peut être bénéfique pour le jeune cheval notamment au cours de son développement (Hartmann *et al.*, 2012). Rivera et collaborateurs (2002) ont montré que des jeunes chevaux de deux ans élevés en conditions d'isolement social présentent une plus grande propension aux ruades et sauts de mouton lors du débourrage[6] que ceux vivant en groupe. D'autres études ont également démontré que les jeunes chevaux élevés en groupe mettraient moins de temps à s'habituer aux nouveaux exercices et à les réussir pendant le débourrage que les chevaux hébergés en box (Rivera *et al.*, 2002 ; Søndergaard & Ladewig, 2004). A partir de cet âge, qui coïncide avec la maturité sexuelle, l'hébergement en isolement social augmente, plus particulièrement pour les étalons qui se trouvent souvent dans des boxes éloignés des autres et/ou avec des murs pleins, restreignant au maximum la possibilité de contacts même à distance. Dans le cas des étalons, la

[5] Institut de l'Élevage

[6] Terme qui désigne la première mise au travail du cheval. L'objectif de ce processus d'apprentissage est de permettre la monte du cheval (port du cavalier et de l'équipement nécessaire à la pratique équestre)

peur des blessures est exacerbée de la part des propriétaires, et ce malgré les différentes formes de groupes sociaux que les étalons peuvent constituer en conditions naturelles.

Récemment, Ruet et ses collègues ont recommandé de modifier radicalement les conditions de vie des chevaux afin de favoriser la satisfaction de leurs besoins. Entre autres exigences, il semble nécessaire, pour préserver le bien-être des chevaux, de permettre des interactions avec les congénères (Ruet *et al.*, 2020).

4. La perception du bien-être dans la filière équine

Si historiquement la considération du bien-être animal a d'abord concerné les animaux d'élevage, ce changement global de perception et de sensibilité s'est très vite étendu à d'autres espèces dont le cheval domestique. Ses multiples utilisations lui confèrent un statut hybride tant aux yeux de la loi que de ceux qui le côtoient. Animal de production, de sport, de service, de médiation, de loisir ou encore de compagnie : tant d'usages et de contextes qui rendent complexe sa qualification juridique[7]. Cependant, la modernisation du monde militaire et agricole au cours du siècle passé a mené au recul progressif de son rôle d'animal de guerre et de traction pour une utilisation de sport et de loisir. En 2022, l'équitation était le 3e sport le plus pratiqué en France avec 692 399 licenciés (IFCE, 2023a) mais légalement, le cheval est toujours considéré comme animal de rente dans le code rural (article L.214-36). La transition liée à ces changements d'utilisation, et par conséquent de rapport entre humain et cheval, conduit à des débats sur la requalification de son statut. Dans une enquête menée par l'IFCE auprès d'équitants, le cheval a été cité comme un « membre de la famille » dans 68% des réponses, laissant transparaître la dimension affective de la relation à cet animal (Doligez *et al.*, 2014).

[7] Juridiquement, le cheval est reconnu comme un animal domestique (annexe de l'arrêté du 11 août 2006) et son statut d'animal de production ou de compagnie dépend de la décision de son propriétaire. Celle-ci figure sur les documents vétérinaires officiels de l'animal.

Au sein de la filière équine, la question du bien-être animal est désormais bien présente, se traduisant par la mise en place de mesures pour promouvoir le bien-être. En 2016, un certain nombre d'acteurs de la filière[8] ont signé la « Charte pour le Bien-Etre Equin » dans laquelle ils reconnaissent et utilisent la définition du bien-être proposée par l'ANSES (dans une 2nde version mise à jour en 2021) ainsi que les 5 libertés (FAWC, 1993). Les acteurs s'engagent dans des plans d'actions permettant une application concrète des huit mesures suivantes :

1) Assurer la mise en place d'une relation humain-cheval positive lors des interactions et des manipulations,
2) Garantir un abreuvement et une alimentation adaptés aux besoins physiologiques et comportementaux des chevaux,
3) Offrir aux chevaux un lieu de vie approprié assurant leur santé et leur bien-être,
4) Assurer des conditions de vie qui favorisent la satisfaction des besoins de repos et de déplacement des chevaux,
5) Respecter le caractère grégaire des chevaux en favorisant les contacts sociaux positifs et en minimisant les contacts négatifs,
6) Garantir et préserver la santé des chevaux en appliquant les bonnes pratiques d'élevage, de détention et d'utilisation,
7) Prévenir ou soulager la douleur,
8) Continuer d'apporter les soins nécessaires au cheval pour son bien-être et sa santé après la fin de sa carrière et jusqu'à sa mort ; et lui assurer une mort dans des conditions éthiques.

De plus, depuis juin 2022, la Fédération Équestre Internationale (FEI)[9] a fondé une commission d'éthique et bien-être équin qui a élaboré un code de conduite pour le bien-être du cheval de sport, applicable au quotidien et en compétition. Ces engagements à différents niveaux ont pour but d'affirmer la position de la filière en faveur du bien-être, condamnant ainsi les abus et les scandales qui en résultent. En 2021, les images montrant l'attitude d'une cavalière envers le cheval qu'elle montait lors des jeux paralympiques a suscité une vague d'indignation à l'échelle

[8] la Fédération Nationale du Cheval, l'Association Vétérinaire Équine Française, la Fédération Française d'Équitation, France Galop, le Groupement Hippique National et Le Trot, en s'appuyant sur l'expertise de l'Institut de l'Élevage

[9] Organisme qui coordonne les sports équestres à l'échelle mondiale

internationale. Cet évènement extrêmement médiatisé a eu de lourdes répercussions réglementaires car il a mené à la suppression de l'épreuve d'équitation du pentathlon moderne aux futurs jeux olympiques de 2028 (Meier *et al.*, 2023).

Si l'un des objectifs principaux des mesures énoncées précédemment est la protection des équidés, cette prise de position vise également à conserver l'acceptation publique des sports équestres, et plus généralement de l'utilisation du cheval. En effet, les résultats d'une enquête menée auprès du grand public en Angleterre rapportent que 60% d'entre eux ne soutiennent pas l'utilisation des chevaux dans le sport dont 20% souhaitent l'arrêt total des pratiques équestres tandis que 40% déclarent pouvoir soutenir leur maintien uniquement si le bien-être des chevaux est amélioré (World Horse Welfare, 2023). De ce fait, la perception sociétale est devenue un sujet de préoccupation au sein de la filière qui craint de voir ses pratiques de plus en plus règlementées, voire même interdites, sous l'influence de la montée des mouvements animalistes, comme cela a pu être le cas pour les animaux d'élevage par le passé. Des préoccupations qui ont par ailleurs été rapportées en 2022 dans une enquête sociologique réalisée par Anouk Bouhamidi, étudiante en Master en éthique animale, effectuée dans le cadre d'un projet plus global sur le bien-être social dans lequel s'inscrit cette thèse.

Cette enquête, menée auprès de gérants de structures équestres, portait sur la perception du bien-être et de l'hébergement équin (Bouhamidi *et al.*, 2022). D'après sa typologie, trois profils-types de dirigeants se distinguent (cf. Figure 5) :

- Les **acteurs du bien-être** qui perçoivent le cheval comme un compagnon de vie et considèrent ses besoins comme primordiaux. Ces gérants privilégient des conditions de vie proches de celles rencontrées en conditions naturelles, c'est-à-dire un hébergement en groupe et en permanence à l'extérieur. Ils sont souvent réfractaires à l'utilisation du box.
- Les **optimisateurs sous contrainte** qui cherchent le meilleur compromis entre le bien-être du cheval et la fonctionnalité de leur structure. Ils considèrent le cheval comme un coéquipier à qui il est nécessaire de fournir des conditions de vie respectueuses de ses besoins et pour lequel le travail ne doit pas être trop intense. Ils optent pour un usage raisonné du box : le cheval est préférentiellement mis au pré, mais peut réintégrer son box si cela facilite l'organisation journalière des cours d'équitation.
- Les **gestionnaires productivistes** qui travaillent dans une logique de performance tant sportive qu'économique. Ils perçoivent le cheval comme un athlète et privilégient les

conditions d'utilisation de l'animal à ses conditions de vie et d'hébergement. Au sein des structures qu'ils dirigent, les chevaux sont hébergés en box individuel.

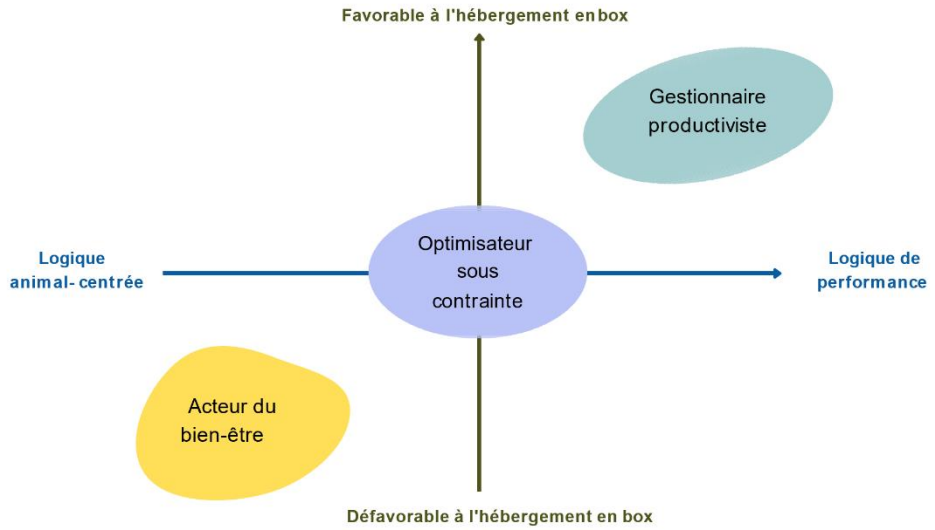


Figure 5 : **Typologie des gérants : la perception du box individuel en fonction de la logique de la structure équestre** (Bouhamidi *et al.*, 2022)

De façon très intéressante, cette enquête met également en évidence le fait que les gérants interrogés, quel que soit leur profil, connaissent les besoins fondamentaux du cheval. Or, certains d'entre eux choisissent un mode d'hébergement ou des conditions de vie inappropriées à l'espèce en dépit des connaissances théoriques qu'ils possèdent. Par ailleurs, bien que les gérants sachent définir ces besoins, l'enquête révèle que l'importance de la vie sociale est sous-estimée et les relations sociales souvent mal comprises. En effet, une partie des enquêtés semble avoir une perception biaisée de la socialité, réduite essentiellement aux interactions agonistiques et au risque de blessures liées aux conflits sociaux. Ce constat révèle une préoccupation largement répandue chez les propriétaires d'équidés, souvent évoquée pour justifier le choix d'un hébergement individuel (Hartmann, 2011 ; Pierard *et al.*, 2019) et directement liée à des arguments économiques et utilitaristes. En effet, les blessures peuvent avoir des conséquences sur la mobilité du cheval et donc, sur sa performance ou son utilisation dans la pratique équestre. La valeur financière du cheval, parfois très élevée dans le secteur du sport ou des courses, influence également ce choix. Par ailleurs, l'hébergement en box est également privilégié pour des raisons de praticité et d'organisation car il évite des tâches chronophages comme le fait d'aller chercher le cheval au pré ou encore de devoir le nettoyer longuement. Les structures équestres sont confrontées à diverses problématiques, marquées par des enjeux financiers conséquents : le soin et l'entretien des chevaux (au même titre que les

structures d'élevage de production), l'accueil de public voire pour certaines, l'enseignement d'une discipline sportive (Bouhamidi *et al.*, 2022). Ainsi, les contraintes qui pèsent sur les gestionnaires de structures équestres se répercutent sur les conditions de vie du cheval, et particulièrement sur son environnement social.

V. Problématique et objectifs de la thèse

Comme nous l'avons vu dans l'introduction, le cheval est une espèce sociale, qui vit en groupes stables au sein desquels il entretient des relations fortes et durables avec ses congénères (Berger, 1986 ; Feh, 1987 ; Keiper, 1986 ; Waring, 2003). La socialité du cheval va être particulièrement impactée par la vie en conditions domestiques, et plus spécifiquement par les types d'hébergement (Waran, 2001). En hébergement collectif, la composition (sexe, parenté, familiarité) et la taille du groupe s'éloignent de l'organisation sociale de l'espèce en conditions naturelles (Hartmann *et al.*, 2012). En hébergement individuel, la socialité comme je l'ai définie précédemment et se référant à la vie en groupe n'existe pas, et les possibilités d'interagir se limitent à des contacts visuels, olfactifs voire tactiles dans des conditions très restreintes (à distance entre boxes opposés ou à travers la porte et les barreaux de boxes adjacents ; Krueger *et al.*, 2021). De nombreux travaux ont souligné l'importance du besoin social chez les chevaux, manifesté par leur motivation élevée à interagir socialement, et les multiples effets positifs liés à l'hébergement en groupe (Christensen *et al.*, 2002 ; Heleski *et al.*, 2002 ; Lansade *et al.*, 2014 ; Søndergaard *et al.*, 2011 ; Visser *et al.*, 2008a). A l'inverse, l'apparition de troubles du comportement a été associée à la privation sociale (Cooper & Mason, 1998 ; Dezfouli *et al.*, 2014). Malgré le fait que le bien-être soit une préoccupation grandissante qui concerne également la filière équine et que des changements de pratiques se mettent en place très progressivement, le box individuel impliquant un isolement social reste un mode d'hébergement extrêmement courant aujourd'hui (Hockenhull & Creighton, 2014 ; Réseau National Équin, 2020). Les questionnements à l'origine de ma recherche s'inscrivent dans ce contexte.

Si l'on considère que ces conditions de vie sont celles classiquement rencontrées par une majorité de chevaux domestiques, la possibilité de créer une relation sociale peut finalement être qualifiée d'enrichissement social. Quel pourrait être l'impact d'un tel enrichissement social sur l'état de bien-être de chevaux hébergés en boxes individuels ? Et si cet enrichissement est ponctuel mais régulier, aura-t-il un effet suffisant pour apporter des bénéfices ? Un autre pan de

ma recherche a porté sur l'effet de l'hébergement individuel sur les capacités sociales. Des individus isolés socialement sur le long terme conservent-ils les compétences sociales nécessaires à la vie sociale ?

Par ailleurs, cette thèse s'inscrit dans un cadre appliqué visant à accompagner la transition des pratiques actuelles vers de nouvelles qui intègreraient la socialité de l'espèce dans l'hébergement. Par le biais de ces travaux, nous avons donc testé différentes solutions afin de concilier le besoin social de l'espèce et les contraintes des structures équestres.

Les objectifs de ma thèse ont été les suivants :

1) Etudier l'impact d'un enrichissement social sur l'état de bien-être et plus particulièrement sur l'état émotionnel de l'animal et sur sa relation avec l'humain.
2) Etudier les capacités sociales d'individus ayant subi une privation sociale prolongée

Les travaux menés ont porté sur la socialité dans l'hébergement à travers trois cas spécifiques : les jeunes chevaux, les chevaux de sport adultes et les étalons. Dans un premier temps, j'ai d'abord testé l'impact du maintien du lien social sur l'état de bien-être et la relation avec l'humain de 12 jeunes chevaux lors du passage de l'hébergement en groupe à l'hébergement individuel et de la mise au travail avec l'humain (présenté dans le **chapitre 3**, **Article 1**). En comparant des individus isolés et des individus ayant accès à un partenaire social, j'ai observé les comportements au box, et notamment les indicateurs de mal-être afin de déterminer si la possibilité d'interagir socialement modifiait le budget d'activité des chevaux et diminuait l'expression des comportements anormaux. Je me suis également intéressée à l'impact de ces contacts sociaux sur les comportements de coopération et de défense ainsi que l'état de tension des chevaux lors des sessions de travail avec l'humain.

Dans un second temps, dans le **chapitre 4 (Article 2)**, je me suis interrogée sur l'impact des contacts sociaux sur l'état de bien-être de 20 chevaux de sport adultes hébergés individuellement. J'ai notamment cherché à savoir si des contacts temporaires mais journaliers avaient une influence positive sur la perception de l'environnement par l'animal. Afin d'obtenir une compréhension globale des effets de ces contacts sociaux, j'ai évalué l'état émotionnel dans trois contextes différents : deux situations quotidiennes avec ou sans présence humaine et lors d'un test de biais de jugement.

Dans un troisième temps, présenté dans le **chapitre 5 (Article 3)**, j'ai exploré les capacités sociales de 6 étalons désocialisés depuis leur maturité sexuelle. Par le biais d'une méthodologie de mise en contact progressive, je me suis tout d'abord intéressée à leur capacité à établir une relation sociale avec un partenaire unique puis à former un groupe avec plusieurs partenaires.

Dans la discussion générale, (**chapitre 6**), j'ai analysé l'importance du besoin social pour des chevaux isolés puis j'ai exploré les mécanismes potentiels qui sous-tendent les effets positifs des contacts sociaux au regard de la littérature et du contexte appliqué dans lequel s'inscrivent ces travaux. Enfin, j'ai suggéré des pistes d'approfondissements pouvant faire suite à cette thèse et j'ai proposé une réflexion sur la place de la socialité dans l'hébergement. En effet, j'ai testé au cours de ce travail des dispositifs et des méthodes permettant d'augmenter les contacts sociaux au sein d'écuries classiques, afin d'évaluer la faisabilité de solutions qui pourraient être implémentées dans les structures équestres.

Chapitre 2

Méthodologie générale

Méthodologie générale

Dans ce chapitre, les méthodes générales sont présentées, et plus particulièrement les choix expérimentaux, dispositifs, lieux et animaux étudiés. Les méthodes spécifiques à chaque étude sont détaillées dans chaque article.

1. Choix du cadre d'étude

Les objectifs de cette thèse s'inscrivant dans un cadre appliqué, il a été choisi de mener des expérimentations dans des structures équestres existantes afin d'étudier les populations de chevaux ciblées dans les conditions de vie réelles. D'autre part, les pratiques d'hébergement et de gestion de ces structures, similaires à celles couramment observées, sont représentatives de nombreuses structures équestres en France. Afin de mener les expérimentations, des aménagements ont été réalisés dans les structures d'accueil.

2. Dispositifs expérimentaux

Différentes solutions permettant les contacts sociaux au box ont été testées lors des travaux de cette thèse. Deux modèles très similaires de « boxes sociaux » intégrés dans des écuries intérieures ont été utilisés chez les jeunes chevaux (**article 1**, Figure 6 photo a) et chez les étalons (**article 3**, Figure 6 photo b). Un « box de rencontre », dispositif extérieur et transportable a été installé dans l'écurie de chevaux de sport (**article 2**, Figure 6 photos c et d). Le système était similaire dans les trois cas : la paroi entre deux boxes adjacents était composée de deux ouvertures verticales centrales de 25 cm de large, permettant à chaque cheval de passer sa tête et son encolure jusqu'aux épaules dans l'autre box pour interagir avec le cheval dans le box adjacent. La partie centrale de la cloison ainsi que chaque côté des deux ouvertures étaient rembourrés de mousse recouverte de caoutchouc afin de limiter au maximum le risque de blessures lors des interactions.

Dans l'**article 1** et **2**, les chevaux ont été séparés en deux conditions : la moitié de l'effectif était assignée à la *condition isolée*, dans laquelle les individus étaient hébergés au box individuel dans les conditions de vie habituelles de la structure équestre d'accueil. L'autre moitié était assignée à la *condition sociale,* où les individus étaient soumis aux mêmes conditions d'hébergement mais passaient 1 à 2h par jour (selon l'étude) dans l'un des dispositifs de mises en contact présentés au-dessus. Dans l'**article 3**, ce dispositif a été utilisé dans l'une des étapes du protocole de mise en contact progressive.



Figure 6 : **Photos représentant les dispositifs expérimentaux utilisés dans l'article 1 (photo a), l'article 2 (photos c et d) et l'article 3 (photo b).**

3. Présentation des animaux étudiés

La première étude a porté sur de 12 jeunes chevaux (6 femelles, 6 mâles), âgés de 2 à 3 ans lors de leur mise au travail initial (Tableau 2). Ces chevaux, de race Selle-Français et Pur-Sang, étaient issus de six élevages différents. L'étude s'est déroulée au Haras de Rosières-aux-Salines (54110) sur trois périodes d'un mois (novembre 2020 - février 2021), à la demande de la responsable de la structure, pour des raisons liées à l'organisation du débourrage. Pour chaque période, quatre chevaux ont été débourrés et à chaque période : deux ont été répartis dans la « condition isolée » et deux dans la « condition sociale ». Une cinquantaine de chevaux était hébergéé au haras pendant les périodes d'observations : des étalons reproducteurs, des chevaux dédiés à des formations professionnelles, et les chevaux des élèves en formation ainsi que les jeunes chevaux uniquement le temps de leur débourrage (Figure 7). Les chevaux étudiés étaient hébergés dans des boxes intérieurs de 3x4m et nourris avec des granulés le matin et le soir, avaient du foin et de l'eau à volonté et leurs boxes étaient réapprovisionnés en paille fraîche tous les jours et curés entièrement toutes les semaines. Les chevaux étaient travaillés par une personne responsable de leur débourrage ainsi qu'un ou une cavalière professionnelle et n'étaient manipulés que par ces dernières. Ils étaient sortis individuellement en liberté pendant 15 min par semaine dans un manège 50x20m pendant toute la durée de l'étude.

Tableau 2 : Récapitulatif des caractéristiques individuelles des individus de l'article 1.

Période	Nom	Race	Sexe	Age	Condition
1	Gina	Pur-Sang	F	2	Isolée
	Ginota	Pur-Sang	F	2	Sociale
	Indomino	Pur-Sang	M	2	Sociale
	Italo	Selle-Français	M	3	Isolée
2	Always	Pur-Sang	F	2	Isolée
	Chablis	Pur-Sang	M	2	Isolée
	Inascot	Selle-Français	M	2	Sociale
	Isaora	Selle-Français	F	2	Sociale
3	Beauté	Pur-Sang	F	2	Isolée
	Jumpas	Pur-Sang	M	2	Sociale
	Imperia	Selle-Français	F	3	Sociale
	Wing	Pur-Sang	M	2	Isolée

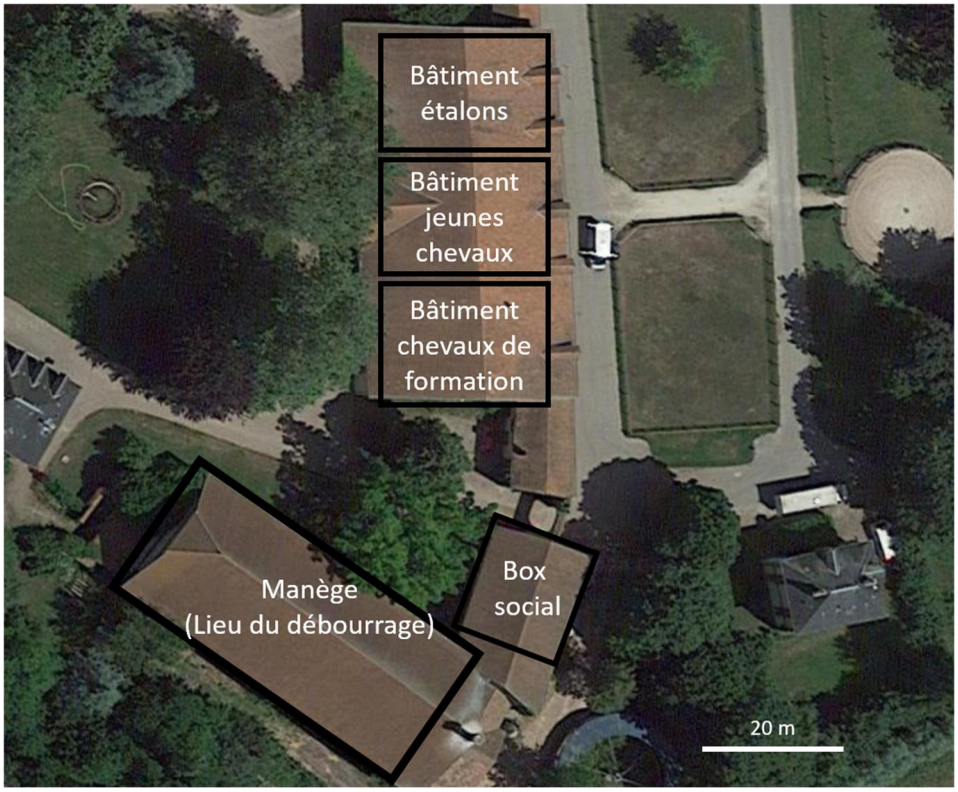


Figure 7 : Vue aérienne de la disposition des infrastructures de l'étude 1 (article 1)

La seconde étude a porté sur 20 chevaux de propriétaires (4 juments, 16 hongres), âgés de 7 à 18 ans (Tableau 3). Cet effectif était composé uniquement de races de selle[10] et utilisé pour la pratique du sport avec des sorties régulières en compétition d'obstacle entre avril et octobre. L'étude s'est déroulée dans une écurie privée proche de Strasbourg (67000) sur deux périodes de 6 mois (répliquée sur deux années, période 1 : d'octobre 2021 à mars 2022 et période 2 : d'octobre 2022 à mars 2023). L'écurie accueille une quarantaine de chevaux en boxes : 25 chevaux de propriétaires en pension et une dizaine de chevaux de commerce. Les chevaux de propriétaires restent généralement plusieurs années dans cette structure tandis que les chevaux de commerce sont destinés à être vendus. Ils sont donc travaillés quotidiennement et restent de quelques semaines à quelques mois au sein de la structure. L'écurie dispose de différentes infrastructures pour le travail des chevaux ainsi que deux paddocks individuels en sable

[10] Races représentant 68% du cheptel de la population d'équidés en France (IFCE, 2022)

permettant des sorties libres pendant le printemps et l'été (Figure 8). Les chevaux étaient hébergés dans des boxes intérieurs de 3x4 m, disposaient d'eau à volonté, ils étaient nourris matin, midi et soir avec des aliments concentrés et du foin leur était distribué le matin et le soir. Leurs boxes étaient curés une fois par semaine. Ils étaient travaillés quotidiennement (marcheur, travail en longe ou monté) et n'avaient pas de sorties permettant le mouvement libre de façon régulière. Ils n'étaient montés que par leur propriétaire et manipulés par un nombre restreint de personnes (propriétaire ou personnel de la structure).

Tableau 3 : **Récapitulatif des caractéristiques individuelles des individus de l'article 2**.

Période	Nom	Race	Age	Sexe	Condition
2	Antony Manciais	Selle-Français	13	M	Sociale
2	Ares de preval	Selle-Français	13	M	Isolée
1	Babydoll de bas	Selle-Français	11	F	Isolée
1	Bambino du hutrel	Poney français de selle	11	M	Isolée
2	Belfast Villa Rose	Selle-Français	12	M	Sociale
1	Beverly de la Vallée	Selle-Français	11	F	Isolée
2	Casanova	Oldenburg Sprinfeld	7	M	Isolée
1	Casciano	Holsteiner Warmblut	14	M	Sociale
1	Cœur	Selle-Français	10	M	Isolée
1	Crack Maquiva	Selle-Français	10	M	Isolée
1	Fabiola Hx	KWPN	12	F	Sociale
2	Fairplay la Tuilerie	Selle-Français	8	M	Isolée
2	Fatall Nouvolieu	Selle-Français	8	M	Isolée
1	Gwendolyn HX	KWPN	11	F	Sociale
2	Relfe d'helby	Selle-Français	18	M	Sociale
1	Sharkann	Selle-Français	16	M	Sociale
1	Tintin Deliledurhin	Selle-Français	15	M	Sociale
1	Urbin de l'Yserand	Selle-Français	15	M	Sociale
1	Urion de rotes	Selle-Français	14	M	Sociale
1	Willow	Connemara	10	M	Isolée

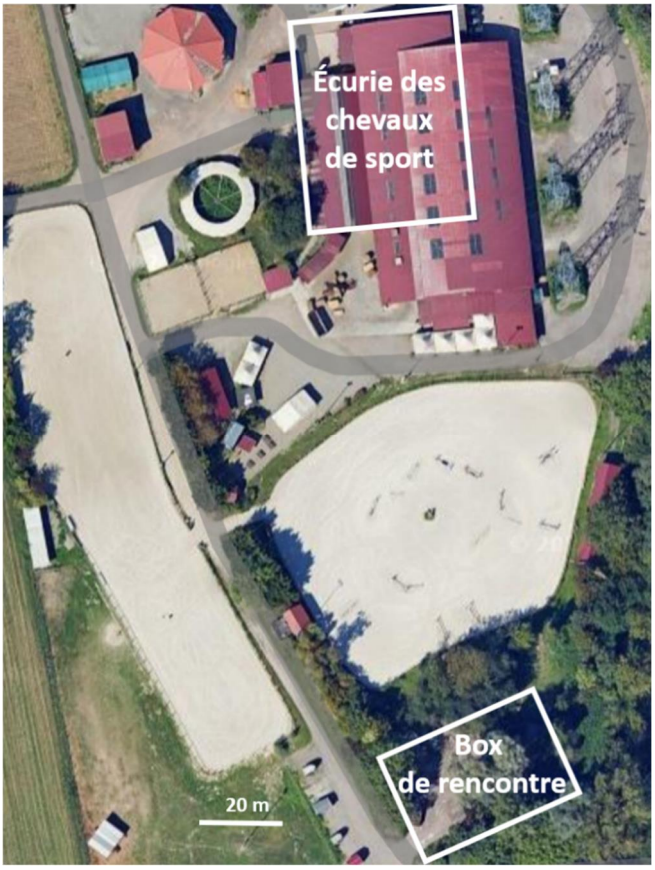


Figure 8 : Vue aérienne de la disposition des infrastructures utilisées dans l'étude 2 (article 2)

La troisième étude a porté sur six étalons reproducteurs, âgés de 5 à 21 ans (Tableau 4) et s'est déroulée d'avril à août 2016 à la Jumenterie du Haras du Pin (61310). Au sein de cette structure, les étalons sont dédiés à la formation en reproduction, en revanche aucun d'entre eux n'a sailli durant toute la durée de l'étude. Les chevaux étaient hébergés en box individuel de 3x3m. La gestion de l'alimentation et du nettoyage était similaire à celle de la seconde étude, en revanche les chevaux étaient sortis 2h par jour dans des paddocks individuels de 30x30m (Figure 9).

Tableau 4 : **Récapitulatif des caractéristiques individuelles des individus de l'article 3.**

Nom	Race	Age
Bestof	Selle-Français	5
Hernani	Trotteur Français	21
Montesicar	Trotteur Français	6
Paquo	Pur-Sang Arabe	13
Poker	Trotteur Français	13
Spirit	Anglo-Arabe	10

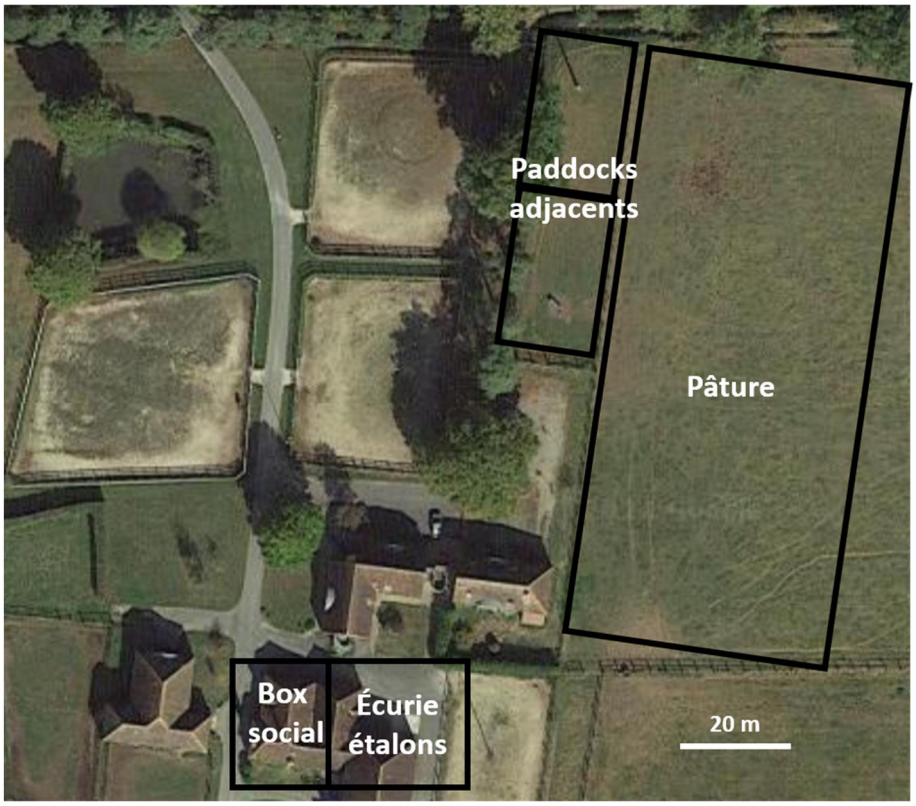


Figure 9 : Vue aérienne de la disposition des infrastructures et espaces utilisés pour les mises en contacts lors de l'étude 3 (article 3).

Chapitre 3

Effets des contacts sociaux sur l'état de bien-être de jeunes chevaux



Synthèse de l'article 1

QUESTION

Est-ce que le maintien du lien social impacte l'état de bien-être de jeunes chevaux lors du débourrage ?

METHODES

L'étude a porté sur 12 chevaux, âgés de 2 à 3 ans, durant une période d'un mois. Tous les individus de l'étude étaient hébergés dans des boxes individuels. L'effectif était réparti en deux conditions expérimentales : les chevaux n'ayant aucune possibilité d'interactions sociales (condition isolée) et les chevaux ayant la possibilité d'interagir temporairement avec un partenaire (condition sociale). Ces derniers étaient mis en contact par paire 2h/jour dans un dispositif permettant des contacts sociaux au box (cf. Chapitre 2, Figure 6). Pour l'ensemble de l'effectif, le comportement au box a été observé, et notamment les indicateurs de mal-être. Nous avons également relevé différentes variables comportementales liées à l'état émotionnel au travail avec l'humain (position des oreilles, état de tension, comportements de stress, d'inconfort et de coopération).

RESULTATS

Les chevaux de la condition sociale exprimaient moins d'indicateurs de mal-être et étaient également plus souvent immobiles au box individuel que les chevaux isolés. Lors des séances de travail, ils passaient plus de temps dans une attitude détendue que les chevaux isolés. Aucune différence n'a été constaté entre les deux conditions pour la position des oreilles et la coopération. Les chevaux isolés manifestaient plus de signes de stress (attitude tendue et défécations), néanmoins ils exprimaient également moins de comportements d'inconfort que les chevaux de la condition sociale.

CONCLUSION

La possibilité d'interagir avec un partenaire social semble avoir un effet positif sur l'état de bien-être des jeunes chevaux lors du débourrage. Les résultats de cette étude suggèrent également que l'enrichissement social rend les chevaux plus expressifs dans le contexte des séances de travail avec l'humain.

ARTICLE 1

Neigh-bours: why every young horse needs good friends. A pilot study during the breaking-in period.

Anna Flamand [ab], Cheyenne Zellenka [c], Juliette Mos [d], Audrey Starczan[e], Aurélien Polak [d], Odile Petit [a]

[a] Equipe Ethologie Sociale et Cognitive, UMR 6024 CNRS, Université de Clermont-Auvergne, 63001 Clermont-Ferrand, France

[b] UMR 7247, CNRS, IFCE, INRAE, Université de Tours, 37380 Nouzilly, France

[c] Ethosph'R association, 67300 Schiltigheim, France

[d] IFCE, Haras National Rosières aux Salines, 54110 Rosières-aux-Salines, France

[e] SCIC, Haras National Rosières aux Salines, 54110 Rosières-aux-Salines, France

Article publié dans *Applied Animal Behaviour Science*

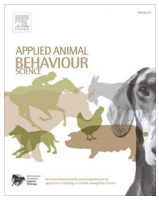
Applied Animal Behaviour Science 272 (2024) 106190



Contents lists available at ScienceDirect

Applied Animal Behaviour Science

journal homepage: www.elsevier.com/locate/applanim



Neigh-bours: Why every young horse needs good friends. A pilot study during the breaking-in period

Anna Flamand [a,b,f*], Cheyenne Zellenka [c], Juliette Mos [d], Audrey Starczan [e], Aurélien Polak [d], Odile Petit [a]

[a] Social and Cognitive Ethology Group, UMR 6024 CNRS, University of Clermont-Auvergne, Clermont-Ferrand 63001, France
[b] UMR 7247, CNRS, IFCE, INRAE, University of Tours, Nouzilly 37380, France
[c] Ethosph'R association, Schiltigheim 67300, France
[d] IFCE, National Stud Rosières aux Salines, Rosières-aux-Salines 54110, France
[e] SCIC, National Stud Rosières aux Salines, Rosières-aux-Salines 54110, France
[f] Endurabois, 26120 Malissard, France

ARTICLE INFO

Keywords:
Welfare
Social
Equus caballus
Housing
Horse-human relationship
Training

ABSTRACT

In natural conditions, horses (*Equus caballus)* are social animals that live in stable groups. However, horses are often housed in individual stalls from the moment they begin their initial training, also called *breaking-in*. Individual stabling induces social isolation and confinement, and is a source of particularly stressful events for the young horse alongside the breaking-in process. These experiences can lead to behavioural disorders in individual stalls and dangerous defensive behaviours in human-horse interactions. This study aimed to evaluate how the maintenance of social contacts impacts the behaviour of young horses during breaking-in. The comparison involved 12 young horses all housed in individual stalls for one month: six individuals had the opportunity to interact socially in pairs for two hours a day (hereafter called "Social Condition") in a "social box", and six individuals had no access to a social partner (hereafter called "Isolated Condition"). We collected data for various behavioural variables during training sessions (body tension, conflict behaviours, cooperation and ear positions used as an indicator of the emotional state) and activities in the individual stalls. We found that horses in the Social Condition expressed fewer abnormal behaviours ($p<0.001$) and stayed still more often ($p<0.01$) in the individual stall compared to horses in the Isolated Condition. During training, we did not find any difference in ear positions ($p=0.068$) and cooperation ($p=0.766$) between the two groups of horses. However, horses in the Social Condition adopted a more relaxed attitude ($p<0.01$) than those that were isolated. Although more stress-related behaviours like defecation ($p<0.001$) and a tense attitude were observed in isolated horses ($p<0.001$), these horses reacted less to the discomfort associated with training by head-tossing behaviour ($p=0.026$) and tail switching ($p=0.033$) than horses in the Social Condition. The latter would remain capable of reacting during the sessions. Our results indicate a possible beneficial impact of this socially enriched context on the first training experience of horses in the Social Condition. Finally, the device we used will promote the welfare of horses in equestrian facilities and will be in line with changes in society regarding respect for our domestic companions.

1. Introduction

Sociality plays an important role in the horse's life (*Equus caballus*): in wild conditions, horses live in stable social groups where daily activities are shared and practiced together (Feh, 2005). The most common social structure is the familial herd composed of one or two stallions, a few mares and their young (Waring, 2003). More transitional herd structures can be joined by young horses aged between 1 and 4 years old when they leave their initial family group (Boyd and Keiper, 2005). These groups are composed of males and females or exclusively of males, and individuals can remain in them for several years (Heitor and Vicente, 2010). In bachelor groups, the age range of the stallions can vary (Briefer Freymond et al., 2013). Young males will acquire social codes with other juveniles and older conspecifics, and will particularly learn to express ritual and aggressive behaviors, especially through playful fights (Briefer Freymond et al., 2013; Søndergaard, 2003). The young horse's development is highly influenced by social relationships (Søndergaard, 2003) and strong affinities can emerge between

* Correspondence to: Campus CNRS, bâtiment 40, 23 rue du Loess, Strasbourg 67037, France.
E-mail address: anna.flamand@inrae.fr (A. Flamand).

https://doi.org/10.1016/j.applanim.2024.106190
Received 31 October 2023; Received in revised form 2 February 2024; Accepted 4 February 2024
Available online 8 February 2024
0168-1591/© 2024 Elsevier B.V. All rights reserved.

individuals of the same age: playing and sharing activities in proximity of others strengthens this bond and contributes to social skill development (Waring, 2003). In domestic conditions, group living could be limited to the early stages of life. After weaning at around 6–9 months, foals are separated from their mother and are commonly housed in groups of individuals the same age (Hartmann et al., 2012; Waran et al., 2008). Although this approach allows the development of strong bonds, the absence of adults can lead to more inter-individual aggressiveness (Bourjade et al., 2009; Jansson and Malin, 1998). In most European countries, the horse is permanently housed in an individual box (Bachmann and Stauffacher, 2002; Popescu et al., 2019; Søndergaard and Christensen, 2002) from the age of 2–3 years, i.e. generally from the breaking-in period onwards. This change is drastic and stressful (Harewood and McGowan, 2005). Many authors have reported the harmful consequences of the individual stall on health problems such as respiratory problems or colic (Cohen, 2003; Yngvesson et al., 2019) and on behaviour, leading to the appearance of disorders (Fureix et al., 2012, 2010; Ruet et al., 2019) from a very young age (Waters et al., 2002). Indeed, Visser et al. (2008b) found that more than two thirds of young horses developed stereotypies during this initial transition from group to individual housing, with 22% of individuals performing cribbing, 22% box walking and 44% weaving, which is often associated to the lack of social contact (Benhajali et al., 2010; McAfee et al., 2002). Many other risk factors are also linked to the appearance of stereotypical behaviours, including restricted free movement (Lesimple et al., 2020) or a low-fibre diet (Cooper and McGreevy, 2007). Interestingly, in this study comparing horses stabled individually or in pairs, none of the paired horses developed stereotypical behaviours. This suggests that a poor social environment strongly influences the development of these behaviours. Restrictions related to confinement in individual stalls, *i.e.* limited space without physical social contact, can also lead to aggression towards humans, causing dangerous situations (Fureix et al., 2010; McGreevy, 2004) and a deteriorated relationship with humans (Ruet et al., 2020). Breaking-in *per se* is a particularly stressful period for the young horse in conventional practices that involve daily training by humans following a period during which the horse had experienced very little constraint (Kędzierski et al., 2014; Rivera et al., 2002; Waran et al., 2007). These interactions, traditionally based on negative reinforcement or even punishment, can be a negative experience for the horse (Hall et al., 2008; McGreevy, 2007). The relationship between the horse and the human is built up through repeated interactions, and the valence of these repeated interactions, whether positive or negative, can have a profound and lasting effect on the developing relationship (see review Hausberger et al., 2008). The improvement of housing conditions, especially through social enrichment, has been shown to have a positive influence on the behaviour of young horses towards humans. Indeed, Søndergaard and Ladewig, (2004) have demonstrated that horses housed in groups expressed fewer aggressive behaviours towards humans during training than horses housed in individual stalls. Furthermore, horses housed in conditions that allow them to interact are easier to handle than those that are socially isolated (Yarnell et al., 2015). These studies have tested different housing methods comparing group-housed individuals to isolated individuals. The present study seeks to compare the welfare and also cooperative and conflict behaviours of young horses during the breaking-in period. The horses are housed individually, but half of the stock have access to a social partner for two hours per day. This paradigm avoids the confounding effects of a group living in pastures and the subsequent combination of social life and ranging freely in an open environment. In our study, the only parameter that varied was the daily access to a social partner for half of the individuals. In this context, we predict that maintaining social interactions should promote the well-being of young horses and increase their receptiveness to interactions with humans.

2. Material and methods

2.1. Study site

The study took place at the stud farm of Rosières-aux-Salines, France (48° 35′ 47″ N, 6° 20′ 15″ E). The site covers 12 ha with 60 stalls, two indoor arenas, three outdoor sand arenas and other facilities for horses at rest, at training and for breeding.

2.2. Animals

We studied 12 young horses (females: n = 6, males: n = 6) aged 24–36 months (in average 26 ± 5 months) of Selle Français (n = 4) and Thoroughbred (n = 8) breeds. All animals came from different farms and had been group-housed in pasture without any experience of the individual stall before the study began.

2.3. Procedure

The 12 horses were equally and semi-randomly divided into two conditions: the Social Condition horses (n = 6, three females and three males; three Thoroughbred and three Selle Français) and the Isolated Condition horses (n = 6, three females, three males, five Thoroughbred and one Selle Français). All horses were housed in individual stalls but the horses in the Social Condition were allowed to interact with a partner in a "social box" (Fig. 1) for two consecutive hours/day and five times per week, while the isolated horses had no opportunity for social interaction. As the horses had arrived in the facility just two days before breaking-in began, we decided to assign pairs randomly and only assign individuals who did not know each other before the experiment in order to ensure that each individual created a new relationship with its social partner, which remained the same throughout the experimental period. Each resulting pair was composed of a female and a male. The study was conducted from November 2, 2019 to February 17, 2020 as three one-month replicate periods due to the organisation of breaking-in sessions. As a result, four horses were studied per month with two individuals per condition.

2.3.1. Housing conditions

All horses were housed in 4*3 m stalls with solid walls and a grid on the door that allowed only visual contact with the horses in the opposite stalls. The horses in the Social Condition had no visual contact with their partner, and their physical and visual interactions only occurred during encounters in the social box. In each period, the four horses were housed in the same aisle of the same stable and were randomly assigned to one of the four stalls (whilst a horse of the other condition was always installed in the opposite stall). During each replicate, eight unstudied horses were also housed in the same stable but in a different aisle and had no physical or visual interactions with the horses of the study. All horses were fed pellets twice a day (morning and evening) and had free access to hay and water. Straw bedding was provided daily and cleaned out once a week. Horses were allowed individual free movement in the indoor riding arena for less than one hour per week. These regular tasks were carried out by the same two grooms for each replicate.

2.3.2. Social box

The horses in the Social Condition met in pairs in the social box, a device allowing contact between two horses in a secure manner. The social box was composed of two adjacent 4*3 m stalls which could communicate via a 2 m-high partition with two central 25 cm-wide vertical openings, allowing each individual to pass its head and neck to the shoulders through to the other stall to interact with the horse in the adjacent stall. The central part of the partition and each side of the two openings were padded with foam covered with a rubber mat, ensuring the complete safety of the horses. The remainder of the partition was composed of pine boards (Fig. 1). This device was located in another



Fig. 1. Pictures of the social box: empty (on the left) and during a social interaction (on the right).

stable between the riding arena where the training sessions took place and the stable where the studied horses were housed. Each pair was handled by the same two professional riders (randomly assigned for each encounter) during the experiment and for each replicate.

2.3.3. Training sessions

The training sessions took place in an indoor arena measuring 50 ×20 m with a sand floor. Each period was carried out over 4 weeks with five sessions each, with a total of 20 sessions per horse. Five riders (four women and one man) accustomed to training young horses were involved and one female expert supervised all of the sessions. During the first week, the horses were lunged at all three gaits with an increasing amount of equipment (roller, then bridle and bit, then saddle). From the second week, the horses were ridden with standard equipment (single bridle, simple bit, mixed saddle) by a rider and held with the lanyard by the expert in breaking-in. During the third week, the horse was expected to be ridden alone by a rider without being held. At the end of the fourth week, the objective was that each horse could be ridden calmly and independently at all three gaits (see details in Table 6 of the Supplementary Material).

3. Data collection

3.1. Behavioural data

3.1.1. Individual stall

The behaviour of individuals was recorded every 5 min for two one-hour sessions held each day at different times (between 7:30 and 18:30) and outside of meal times. To take account of the potential effect of training for both conditions, an equal number of observation sessions in the individual stalls were carried out before and after each session. Data were collected by an experienced observer (AF, 5 years of experience in horse behaviour) using the *scan sampling* method (Altmann, 1974) and following the protocol used by Ruet et al. (2019). All the behaviours expressed by horses were recorded and classified according to functional categories mostly adapted from the ethogram of Lesimple et al. (2019); McDonnell (2003); Ruet et al. (2020) and Yarnell et al. (2015). The study sought to understand whether there was a change in the distribution of daily activities of horses with social contact compared with that of horses that were socially isolated. The list of behaviours is shown below in Table 1. Since the overall distribution of activities was of interest, certain categories were grouped together, such as elimination and comfort behaviour, under the heading 'maintenance' or 'rest', which includes various behaviours related to rest (e.g. standing, and sternal or lateral rest). We also chose to differentiate observation from vigilance, a behaviour that the horse adopts when it detects a potential threat and which is characterised by a specific posture and a different level of body tension (see "vigilance" in the ethogram Table 1). An "abnormal behaviours" category was created including common indicators of a compromised state of welfare (Ruet et al., 2019). The latter can be expressed by a variety of behaviours depending on the horse concerned (agressivity towards humans (Normando et al., 2011), apathy (Fureix et al., 2012), stereotypies (Waters et al., 2002) or other signs of troubles (Lesimple et al., 2019)). Some of these behaviours expressed in the stall seem to result from multiple unsatisfied fundamental needs (Popescu et al., 2019; Sarrafchi and Blokhuis, 2013) rather than being related to a unique causation. We considered the different forms of expression of poor welfare as a whole to investigate the effect of social contact on all these behaviours, without focusing on the detailed expression of each one. The hypothesis was that satisfying the need for social contact would be beneficial to the general mental state of the horses and potentially reduce the appearance or expression of behavioural disorders.

Ear position during foraging was also scored according to the three modalities described in Table 2. Ear position is a useful indicator of welfare, as it has been shown that the time spent with ears facing backwards during foraging or when eating hay is related to an impaired state of welfare (Lesimple et al., 2020). We therefore investigated whether the possibility of social contact for horses housed in stalls could have an influence on their emotional state in the individual stall.

3.1.2. Training

Observation of the horses during the training sessions alternated randomly between the morning and the afternoon each day. For each daily session, the order of the horses was randomly selected. The same procedure was repeated for each replicate. Each session (average session length = 26 minutes 47 seconds) was filmed by one experimenter using a GoPro camera (GoPro Hero9) held in a GoPro harness in order to record all behaviours. Recording was carried out from behind a fence to ensure the safety of the experimenter. The video recordings were then analysed through continuous focal sampling using Boris software (Friard and Gamba, 2016). To obtain an overview of the effects of social contact on the behaviour and emotional state of horses at training, we decided to collect a certain number of behavioural variables (postures, ear positions and isolated behaviours). We also analysed the latency to respond to a rider command, as a measure of the cooperation of the horse (Visser et al., 2008a).

We collected data relating to overall body tension – referred to hereafter as attitude – and described it on a 4-level scale adapted from Hall et al. (2014) (Table 3). Additional details were incorporated into the original scale concerning head carriage, as the latter is a relevant indicator for assessing the tension of horses during training (Hall et al., 2013). In order to have a finer measure of emotional state, we observed

Table 1
Ethogram of the behavioural categories collected in the individual stall.

Behaviour	Description	Behaviours collected in other related publications
Abnormal behaviours	The horse expresses one of the following behaviours: • Aggressiveness toward humans: pins its ears back, threatens with its head and/or mouth or bites the grid when the observer walks in front of its stall • Apathy: stands still with the neck at the same height as the back, fixed ears, a fixed gaze with opened eyes, and unresponsive to the environment (Fureix et al. 2012) • Signs of agitation without any perceptible perturbation: trots, gallops, snores, blows, tosses its head, paws repeatedly in contexts other than investigation or foraging • Stereotypic and abnormal repetitive behaviours: Weaving: Abbreviated pacing involving rhythmic, repeated side-to-side shifting of the weight on the forelegs (McDonnell, 2003) Box walking: repetitive tracing a route within the stall (Lesimple et al. 2020) Cribbing/Wind sucking: grasping of surface with incisors while arching the neck, repeated rhythmically in bouts (McDonnell, 2003) Head-shaking: Repetitive vertical head movements Repetitive licking: licking of the same object in its environment (except the trough) (Sénèque et al. 2019) Repetitive biting: biting of the same object in its environment (except the trough) (Sénèque et al. 2019) Wood chewing: Chewing and/or ingesting wooden objects such as fences or stall construction materials (McDonnell, 2003) Clapping of lips: repetitive movement of the lips (Ruet et al. 2020) Tongue movements outside of the mouth (Ruet et al. 2019) Wall kicking: Deliberate extension of the hind leg to contact barriers, using one or both hind legs alternately or simultaneously (McDonnell, 2003) • Vigilance: stands alert, neck raised and nostrils dilated, eyes wide opened and ears held stiffly without any perceptible perturbation in the environment	Ruet et al. (2020) Sénèque et al. (2019) Lesimple et al. (2020)
Foraging	The horse ingests hay or straw, with or without movement.	Cooper et al. (2000) Lesimple et al. (2019) Visser et al. (2008b) Yarnell et al. (2015)
Investigation	The horse smells its environment (litter, wall or door), with its nostrils in contact with the surface, sometimes moving its head and neck within or towards the area of interest.	Heleski et al. (2002)
Locomotion	The horse walks from one point to another.	Visser et al. (2008b) Cooper et al. (2000)
Maintenance	The horse performs elimination behaviours (urinates, defecates) or comfort behaviours (rolls, shakes, scratches on a surface or grooms itself).	Lesimple et al. (2020) Visser et al. (2008b)
Observation	The horse scans its surroundings.	Lesimple et al. (2020)
Resting	The horse stands at rest (head slightly lowered, eyes partly or nearly closed, lips relaxed and often bearing weight on three legs) or lies down with its head up or with its legs and head outstretched (McDonnell, 2003).	Cooper et al. (2000) Lesimple et al. (2020) Visser et al. (2008b) Yarnell et al. (2015)
Standing still	The horse is awake and stays immobile.	Cooper et al. (2000)
Vocalisation - Whinnying	The horse produces a loud, prolonged call, typically of 1–3 seconds, beginning high pitched and ending lower pitched. The head is elevated and the mouth slightly opened during the whinny (McDonnell, 2003).	Heleski et al. (2002) Visser et al. (2008b)

the time spent in each ear position to investigate whether social contact had an effect on the distribution of the three different positions (forward, asymmetric, backward) (Table 2). The main hypotheses were that horses with social contact would spend more time in a relaxed attitude and less time with their ears back than socially isolated horses. The time spent in each attitude and for the different ear positions was recorded as durations.

The ethogram of ridden horse behaviours was adapted mostly from König von Borstel and Glißman (2014) and Rivera et al. (2002) (Table 4). It includes stress behaviours such as defecation or vocalisations (Wilk and Janczarek, 2015) and common defence behaviours, also called conflict behaviours. The latter are defined as "responses exhibited by animals that experience difficulty coping with mental or physical discomfort, and most often demonstrated as some form of resistance to handling or training cues and/or equipment" (Górecka-Bruzda et al., 2015). Data relating to these behaviours were collected in order to assess whether the possibility of social contact for the Social Condition had an effect on the frequency of expression of these behaviours during the training of the horse.

3.2. Statistical analysis

All data from the individual stalls and training sessions were analysed using generalized linear mixed models (GLMM) with the "glmmTMB" package (Brooks et al., 2017). For each model, we used the variance inflation factor (VIF) with the "check_collinearity" function of the "performance" package to check for collinearity of the selected predictors (Lüdecke et al., 2021), retaining all predictors with values below 3 (Zuur et al., 2009). We also tested the uniformity and dispersion of residuals, the homoscedasticity and possible zero-inflation with model diagnostics of the "DHARMa" package (Hartig, 2020). We selected the best-fitting model using the "dredge" function of the "MuMIn" package (Bartoń, 2022). We chose the best explanatory model from the two AICc units that have the lowest value, based on the corrected Akaike information criterion (Burnham and Anderson, 2004).

Due to the small sample size, the factors included in the model were limited to reduce statistical instability and the risk of overfitting. Consequently, several factors were considered similar between conditions (age, sex and replicate) and were excluded from the models. Moreover, the effect of the rider was tested independently to evaluate whether this factor needed to be integrated to the models. The number of commands made by each rider was analysed. There were no significant differences between the riders for the commands (Kruskal-Wallis test, $\chi 2 = 4$, $df = 4$, $p = 0.406$). Based on these findings, rider effect was not included as a factor in the analysis.

The condition (Social or Isolated), the target variable, the interaction between these two predictors and the pair to which each individual belongs in the Social Condition were included as fixed factors in all

Table 2
Description of the ear positions.

Position	Description (Ruet et al., 2020)	Behaviours collected in other publications
Ears forward	Both ears are oriented forward. When recorded from behind, the inside of the auricle of both ears is completely invisible.	Ruet et al. (2020)
Ears asymmetric	Both ears are not pointed in the same direction. When recorded from behind, only the inside of the auricle of one ear is visible, and the inside of the auricle of the other ear is completely invisible.	Sénèque et al. (2019) Lesimple et al. (2020)
Ears backward	Both ears are oriented backward. When recorded from behind, the inside of the auricle of both ears is visible.	

analyses. For all proportions data, given that the response variable was a continuous proportion, we fitted GLMMs with an ordered beta family and a logit link function. Whenever the interaction of the condition and the target variable was significant, post-hoc comparisons were conducted by calculating estimated marginal means using the "emmeans" package (Lenth, 2022). To account for the repeatability of the measurements on individuals according to the observation days, individuals were set as random intercept terms and days were nested within individuals.

All analyses were performed in R 4.0.2 (R Core Team, 2023) and significance was set at $p < 0.05$.

3.2.1. Data analysis in individual stalls

3.2.1.1. Distribution of the behavioural categories. We compared the distribution of behavioural categories between the Social and Isolated conditions. We calculated the frequency as a proportion (i.e. number of scans for each category out of the total number of scans) per individual and per daily session as a response variable in the GLMM analysis. The "vocalisation - whinnying" category was not retained in the analyses because this behaviour was seldom observed (only two observations were made out of the total number of observations).

3.2.1.2. Ear positions during foraging. We compared the distribution of ear positions while foraging according to three modalities (forward, asymmetrical, backward) between the Social or Isolated Conditions. The response variable was the ratio of each ear position to the total number of ear positions observed.

3.3. Data analysis during training

3.3.1. Attitude

We used the proportion of the duration of each attitude to the duration of the session as a response variable.

3.3.2. Ear position

Ear position during sessions was categorised in the same way as for the ear position in individual stalls. We used the proportion of the duration of each ear position to the duration of the session as a response variable.

3.3.3. Conflict behaviours

As the duration of sessions varied slightly each day, we calculated the number of behaviours per hour to allow comparison on the same time basis. In order to analyse frequency, we fitted a GLMM assuming a Poisson error distribution with a log link.

3.3.4. Cooperation

Given that the response variable was expressed as a continuous variable (latency to respond to each rider command), we fitted a GLMM using a Gaussian distribution and an "identity" link function.

4. Ethics Statement

This experiment complies the ethical policy of the International Society for Applied Ethology and has been approved by the ethical committee of Val de Loire (N° CE19 – 2022–0601 – 1).

5. Results

5.1. Behaviour in individual stalls

5.1.1. Distribution of the behavioural categories

The ratio of behavioral categories was compared between the two conditions (Social and Isolated). The best-fitting model included the behavioural category, the condition and the interaction between behavioural category and condition (see Supplementary Material, Table 7 and Table 8 for model selection and predicted means ± SE). Post-hoc comparisons of the interaction showed that there were significant differences in the distribution of behavioral categories between the two conditions: horses in the Social Condition expressed fewer abnormal behaviors (emm contrast: $\beta \pm SE = -0.429 \pm 0.124$, $z = -3.46$, $p < 0.001$) and were immobile more often (emm contrast: $\beta \pm SE = 0.329 \pm 0.106$, $z = 3.11$, $p < 0.01$) than horses in the Isolated Condition. For the other behavioural categories, no significant difference was found (Supplementary Material, Table 9).

5.1.2. Ear positions during foraging

The ratio of the three ear positions was compared between the two conditions (Social or Isolated) and then within each condition. The best-fitting model included ear position, condition and the interaction between ear position and condition (see Supplementary Material for model selection, Table 10). Post-hoc tests showed that there was no significant difference between the Social Condition and the Isolated Condition for the three positions of the ears (emm contrast: asymmetrical position: $\beta \pm SE = -0.108 \pm 0.059$, $z = -1.82$ $p = 0.068$; backward position: $\beta \pm SE = -0.020 \pm 0.071$, $z = -0.273$, $p = 0.785$; forward position: $\beta \pm SE = 0.100 \pm 0.058$, $z = 1.69$, $p = 0.092$). For the Social Condition, there is a significant difference in the frequency of the three ear positions: horses have their ears facing forward more often than in asymmetric positions (emm contrast: $\beta \pm SE = -0.550 \pm 0.060$, $z = -9.32$, $p < 0.001$), in asymmetric positions more often than facing backward (emm contrast: $\beta \pm SE = 0.613 \pm 0.066$, $z = 9.28$, $p < 0.001$) and face forward more often than they do backward (emm contrast: $\beta \pm SE = -1.16 \pm 0.066$, $z = -17.70$, $p < 0.001$). The same result was found for horses in the Isolated Condition (emm contrast: forward vs. asymmetric: $\beta \pm SE = -0.344 \pm 0.059$, $z = -5.85$, $p < 0.001$; asymmetric vs. backward: 0.701 ± 0.066, $z = 10.69$, $p < 0.001$; forward vs. backward: -1.05 ± 0.066, $z = -15.90$, $p < 0.001$).

5.2. Behaviours during training

5.2.1. Attitude

The proportion of the four types of attitude was compared between the two conditions (Social or Isolated). The best-fitting model included the types of attitude, condition and the interaction between types of attitude and condition (see Supplementary Material, Table 11). Post-hoc analysis revealed that horses in the Social Condition spent significantly more time in a relaxed attitude (emm contrast: $\beta \pm SE = 0.532 \pm 0.142$, $z = 3.76$, $p < 0.01$; Fig. 2) and less time in a tense attitude (emm contrast: $\beta \pm SE = -0.546 \pm 0.141$, $z = -3.89$, $p < 0.001$) than the horses in the Isolated Condition. There was no significant difference between the two conditions for the attentive attitude (emm contrast: $\beta \pm SE = 0.158$

Table 3
Description of attitudes during breaking-in sessions.

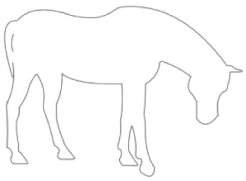
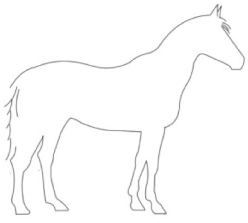
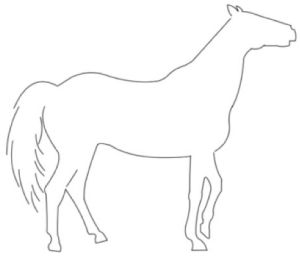
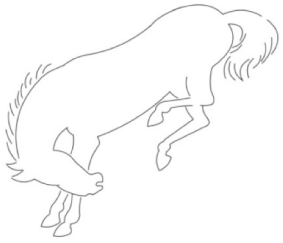
Attitude	Description (adapted from Hall et al. 2014)
	No sign of tension of the ears or body, no sudden or rapid movement, neck less than 30 degrees above horizontal, no attempt to refuse the rider's commands.
Relaxed 	Ears pointed forward, neck raised between 30 and 45 degrees above horizontal, eyes fixed, unhurried gait, no attempt to avoid the procedure.
Attentive 	Ears mobile, asymmetric or backwards, neck raised above 45 degrees or unstable (height of neck changes within 5 sec). May be accompanied by movement of the head, horse tries to avoid the rider's commands.
Tense 	Ears back or flattened, quick and abrupt movement of the head and/or body, repeated attempts to avoid the rider's commands.
Extremely tense	

Table 4
Ethogram of the behaviours during the breaking sessions.

Behaviour	Description	Behaviours collected in other related publications
Bucking, jumping	The horse suddenly humps or arches its back with the head and neck lowered, usually kicking out with the hindlegs or jumping/ bounding forwards/sideways with an arched back and ears laid back (Waring, 2003).	König von Borstel and Glißman (2014) Rivera et al. (2002)
Change of direction	The horse suddenly modifies its trajectory against the demand of the rider (quarter or half turn).	Dyson and Pollard, (2020)
Change of gait	The horse modifies its pace, moving faster (e.g.: from walk to trot) or slower (e.g.: from walk to stop).	König von Borstel and Glißman (2014)
Defecation	The horse expels faeces with its tail raised.	Søndergaard and Ladewig, (2004)
Discomfort caused by the equipment	When the equipment is put on, the horse makes a facial grimace (tightening of the nostrils and mouth, contraction of the masticatory muscles, Dalla Costa et al. 2014) or tries to remove the equipment (twitches, or scratches the equipment on its back against any available surface or with its hindlegs; tries to remove the bit; scratches its head on its forelegs to move the equipment on its head).	Dyson and Pollard, (2020) Stange et al. (2023)
Evasive behaviours	The horse expresses a startled reaction or attempts to flee (turning the head; moving one to four legs in the opposite direction to the rider, the pressure of the rider's command or the equipment).	König von Borstel and Glißman (2014)
Head tossing	The horse attempts to move the head in a quick forward-upward motion (Minero et al., 2003) that is usually restricted by the reins held by the rider (Waring, 2003).	König von Borstel and Glißman (2014)
Rearing	The horse suddenly changes its posture so that it stands only on its hindlegs (McGreevy, 2005).	Dyson and Pollard, (2020)
Snoring	The horse produces a short raspy inhalation sound (Waring, 2003).	Scopa et al. (2018)
Tail switching	The horse moves its tail with lateral and dorsoventral movements (McGreevy, 2005).	König von Borstel and Glißman (2014)
Teeth grinding	With jaws clenched, the horse moves the jaws back and forth and rubs the upper and lower teeth (McDonnell, 2003).	König von Borstel and Glißman (2014)
Threat	The horse attempts to bite or kick the rider.	Søndergaard and Ladewig, (2004)
Vocalisation (Whinnying)	The horse produces a loud, prolonged call, typically of 1–3 seconds, beginning high pitched and ending lower pitched. The head is elevated and the mouth slightly opened during the whinny (McDonnell, 2003).	Wilk and Janczarek, (2015)

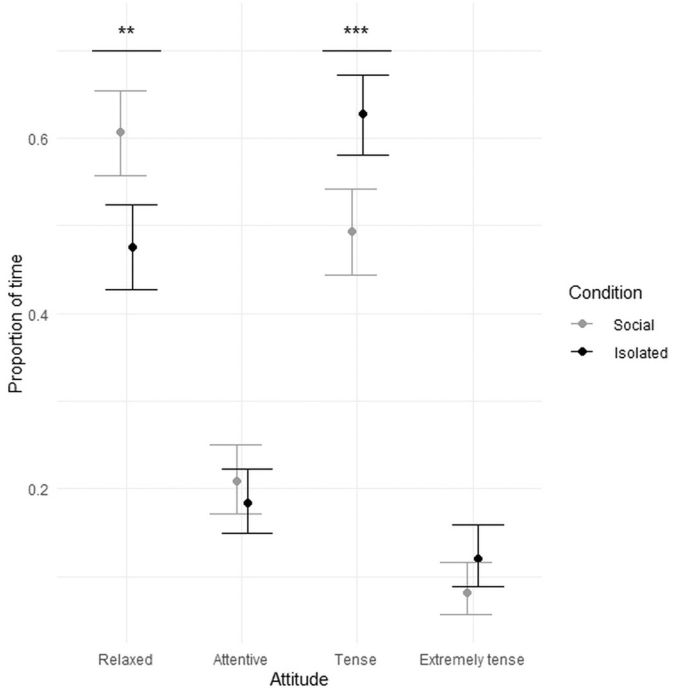


Fig. 2. Proportion of time spent in the four attitudes of the Social Condition and the Isolated Condition. Estimated means ± SE (standard errors) from the GLMM analysis. **: p<0.01, ***: p<0.001.

±0.163, z=0.971, p=0.332) and the extremely tense attitude (emm contrast: β ± SE= −0.425 ±0.241, z=−1.76, p=0.079).

5.2.2. Ear position

The ratio of the three ear positions was compared between the two conditions (Social or Isolated), then the distribution of positions was analysed for each condition. The best explanatory model included condition and ear position and the interaction of these two variables (see Supplementary Material, Table 12). However, post-hoc analysis revealed no significant effect of the condition on ear positions (emm contrast: asymmetric position: β ± SE= −0.134±0.093, z=−1.444, p=0.149; backward position: β ± SE= 0.093±0.115, z=0.805, p=0.421; forward position: β ± SE= 0.171±0.102, z=1.68, p=0.092). The analysis within each condition showed that horses in the Social Condition spent significantly more time with their ears in an asymmetric position than facing forward (β ± SE= −1.78 ±0.090, z=−19.88, p<0.001) or backward (β ± SE= −2.42 ±0.098, z=−24.77, p<0.001), and they also spent more time with their ears facing forward than facing backward (β ± SE= −0.640±0.099, z=−6.46, p<0.001). The exact same distribution was found in isolated horses (emm contrast: asymmetric position *vs* forward position: β ± SE= −2.09±0.107, z=−19.44, p<0.001; asymmetric position *vs* backward position: β ± SE= −2.65±0.116, z=−22.86, p<0.001; forward position *vs* backward position: β ± SE= −0.560±0.118, z=−4.74, p<0.001).

5.2.3. Conflict behaviours

The best-fitting model included the behaviour, the condition and the interaction of both terms (see Supplementary Material, Table 13). Horses in the Social Condition defecated significantly less than horses in the Isolated Condition (emm contrast: β ± SE= −0.871±0.215, z=−4.05, p<0.001) and they also tended to grind their teeth less than horses in the Isolated Condition (emm contrast: β ± SE= −2.00±1.08, z=−1.85, p=0.065). On the other hand, horses in the Social Condition expressed significantly more tail switching (emm contrast: β ± SE= 0.529±0.247, z=2.14, p=0.033) and head tossing (emm contrast: β ± SE= 0.500 ±0.224, z=2.23, p=0.026) than those in the Isolated Condition. There are no significant differences for other behaviours (Table 5).

5.2.4. Cooperation

As the condition was the only fixed effect in this analysis, the best-fitting model was also one of the two with the lowest AICc value (Supplementary Material, Table 14). The response latency for a rider command was not affected by the condition (Social or Isolated) (GLMM: β ± SE = 0.085 ± 0.284, z=0.297, p=0.766).

6. Discussion

Our results show that horses that have access to a social partner during the breaking-in period expressed fewer abnormal behaviours and stayed still more often in the individual stall than isolated horses. Moreover, during training sessions, they spent more time in a relaxed attitude and less time showing a tense attitude, and defecated less often but expressed more head tossing and tail switching than horses in the Isolated Condition. We did not find any difference in ear positions and cooperation between the two groups of horses.

6.1. Behaviours in individual stalls

Horses in the Social Condition expressed abnormal behaviours less frequently than horses in the Isolated Condition. Similar results have been found across studies that compare the behaviours of young horses in individual stalls with those of counterparts in a socially enriched condition (Heleski et al., 2002; Hoffman et al., 1995; Visser et al., 2008b) or counterparts in environments that provide more global enrichment (Lansade et al., 2014). Thus, our results suggest that reducing the time spent in social isolation could reduce the development of these abnormal behaviours. These behaviours are recognised as reliable indicators of poor welfare linked to past or present unfavourable housing conditions (Hall et al., 2008). In young animals with no previous experience of restrictive housing, this low frequency of abnormal behaviours expressed by the individuals in the Social Condition therefore indicates better welfare in comparison to horses in the Isolated Condition due to current social enrichment. Indeed, being able to interact, to express the species' behaviours and to be more stimulated through this social environment may reduce the need for coping strategies (Søndergaard and Christensen, 2007). Furthermore, social interactions in young horses (including play) contribute to their overall development, particularly in terms of cognitive development, by increasing their capacity for behavioural adaptability and flexibility (Rivera et al., 2002). This cognitive development could enable horses that have access to social contacts to better adapt to the challenges of their environment.

The percentage of time that the horses in our experiment spent

Table 5
Post hoc tests of the GLMM analysis with the number of behaviours as a response variable. Significant results are in bold.

Predictor	β	SE	z	p
Bucking	0.033	0.236	0.138	0.890
Change of direction	0.096	0.313	0.307	0.759
Change of gait	-0.144	0.184	-0.785	0.433
Defecation	**-0.871**	**0.215**	**-4.05**	**≤0.001**
Discomfort caused by the equipment	0.344	0.234	1.47	0.142
Evasive behaviours	0.178	0.235	0.758	0.449
Head tossing	**0.500**	**0.224**	**2.23**	**0.026**
Rearing	-0.403	0.395	-1.02	0.308
Snoring	-0.098	0.351	-0.28	0.778
Tail switching	**0.529**	**0.247**	**2.14**	**0.033**
Teeth grinding	-1.996	1.08	-1.85	0.064
Threat	-0.466	0.482	-0.966	0.334
Vocalisation	-0.155	0.438	-0.355	0.723

standing still (Social Condition: 9,3%; Isolated Condition: 6,9%) is lower than that of feral horses or group housing horses, which spent 15–50% of their time-budget standing (Budiansky, 1997; Duncan, 1980). However, the latter seems to indicate that spending time standing still is a behaviour that is also expressed in conditions closer to natural contexts and is therefore not specific to the confinement of the stall. The lower value of immobility found for isolated horses may be explained the higher levels of stress or frustration experienced by the latter, as illustrated by the frequency of abnormal behaviours they expressed, compared to the horses in the Social Condition. According to some authors, abnormal behaviours such as stereotypies could be a means for the horse of attempting to adapt to a challenging environment (Arena et al., 2021; Budzyńska, 2014). Cooper and Albentosa (2005) refer to how the horse seeks control over its environment, where stereotypies could reduce arousal, and regulate stress or certain physiological functions. However, actual adaptation is unlikely to be effective, given the negative consequences these behaviours can have on health (Cabib and Bonaventura, 1997; Krueger et al., 2021; Nicol et al., 2002; Nisticò et al., 1981; Powell et al., 1999). Horses can display a wide range of abnormal behaviours in response to an unsuitable environment causing chronic stress (Ruet et al., 2019). Horses are less active in stalls than in pasture due to the lack of space and stimulation (Chaplin and Gretgrix, 2010). Consequently, the appearance of stereotypic abnormal behaviours could be related to the horses' motivation to be active, and this physical and social restriction could lead to frustration or boredom (Cooper and McGreevy, 2007).

Moreover, resting time did not differ between the horses of the two conditions in our study. In other studies conducted on the influence of the social environment on young horses after weaning (Søndergaard, 2003) and at breaking-in (Visser et al., 2008b), isolated horses spent more time lying down than those housed in groups during the first days, but differences between the two groups disappeared after two weeks. This finding suggests that social interaction, while stimulating for the horse, does not increase tiredness or the need for rest.

6.2. Behaviour during training

During training sessions, the level of tension that we recorded according to a four-level grade of intensity showed that horses that had access to social contact were less tense than those who were isolated. The horse's posture is an indicator that is often used as a score in addition to other measures to assess the horse's stress level in a specific situation (Hall et al., 2014; Polito et al., 2007; Wulf et al., 2013; Yarnell et al., 2015). Indeed, a tense posture with the neck raised is linked to a higher eye temperature, indicating a stress response (Hall et al., 2014). We used this indicator because it seemed relevant during breaking-in, where the horse is not constrained by harnesses imposing a certain posture or head carriage, as the case may be with adult horses (Smiet et al., 2014). The rider's requests are limited to basic changes of directions or transitions with little pressure on the horse's mouth and head, which made it possible to observe the horse's free neck carriage during interaction with the human and use this observation as an indicator. Visser et al. (2009) used this body tension to compare different breaking-in methods and showed a positive correlation with an elevated heart rate. In our study, this tense posture was expressed for longer periods by horses in the Isolated Condition, possibly indicating higher stress levels during training sessions. In addition, these horses also defecated more often than horses in the Social Condition, another stress-related indicator confirming this stressful state (Hall and Heleski, 2017). Conversely, horses that had access to social contact adopted a low-head posture for longer periods than those in the Isolated Condition, indicating a state of relaxation. The low-head, relaxed posture is known to lower arterial blood pressure and is quite similar to the resting or grazing postures assumed naturally by horses (Warren-Smith and McGreevy, 2005); this seems to indicate that training is apparently a less negative experience for horses in Social Condition, with a more serene attitude.

However, horses in the Social Condition expressed head tossing and tail switching more often than horses in the Isolated Condition. Conflict behaviours are common during breaking-in, which is by nature a stressful event for the animal (Rivera et al., 2002). The aim of breaking-in, regardless of the method used, is to train the horse to accept carrying a human and equipment on its back and allow the rider to decide on its gait and direction. The horse subsequently loses control, which can lead to the expression of defensive behaviours. The change in relationship with the human and the difficulty in adapting to this new relationship may be another important factor in the expression of these conflict behaviours (Sankey et al., 2010). The latter can disappear as training progresses, due to habituation but also to what is known as acquired resignation: the horse learns that whatever its response, it will not be able to escape the constraint and discomfort (Hall et al., 2008). The loss of control of horses in the Isolated Condition, both through their housing conditions and training with humans, may have led to a rapid extinction of resistance behaviours in comparison to those in the Social Condition, which resist occasionally, i.e. in response to a rider's command. The control an animal has on its environment is an important and frequently discussed feature (Cooper and McGreevy, 2007; Schork et al., 2018). Allowing animals to retain some control over their environment and the choices they can make, like interacting with each other as they do in social groups, may reduce anxiety (Hall et al., 2008). The social device used in this study enabled horses in the Social Condition to regain some form of choice of interaction with a conspecific without human intervention. This social break is particularly important during breaking-in, when the horse is quite brutally deprived of free movement, interaction and expression. These daily moments of regaining social control can lead to an improvement in welfare, which could also explain the general attitude observed at training. Additionally, this social interaction could explain why these resistance behaviours persist: the opportunity to express social behaviours on a daily basis could have strongly preserved the horses' capacity to express themselves in other contexts. However, we cannot ignore the possibility that these results may partly reflect a more general effect due to other factors related to the entire procedure. Although the two stables were very close and handling time was reduced, horses in the Social Condition had a little more experience with humans than those in the Isolated Condition and spent time in a different environment than their usual stall, which may have an impact.

7. Conclusion

Individual stabling and breaking-in are particularly stressful events for the young horse. They can cause behavioural disorders in individual stalls and dangerous defensive behaviours in human-horse interactions. In the stall, the prevalence of abnormal behaviour in both social and isolated horses raises questions about the ongoing use of this type of housing. The individual stall, which results in social isolation and confinement, leads to a distinct change in the activity budget of the horse and depletes its environment compared with outdoor housing (Cooper and McGreevy, 2007). We suggest that the enriched context (i.e. social interactions) offered to the horses in the Social Condition of our study had a positive impact on their first experience of training. The social box we used for this study is a very simple and secure solution. Using such facilities could reduce abnormal behaviours in stalls, allow horses to be more expressive, improve overall welfare and thus contribute to a better human-horse relationship. More generally, this easy-to-install device will promote the welfare of horses in equestrian facilities and will be in line with changes in society regarding respect for our domestic companions.

CRediT authorship contribution statement

Anna Flamand: Conceptualization, Formal analysis, Investigation,

Methodology, Validation, Visualization, Writing – original draft, Writing – review & editing, Data curation. **Cheyenne Zellenka:** Data curation, Validation, Investigation. **Juliette Mos:** Project administration, Resources, Validation, Conceptualization. **Audrey Starczan:** Project administration, Supervision, Validation, Investigation. **Aurélien Polak:** Investigation, Validation. **Odile Petit:** Conceptualization, Funding acquisition, Methodology, Project administration, Resources, Supervision, Validation, Writing – original draft, Writing – review & editing.

Declaration of Competing Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Acknowledgment

This project was supported by the French Horse and Riding Institute (IFCE), France (Project "Box social"). This funding source had no role in study design, data collection or analysis, nor did they take part in preparation or decisions during the submission of the manuscript. We are grateful to Pierre Fontaine, Daniel Lagnaux, all the stud staff, Killian Martin for his advices on statistical methods and the trainees for their help during the experiment. We would also like to thank Joanna Lignot, professional English copy editor, for editing the manuscript.

Appendix A. Supporting information

Supplementary data associated with this article can be found in the online version at doi:10.1016/j.applanim.2024.106190.

References

Altmann, J., 1974. Observational study of behavior: sampling methods. Behaviour 49, 227–267.
Arena, I., Marliani, G., Sabioni, S., Gabai, G., Bucci, D., Accorsi, P.A., 2021. Assessment of horses' welfare: behavioral, hormonal, and husbandry aspects. J. Vet. Behav. 41, 82–90. https://doi.org/10.1016/j.jveb.2021.01.006.
Bachmann, I., Stauffacher, M., 2002. Haltung und Nutzung von Pferden in der Schweiz: eine repräsentative Erfassung des Status quo. Schweiz. Arch. F. üR. Tierheilkd. 144, 331–347. https://doi.org/10.1024/0036-7281.144.7.331.
Bartoń, K., 2022. Mumin: Multi-model inference. R package version 1.47.5. https://cran.r-project.org/web/packages/MuMIn/index.html.
Benhajali, H., Richard-Yris, M.-A., Ezzaouia, M., Charfi, F., Hausberger, M., 2010. Reproductive status and stereotypies in breeding mares: a brief report. Appl. Anim. Behav. Sci. 128, 64–68. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2010.09.007.
Bourjade, M., De Boyer Des Roches, A., Hausberger, M., 2009. Adult-young ratio, a major factor regulating social behaviour of young: a horse study. PLoS ONE 4, e4888. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004888.
Boyd, L., Keiper, R., 2005. Behavioural ecology of feral horses. In: Mills, D.S., McDonnell, S.M. (Eds.), The domestic horse: the origins, development, and management of its behaviour. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 55–82.
Briefer Freymond, S., Briefer, E.F., Niederhäusern, R.V., Bachmann, I., 2013. Pattern of social interactions after group integration: a possibility to keep stallions in group. PLoS ONE 8, e54688. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054688.
Brooks, M.E., Kristensen, K., Van Benthem, K.J., Magnusson, A., Berg, C.W., Nielsen, A., Skaug, H.J., Machler, M., Bolker, B.M., 2017. glmmTMB balances speed and flexibility among packages for zero-inflated generalized linear mixed modeling. R. J. 9, 378–400.
Budiansky, S., 1997. The nature of horses: Exploring equine evolution. intelligence and behavior. Free Press, New York.
Budzyńska, M., 2014. Stress reactivity and coping in horse adaptation to environment. J. Equine Vet. Sci. 34, 935–941. https://doi.org/10.1016/j.jevs.2014.05.010.
Burnham, K.P., Anderson, D.R., 2004. Model selection and multimodel inference. A practical information-theoretic approach, second ed. Springer-Verlag, New York.
Cabib, S., Bonaventura, N., 1997. Parallel strain-dependent susceptibility to environmentally-induced stereotypies and stress-induced behavioral sensitization in mice. Physiol. Behav. 61, 499–506. https://doi.org/10.1016/S0031-9384(96)00463-5.
Chaplin, S.J., Gretgrix, L., 2010. Effect of housing conditions on activity and lying behaviour of horses. Animal 4, 792–795. https://doi.org/10.1017/S1751731109991704.
Cohen, N., 2003. Factors predisposing to colic. In: Proceedings of the 8th Congress on Equine Medicine and Surgery, Geneva, Switzerland, 16 December 2003.
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. Appl. Anim. Behav. Sci. 69, 67–83. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00115-5.
Cooper, J.J., Albentosa, M.J., 2005. Behavioural adaptation in the domestic horse: potential role of apparently abnormal responses including stereotypic behaviour. Livest. Prod. Sci. 92, 177–182. https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.11.017.
Cooper, J., McGreevy, P., 2007. Stereotypic behaviour in the stabled horse: causes, effects and prevention without compromising horse welfare. In: Waran, N. (Ed.), The Welfare of Horses. Springer, pp. 99–124.
Dalla Costa, E., Minero, M., Lebelt, D., Stucke, D., Canali, E., Leach, M.C., 2014. Development of the horse grimace scale (HGS) as a pain assessment tool in horses undergoing routine castration. PLoS ONE 9, e92281. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092281.
Duncan, P., 1980. Time-budgets of Camargue horses II. Time-budgets of adult horses and weaned sub-adults. Behaviour 72, 26–48. https://doi.org/10.1163/156853980×00023.
Dyson, S., Pollard, D., 2020. Application of a ridden horse pain ethogram and its relationship with gait in a convenience sample of 60 riding horses. Animals 10, 1044. https://doi.org/10.3390/ani10061044.
Feh, C., 2005. Relationships and communication in socially natural horse herds. In: The Domestic Horse. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 83–93.
Friard, O., Gamba, M., 2016. BORIS: A free, versatile open-source event-logging software for video/audio coding and live observations. Methods Ecol. Evol. 7, 1325–1330.
Fureix, C., Menguy, H., Hausberger, M., 2010. Partners with bad temper: reject or cure? a study of chronic pain and aggression in horses. PLoS ONE 5, e12434. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012434.
Fureix, C., Jego, P., Henry, S., Lansade, L., Hausberger, M., 2012. Towards an ethological animal model of depression? a study on horses. PLoS ONE 7, e39280. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039280.
Górecka-Bruzda, A., Kosińska, I., Jaworski, Z., Jezierski, T., Murphy, J., 2015. Conflict behavior in elite show jumping and dressage horses. J. Vet. Behav. 10, 137–146. https://doi.org/10.1016/j.jveb.2014.10.004.
Hall, C., Goodwin, D., Heleski, C., Randle, H., Waran, N., 2008. Is there evidence of learned helplessness in horses? J. Appl. Anim. Welf. Sci. 11, 249–266. https://doi.org/10.1080/10888700802101130.
Hall, C., Huws, N., White, C., Taylor, E., Owen, H., McGreevy, P., 2013. Assessment of ridden horse behavior. J. Vet. Behav. 8, 62–73. https://doi.org/10.1016/j.jveb.2012.05.005.
Hall, C., Kay, R., Yarnell, K., 2014. Assessing ridden horse behavior: professional judgment and physiological measures. J. Vet. Behav. 9, 22–29. https://doi.org/10.1016/j.jveb.2013.09.005.
Hall, C., Heleski, C., 2017. The role of the ethogram in equitation science. Appl. Anim. Behav. Sci. 190, 102–110. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.02.013.
Harewood, E.J., McGowan, C.M., 2005. Behavioral and physiological responses to stabling in naive horses. J. Equine Vet. Sci. 25, 164–170. https://doi.org/10.1016/j.jevs.2005.03.008.
Hartig, F., 2020. DHARMa: residual diagnostics for hierarchical regression models. Compr. R Arch. Netw.
Hartmann, E., Søndergaard, E., Keeling, L.J., 2012. Keeping horses in groups: a review. Appl. Anim. Behav. Sci. 136, 77–87. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.10.004.
Hausberger, M., Roche, H., Henry, S., Visser, E.K., 2008. A review of the human–horse relationship. Appl. Anim. Behav. Sci. 109, 1–24. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.04.015.
Heitor, F., Vicente, L., 2010. Dominance relationships and patterns of aggression in a bachelor group of Sorraia horses (Equus caballus). J. Ethol. 28, 35–44. https://doi.org/10.1007/s10164-009-0152-1.
Heleski, C.R., Shelle, A.C., Nielsen, B.D., Zanella, A.J., 2002. Influence of housing on weanling horse behavior and subsequent welfare. Appl. Anim. Behav. Sci. 78, 291–302. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00108-9.
Hoffman, R.M., Kronfeld, D.S., Holland, J.L., Greiwe-Crandell, K.M., 1995. Preweaning diet and stall weaning method influences on stress response in foals. J. Anim. Sci. 73, 2922. https://doi.org/10.2527/1995.73102922x.
Jansson, H., Malin, M., 1998. Behaviour of colts in pasture conditions. In: Book of Abstracts of the 49th Annual Meeting of the European Association for Animal Production (EAAP), Warszawa, Poland, 24-27 August 1998, p.294.
Kędzierski, W., Wilk, I., Janczarek, I., 2014. Physiological response to the first saddling and first mounting of horses: comparison of two sympathetic training methods. Anim. Sci. Pap. Rep. 32, 219–228.
König von Borstel, U., Glißman, C., 2014. Alternatives to conventional evaluation of rideability in horse performance tests: suitability of rein tension and behavioural parameters. PLoS ONE 9, e87285. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087285.
Krueger, K., Esch, L., Farmer, K., Marr, I., 2021. Basic needs in horses?—a literature review. Animals 11, 1798. https://doi.org/10.3390/ani11061798.
Lansade, L., Valenchon, M., Foury, A., Neveux, C., Cole, S.W., Layé, S., Cardinaud, B., Lévy, F., Moisan, M.-P., 2014. Behavioral and transcriptomic fingerprints of an enriched environment in horses (Equus caballus). PLoS ONE 9, e114384. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114384.
Lenth, R., 2022. emmeans: estimated marginal means, aka least-squares means. R package version 1.4. 7. 2020.
Lesimple, C., Gautier, E., Benhajali, H., Rochais, C., Lunel, C., Bensaïd, S., Khalloufi, A., Henry, S., Hausberger, M., 2019. Stall architecture influences horses' behaviour and the prevalence and type of stereotypies. Appl. Anim. Behav. Sci. 219, 104833 https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.104833.
Lesimple, C., Reverchon-Billot, L., Galloux, P., Stomp, M., Boichot, L., Coste, C., Henry, S., Hausberger, M., 2020. Free movement: a key for welfare improvement in

sport horses? Appl. Anim. Behav. Sci. 225, 104972 https://doi.org/10.1016/j.applanim.2020.104972.
Lüdecke, D., Ben-Shachar, M., Patil, I., Waggoner, P., Makowski, D., 2021. performance: an R package for assessment, comparison and testing of statistical models. JOSS 6, 3139. https://doi.org/10.21105/joss.03139.
McAfee, L.M., Mills, D.S., Cooper, J.J., 2002. The use of mirrors for the control of stereotypic weaving behaviour in the stabled horse. Appl. Anim. Behav. Sci. 78, 159–173. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00086-2.
McDonnell, S.M., 2003. The equid ethogram: A Practical field guide to horse behavior. Eclipse Press.
McGreevy, P., 2004. Equine behavior: A Guide for veterinarians and equine scientists. Saunders. an Imprint of Elsevier Limited, London.
McGreevy, P., 2005. Defining the terms and processes associated with equitation. In: Proceedings of the 1st International Equitation Science Symposium, Melbourne, Australia, 26-27 August 2005, pp. 10–43.
McGreevy, P.D., 2007. The advent of equitation science. Vet. J. 174, 492–500. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2006.09.008.
Minero, M., Dassi, M., Martelli, A., Canali, E., 2003. Behaviour and heart rate of therapeutic riding horses interacting with patients. In: Proceedings of the 37th International Congress of the International Society for Applied Ethology, Abano Terme, Italy, 24-28 June 2003, p. 54.
Nicol, C., Davidson, H., Harris, P., Waters, A., Wilson, A., 2002. Study of crib-biting and gastric inflammation and ulceration in young horses. Vet. Rec. 151, 658–662. https://doi.org/10.1136/vr.151.22.658.
Nisticò, G., Stephenson, J., Montanini, S., Marmo, E., 1981. Behavioral and electrocortical effects of beta-endorphin after intracerebral infusion in rats. J. Med. 12, 463–474.
Normando, S., Meers, L., Samuels, W.E., Faustini, M., Ödberg, F.O., 2011. Variables affecting the prevalence of behavioural problems in horses. Can riding style and other management factors be significant? Appl. Anim. Behav. Sci. 133, 186–198. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.06.012.
Polito, R., Minero, M., Canali, E., Verga, M., 2007. A Pilot Study on Yearlings' Reactions to Handling in Relation to the Training Method. AnthrozoöS. 20, 295–303. https://doi.org/10.2752/089279307×224827.
Popescu, S., Lazar, E.A., Borda, C., Niculae, M., Sandru, C.D., Spinu, M., 2019. Welfare quality of breeding horses under different housing conditions. Animals 9, 81. https://doi.org/10.3390/ani9030081.
Powell, S.B., Newman, H.A., Pendergast, J.F., Lewis, M.H., 1999. A rodent model of spontaneous stereotypy: initial characterization of developmental, environmental, and neurobiological factors. Physiol. Behav. 66, 355–363. https://doi.org/10.1016/S0031-9384(98)00303-5.
R Core Team, 2023. R: A Language and Environment for Statistical Computing.
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. Appl. Anim. Behav. Sci. 78, 235–252. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00091-6.
Ruet, A., Lemarchand, J., Parias, C., Mach, N., Moisan, M.-P., Foury, A., Briant, C., Lansade, L., 2019. Housing horses in individual boxes is a challenge with regard to welfare. Animals 9, 621. https://doi.org/10.3390/ani9090621.
Ruet, A., Biau, S., Arnould, C., Galloux, P., Destrez, A., Pycik, E., Boichot, L., Lansade, L., 2020. Horses could perceive riding differently depending on the way they express poor welfare in the stable. J. Equine Vet. Sci. 94, 103206 https://doi.org/10.1016/j.jevs.2020.103206.
Sankey, C., Richard-Yris, M.-A., Henry, S., Fureix, C., Nassur, F., Hausberger, M., 2010. Reinforcement as a mediator of the perception of humans by horses (Equus caballus). Anim. Cogn. 13, 753–764. https://doi.org/10.1007/s10071-010-0326-9.
Sarrafchi, A., Blokhuis, H.J., 2013. Equine stereotypic behaviors: causation, occurrence, and prevention. J. Vet. Behav. 8, 386–394. https://doi.org/10.1016/j.jveb.2013.04.068.
Schork, I.G., De Azevedo, C.S., Young, R.J., 2018. Personality, abnormal behaviour, and health: an evaluation of the welfare of police horses. PLoS ONE 13, e0202750. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202750.
Scopa, C., Palagi, E., Sighieri, C., Baragli, P., 2018. Physiological outcomes of calming behaviors support the resilience hypothesis in horses. Sci. Rep. 8, 17501 https://doi.org/10.1038/s41598-018-35561-7.
Sénèque, E., Lesimple, C., Morisset, S., Hausberger, M., 2019. Could posture reflect welfare state? A study using geometric morphometrics in riding school horses. PLoS ONE 14, e0211852. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211852.
Smiet, E., Van Dierendonck, M., Sleutjens, J., Menheere, P., Van Breda, E., De Boer, D., Back, W., Wijnberg, I., Van der Kolk, J., 2014. Effect of different head and neck positions on behaviour, heart rate variability and cortisol levels in lunged Royal Dutch Sport horses. Vet. J. 202, 26–32. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.07.005.
Søndergaard, E., Christensen, J.W., 2002. A survey of housing and management conditions for horses in Denmark, in: Book of Abstracts of the 53rd Annual Meeting of the EAAP, 1st-4 September 2002, Cairo, Egypt, p. 251.
Søndergaard, E., 2003. PhD thesis. Royal Veterinary and Agricultural University.
Søndergaard, E., Ladewig, J., 2004. Group housing exerts a positive effect on the behaviour of young horses during training. Appl. Anim. Behav. Sci. 87, 105–118. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2003.12.010.
Søndergaard, E., Christensen, J., 2007. The effects of social environment on the behaviour of young horses. Horse Behaviour and Welfare. Wageningen Academic Publishers, pp. 71–77.
Stange, L.M., Wilder, T., Siebler, D., Krieter, J., Czycholl, I., 2023. Comparison of physiological and ethological indicators and rein tension in headshakers and control horses in riding tests. Appl. Anim. Behav. Sci. 263, 105943 https://doi.org/10.1016/j.applanim.2023.105943.
Visser, E.K., Van Reenen, C.G., Blokhuis, M.Z., Morgan, E.K.M., Hassmén, P., Rundgren, T.M.M., Blokhuis, H.J., 2008a. Does horse temperament influence horse–rider cooperation? J. Appl. Anim. Welf. Sci. 11, 267–284. https://doi.org/10.1080/10888700802101254.
Visser, E.K., Ellis, A.D., Van Reenen, C.G., 2008b. The effect of two different housing conditions on the welfare of young horses stabled for the first time. Appl. Anim. Behav. Sci. 114, 521–533. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.03.003.
Visser, E.K., VanDierendonck, M., Ellis, A.D., Rijksen, C., Van Reenen, C.G., 2009. A comparison of sympathetic and conventional training methods on responses to initial horse training. Vet. J. 181, 48–52. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2009.03.009.
Waran, N., McGreevy, P., Casey, R.A., 2007. Training methods and horse welfare. In: N., Waran (Ed.), The Welfare of Horses. Springer, pp. 151–180.
Waran, N.K., Clarke, N., Farnworth, M., 2008. The effects of weaning on the domestic horse (Equus caballus). Appl. Anim. Behav. Sci. 110, 42–57. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.03.024.
Waring, G.H., 2003. Horse behavior, 2nd ed. Noyes Publ, Norwich, N.Y (ed).
Warren-Smith, A., McGreevy, P., 2005. The use of head lowering in horses as a method of inducing calmness. In: Proceedings of the 1st International Equitation Science Symposium, Melbourne, Australia, 26-27 August 2005, pp. 75–83.
Waters, A., Nicol, C., French, N., 2002. Factors influencing the development of stereotypic and redirected behaviours in young horses: findings of a four year prospective epidemiological study. Equine Vet. J. 34, 572–579. https://doi.org/10.2746/042516402776180241.
Wilk, I., Janczarek, I., 2015. Relationship between behavior and cardiac response to round pen training. J. Vet. Behav. 10, 231–236. https://doi.org/10.1016/j.jveb.2015.01.001.
Wulf, M., Aurich, J., May, A.-C., Aurich, C., 2013. Sex differences in the response of yearling horses to handling by unfamiliar humans. J. Vet. Behav. 8, 238–244. https://doi.org/10.1016/j.jveb.2012.09.002.
Yarnell, K., Hall, C., Royle, C., Walker, S.L., 2015. Domesticated horses differ in their behavioural and physiological responses to isolated and group housing. Physiol. Behav. 143, 51–57. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.02.040.
Yngvesson, J., Rey Torres, J., Lindholm, J., Pättiniemi, A., Andersson, P., Sassner, H., 2019. Health and body conditions of riding school horses housed in groups or kept in conventional tie-stall/box housing. Animals 9, 73. https://doi.org/10.3390/ani9030073.
Zuur, A.F., Ieno, E.N., Walker, N., Saveliev, A.A., Smith, G.M., 2009. Mixed effects models and extensions in ecology with R, Statistics for Biology and Health. Springer, New York. https://doi.org/10.1007/978-0-387-87458-6.

Supplementary Material

Table 6: Objectives and steps of each breaking-in session

Week	**Session**	**Content of the session**
1	1	The horse is lunged at the three gaits (walking, trotting, cantering).
	2	The horse is lunged at the three gaits (walking, trotting, cantering) with a roller on its back.
	3	The horse is lunged at the three gaits (walking, trotting, cantering) with a saddle on its back.
	4	The horse is lunged at the three gaits (walking, trotting, cantering) with a saddle and a bit.
	5	The horse is lunged at the three gaits (walking, trotting, cantering) with a saddle and then with a rider lying on its flank.
2	6	The horse is lunged at walk with a rider on its back.
	7	The horse is lunged at walk and trot with a rider on its back.
	8	The horse is lunged at a walk and a trot with a rider on its back.
	9	The horse is lunged at 3 gaits (walk, trot, and canter) with a rider on its back. Changes of gaits are made by the rider using its voice.
	10	The horse is lunged at 3 gaits with a rider on its back.

		Change of gaits are made by the rider using his or her voice. The rider demands a few changes of direction.
3	11	The horse is lunged at 3 gaits with a rider on its back. Changes of gaits are made by the rider using his or her voice. The rider demands a few changes of direction.
	12	The horse is lunged at 3 gaits with a rider on its back. The horse is ridden at a walk without a lunge rein.
	13	The horse is lunged during changes of gaits. The horse is ridden without a lunge rein at a walk and a trot.
	14	The horse is ridden without a lunge rein and the rider demands some changes of gaits.
	15	The horse is ridden without a lunge rein and the rider demands some changes of gaits and directions.
4	16	The rider mounts the horse unaided. The horse is ridden without a lunge rein and the rider demands some changes of gaits and directions.
	17	The rider mounts the horse unaided. The horse is ridden without a lunge rein and the rider demands some changes of gaits and directions.
	18	The rider mounts the horse unaided. The horse is ridden without a lunge rein and the rider demands some changes of gaits and directions.

	19	The rider mounts the horse unaided. The horse is ridden without a lunge rein and the rider demands some changes of gaits and directions.
	20	The rider mounts the horse unaided. The horse is ridden without a lunge rein and the rider demands some changes of gaits and directions.

Table 7: Model selection with Akaike's information criterion corrected for small sample size (AICc) for the distribution of behavioural categories in individual stalls

Response	**Predictors**	**df**	**logLik**	**AICc**	**ΔAIC**	**weight**
Ratio of behaviour	Behavioural category + Condition + Behavioural category: Condition	21	1377.7	-2713.0	0	0.9
	Behavioural category	13	1362.8	-2699.5	13.48	0
	Behavioural category + Condition	14	1363.0	-2697.8	15.18	0
	-	6	318.5	-624.9	2088.1	0
	Condition	7	319.1	-624.2	2088.8	0

logLik = log likelihood; AIC_c = Akaike information criterion corrected for small sample size.

Table 8: Proportion (predicted means ± SE) of the behavioural categories for each condition (Social and Isolated) in individual stalls

Behavioural category	Mean	SE	Lower 95% CI	Upper 95% CI	Condition
Abnomal	0,064	0,092	0,054	0,076	Social
	0,095	0,085	0,082	0,11	Isolated
Exploration	0,079	0,07	0,069	0,089	Social
	0,069	0,073	0,06	0,079	Isolated
Foraging	0,598	0,047	0,575	0,62	Social
	0,624	0,048	0,601	0,645	Isolated
Locomotion	0,055	0,086	0,047	0,064	Social
	0,054	0,085	0,046	0,063	Isolated
Maintenance	0,042	0,098	0,035	0,051	Social
	0,038	0,105	0,031	0,046	Isolated
Observation	0,095	0,068	0,084	0,107	Social
	0,083	0,073	0,072	0,094	Isolated
Resting	0,15	0,065	0,134	0,167	Social
	0,147	0,07	0,131	0,165	Isolated
Standing still	0,093	0,07	0,082	0,105	Social
	0,069	0,082	0,059	0,08	Isolated

CI : confidence interval

Table 9: Post hoc tests of the GLMM analysis with the ratio of behavioural category as a response variable. Significant results are in bold.

Predictor	**β**	**SE**	**z**	**p**
Abnormal behaviours	**-0.429**	**0.124**	**-3.46**	**<0.001**
Exploration	0.146	0.10	1.49	0.138

Foraging	-0.108	0.067	-1.6	0.109
Standing still	**0.329**	**0.106**	**3.11**	**<0.01**
Locomotion	0.017	0.117	0.146	0.884
Maintenance	0.120	0.139	0.865	0.387
Observation	0.153	0.097	1.57	0.117
Resting	0.023	0.095	0.246	0.806

Table 10: Model selection with Akaike's information criterion corrected for small sample size (AICc) for the distribution of ear positions in individual stalls

Response	**Predictors**	**df**	**logLik**	**AICc**	**ΔAIC**	**weight**
Ratio of behaviour	Position + Condition + Position : Condition	11	-372.3	766.7	0	0.442
	Position	8	-375.4	766.9	0.17	0.406
	Position + Condition	9	-375.4	768.9	2.15	0.151
	-	6	-643.6	1299.3	532.6	0
	Condition	7	-643.6	1301.3	534.5	0

logLik = log likelihood; AIC_c = Akaike information criterion corrected for small sample size

Table 11: Model selection with Akaike's information criterion corrected for small sample size (AICc) for models testing effects on the four types of attitude

Response	**Predictors**	**df**	**logLik**	**AICc**	**ΔAIC**	**weight**
Duration of attitude	Attitude + Condition + Attitude : Condition	13	-304.7	635.7	0	1

	Attitude	9	-320.9	660.1	24.37	0
	Attitude + Condition	10	-320.9	662.1	26.37	0
	-	6	-557.3	1126.6	490.9	0
	Condition	7	-557.3	1128.6	493.0	0

logLik = log likelihood; AIC_c = Akaike information criterion corrected for small sample size

Table 12: Model selection with Akaike's information criterion corrected for small sample size (AICc) for models testing effects on ear positions

Response	**Predictor**	**df**	**logLik**	**AICc**	**ΔAIC**	**weight**
Time spent in each ear position	Position	8	461.2	-906.2	0	0.466
	Position + Condition + Position : Condition	11	464.0	-905.6	0.59	0.347
	Position + Condition	9	461.3	-904.3	1.83	0.187
	-	6	86.50	-160.9	745.3	0
	Condition	7	86.64	-159.1	747.1	0

logLik = log likelihood; AIC_c = Akaike information criterion corrected for small sample size

Table 13: Model selection with Akaike's information criterion corrected for small sample size (AICc) for the frequency of conflict behaviours

Response	**Predictors**	**df**	**logLik**	**AICc**	**ΔAIC**	**weight**
Number of behaviours	Behaviour + Condition + Behaviour : Condition	29	-6345.4	12749.3	0	1
	Behaviour	16	-6380.0	12792.2	42.82	0
	Behaviour + Condition	17	-6380.0	12794.1	44.80	0
	-	4	-7280.5	14569.0	1819.6	0
	Condition	5	-7280.5	14571.0	1821.6	0

logLik = log likelihood; AIC_c = Akaike information criterion corrected for small sample size

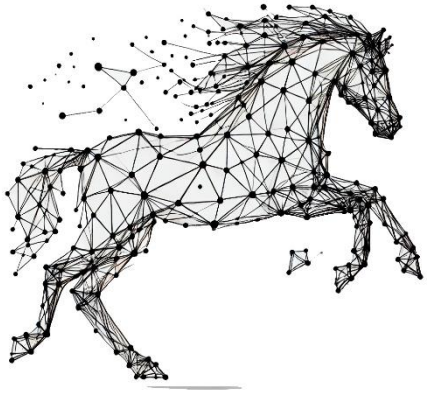
Table 14: Model selection with Akaike's information criterion corrected for small sample size (AICc) for the latency of response to the rider

Response	**Predictor**	***df***	**logLik**	**AICc**	**ΔAIC**	**Weight**
Latency to respond	-	5	-450.4	911.0	0	0.73
	Condition	6	-450.3	913.0	2.00	0.28

logLik = log likelihood; AIC_c = Akaike information criterion corrected for small sample size

Chapitre 4

Effets des contacts sociaux sur l'état émotionnel de chevaux adultes



Synthèse de l'article 2

QUESTION

Les contacts sociaux influencent-ils l'état émotionnel de chevaux hébergés en box individuel ?

METHODES

Un effectif de 20 chevaux hébergés en box individuel a été étudié pendant 4 mois. Ils étaient divisés en deux conditions : les chevaux hébergés au box individuel sans possibilité d'interactions sociales (condition isolée) et les chevaux hébergés au box individuel ayant la possibilité d'interagir avec un partenaire social quotidiennement pendant une heure (condition sociale). Les chevaux ont été observés dans trois contextes différents : au box individuel, lors d'interactions avec l'humain (pansage[11]) et lors d'un test de biais de jugement. Au box, les indicateurs de mal-être ont été relevés (stéréotypies, apathie, hypervigilance, agressivité envers l'humain). Au pansage, différentes variables liées à l'état émotionnel ont été observées (attitude, position des oreilles, niveau d'attention et de vigilance, comportement à valence positive ou négative). Le test de biais de jugement a été réalisé à l'issue des 4 mois dans une tâche spatiale de GO/NO GO.

RESULTATS

Les chevaux de la condition sociale exprimaient moins de stéréotypies au box que les chevaux de la condition isolée. Lors du pansage, les chevaux de la condition sociale passaient moins de temps en attitude tendue et en vigilance, et exprimaient moins de comportements à valence négative que les chevaux de la condition isolée. Dans le test de biais de jugement, les chevaux de la condition sociale ont exprimé un biais optimiste qui n'a pas été observé chez les chevaux isolés.

CONCLUSION

Ces résultats suggèrent que les chevaux ayant la possibilité d'interagir socialement perçoivent leur environnement de manière plus positive que les chevaux isolés. Des contacts sociaux temporaires mais réguliers influencent positivement l'état émotionnel des chevaux dans différents contextes, ce qui indique une amélioration générale de leur état de bien-être.

---

[11] Terme désignant le brossage du cheval par l'humain

ARTICLE 2

The social dimension of equine welfare: social contact positively affects the emotional state of stalled horses

A. Flamand[1,2,3], L. Robinet[1], A. Raskin[4,] M. Braconnier[4], A. Bouhamidi[4], G. Derolez[2], C. Lochin[5], C. Helleu[2], O. Petit[1]

[1] Equipe Ethologie Sociale et Cognitive, LAPSCO, CNRS, Université de Clermont-Auvergne, Clermont-Ferrand, France

[2] UMR 7247, CNRS, IFCE, INRAE, Université de Tours, Nouzilly, France

[3] Endurabois, Malissard, France

[4] Ethosph'R association, Schiltigheim, France

[5] Eco-Anthropology lab, MNHN – CNRS -Université Paris Cité, Paris, France

Article accepté dans *Animal Behaviour*

ABSTRACT

The housing conditions of domestic animals influence their welfare, and the emotional state of these species can be negatively affected if their needs are not met. This can lead to behavioural changes or disorders that can also damage the horse-human relationship. In social species like horses (*Equus caballus*), social contact is a fundamental need that is severely restricted by individual housing. This study aimed to evaluate the impact of socialisation on the emotional state of horses in different contexts. We studied 20 adult horses housed in individual stalls, divided equally into two experimental conditions: horses with no opportunity for social interaction (isolated condition) and horses with the opportunity to interact temporarily with a conspecific (social condition). For four months, horses in the social condition interacted in pairs for one hour daily in a meeting box. Throughout this period, we recorded the behaviour of the entire sample of horses in individual stalls and during grooming sessions with humans. Additionally, a judgment bias test was conducted at the end of the period. In the individual stall, we collected indicators of poor welfare such as hypervigilance, apathy, aggressiveness towards humans, and stereotypies. During grooming, we observed negative and positive behaviours, alertness levels and general attitude. Horses in the social condition exhibited fewer stereotyped behaviours in the individual stall than isolated horses. During grooming, they expressed fewer negative behaviours and spent less time in a vigilant state and with a tense attitude. In the judgment bias test, horses in the social condition showed an optimistic bias that was absent in isolated horses. These findings suggest that horses that are allowed to interact socially perceive their environment more positively than their isolated counterparts. Temporary but regular social contacts positively affect the emotional state of horses in various contexts, indicating an overall improved state of welfare.

Keywords: affective state, emotions, *Equus caballus*, housing conditions, human-animal relationship, husbandry, judgment bias test, mood, sociality

INTRODUCTION

Domestic animals are often housed in conditions designed to facilitate human management, resulting in constraints that negatively affect the specific needs of the species. These living conditions will have an influence on individual welfare and emotional state (Boissy & Lee, 2014). Animal welfare can be defined as the positive mental and physical state related to the satisfaction of its physiological and behavioural needs, as well as its expectations. This state varies according to the perception of the situation by the animal (Mormède et al., 2018). As regards emotional state, it is characterised by the positive or negative emotional valence experienced by the animal (Fraser, 2008; Mendl et al., 2010), and is the result of the accumulation of positive (pleasant) or negative (unpleasant) emotions. The primary function of emotions is hypothesised to be to guide an animal's decision-making to enhance its survival (Mendl et al., 2009; Rolls, 2000, 2005). Negative experiences, such as physical injuries or social isolation, are associated with reduced survival, while positive experiences, like access to food and social conspecifics, are linked to long-term improved fitness throughout evolution. Hence, negative emotions such as fear help individuals to avoid danger, whereas positive emotions, like joy, encourage exploration and social interactions (Travain & Valsecchi, 2021). Thus, an animal living in a poor environment that does not meet its needs will repeatedly feel negative emotions, creating a negative emotional state. Emotions come with behavioural and cognitive changes that provide valuable insights into the emotional state (Mendl et al., 2010). For instance, approach and avoidance behaviours could be useful indicators to determine the emotional valence associated to a specific situation (Lansade et al., 2019). Regarding cognitive measures, the judgment bias test is a validated tool for the assessment of an individual's tendency to display behaviour that reflects the anticipation of a positive or negative outcome in response to an ambiguous stimulus or an uncertain future situation (Mendl et al., 2009). The anticipation of a positive event is considered to reflect a positive emotional state, while the anticipation of a negative event would reflect a negative emotional state. Using this test, Bučková et al. (2019) showed that calves reared in social isolation exhibited a more negative emotional state than those reared in pairs. Similarly, pigs that were moved from enriched to sub-optimal housing conditions exhibited a more negative emotional state in the poor environment than in the enriched environment (Douglas et al., 2012). The living conditions in which the domestic horse (*Equus caballus)* evolves can have a major influence on its emotional state (Hall et al., 2018; Krueger et al., 2021 for a review). In the amateur and professional sports industry, horses are commonly housed in individual stalls, trained at a regular and sometimes intense schedule, and transported to competitions held in unfamiliar environments, all of which can cause short- and

long-term stress (McBride & Mills, 2012). These situations involve social isolation, restricted free movement and/or sometimes the unpredictability associated with a new environment during competitions. This can repeatedly induce negative emotions such as fear or frustration, generating a negative emotional state in the animal (Arena et al., 2021). Over the long term, these restrictions can trigger behavioural troubles such as stereotypies, hypervigilance or apathy associated with serious disorders such as anxious or depressive-like states, all of which are now used as indicators of poor welfare (Fureix et al., 2012; Mason, 2006; Ruet et al., 2019). Similarly, the daily relationship with the human and the valence of the interactions shared (pleasant or unpleasant) will have an impact on the emotional state of the horse (Hall et al., 2018). Indeed, if the relationship with a human is based on predominantly negative interactions or punishments, a negative emotional state can arise and be generalised to any other humans that the horse encounters (Waiblinger et al., 2006). It has also been reported that horses are able to recognize human facial expressions related to different emotions: they avoid angry faces, which increase their heart rate (Smith et al., 2016). In addition, the overall state of welfare of the horse can also affect the relationship with humans. An animal suffering from chronic pain or living in restrictive environmental conditions may express avoidance or aggressive behaviours that lead to dangerous situations (Fureix et al., 2010; Ruet et al., 2024; Søndergaard & Ladewig, 2004).

As a social and prey species, the presence of conspecifics is linked to the survival of horses, thus underlining the intrinsic importance of social contacts. Moreover, horses are known to live in diverse types of social groups throughout their lives (family groups, bachelor groups, herds of young males and females). Family groups are the most common, characterised by long-term social relationships with a well-established dominance-subordination hierarchy and affiliative network, involving strong bonds between preferred partners (Waring, 2003). Allowing horses to have social contact with conspecifics should therefore influence their emotional state and generate positive emotions (Hall et al., 2018). To improve welfare, situations that generate positive emotions should be promoted so that the balance of positive/negative valence of emotions tends towards the positive in the long term (Boissy & Erhard, 2014; Mellor, 2012). When horses are deprived of social contact for a certain period and then allowed to interact again, a rebound effect of affiliative interactions is observed, which can be interpreted as a resurgence of positive emotions (Christensen et al., 2002). Furthermore, Löckener et al. (2016) have also shown that after 6 months spent in individual stalls, horses that are reintroduced to group living show positive expectations of the environment, thus supporting the hypothesis of a positive emotional state. It has been demonstrated that allowing young horses to have social contact could have a more global positive impact on their welfare: horses express

fewer abnormal behaviours in stalls and are less tense during training with humans (Flamand et al., 2024).

The present project aimed to investigate the impact of regular social contact on the welfare of adult horses housed in individual stalls, and more specifically their emotional state in different contexts: in individual stalls, during interactions with humans (horse grooming) and in a judgement bias test. We decided to combine various measures to gain a comprehensive understanding of the effects of social interactions, to examine day-to-day situations with and without human presence, and to better grasp the horse's subjective experience through the judgment bias test. We expected horses that had social contact with conspecifics to be in a more positive emotional state and have a better state of welfare than those that were socially isolated.

METHODS

Animals

The study took place in a livery yard (France) and was performed on 20 saddle-bred sport horses: 16 geldings and 4 mares aged from 7 to 18 years (mean: 12 ± 3 years).

Housing conditions

The horses were housed in 3*3.5-metres indoor individual stalls, with straw bedding that was cleaned out once a week. They were fed pellets three times a day (at 8:00, 12:00 and 19:00) and hay twice a day (at 8:30 and 16:00). All horses were housed in two different aisles within the same stable.

They were all trained every day (lunged, ridden, or walked in an automatic walker) and had no access to free movement on a regular basis. Each horse had its own specific rider.

Procedure

The 20 horses were equally divided into two conditions: the Social Condition (N = 10, eight geldings and two mares) and the Isolated Condition (N = 10, eight geldings and two mares). They were allocated to one of the conditions according to the wishes of their owners, who had agreed to the participation of their horses in the study. All horses were housed in individual stalls as described before, but the horses in the Social Condition were allowed to interact with a specific partner in a "meeting box", a device allowing contact between two horses in a secure manner (Fig. 1) for one hour per day, five times per week for four months. The pairs were not

changed during the four-month period. Outside of these encounters, the Social Condition horses could not interact with their partner in the stable where their individual stalls were located. The horses in the Isolated Condition had no opportunity whatsoever for physical social interaction.



Figure 1: Scheme of the experimental design (A) and picture of the meeting box used in the Social Condition (B)

The study was conducted from 8th November, 2021 to 25th March, 2022 and from 7th November, 2022 to 24th March, 2023 as two identical experimental periods. The choice to study the horses during winter, when the horses had no events or specific training, enabled us to compare them on the same basis. The range of experiments and the number of individuals involved in the study required the replication of the experiment at the same dates on the following year.

Social condition: Encounters in the meeting box

The horses in the Social Condition were paired semi-randomly according to their personality (measured before the experiment, see details below). The most emotional individuals were paired with the least emotional in the Social Condition. Indeed, the prey nature of the horse leads it to express alert and flight behaviours which can very quickly spread between social partners (Christensen et al., 2008; Scopa et al., 2018) and we wanted to take precautions to prevent this emotional contagion from happening so that the horses could interact without disturbance. Each horse met a counterpart alone in the meeting box. The meeting box was located in a familiar environment 100 m from the stable where they lived. It was composed of two adjacent 4*4-metres stalls, in which they could communicate via a 2 m-

high partition with two central 25 cm-wide vertical openings through which each individual could pass its head and neck to the shoulders to interact with the horse in the adjacent stall. The central part of the partition and each side of the two openings were padded with foam covered with a rubber mat, ensuring the complete safety of the horses. The remainder of the partition was composed of pine boards.

Data collection

All the people manipulating the horses had years of previous experiment with horses and were accustomed to handling them.

Preliminary Measures

Initial welfare assessment

A few days prior to the start of the social experiment, the welfare of all horses was assessed by combining the indicators of two protocols: 'AWIN Horse Level 2' (AWIN, 2015) and 'Cheval Bien-Être' (IFCE, 2023). These measures ensure that horses in both conditions had a similar initial state, with specific attention paid to the expression of abnormal behaviours (also referred to as indicators of compromised welfare state). Analyses and results are provided in appendices (Section A1 and Table A1).

Personality

As personality could modulate the expression of behaviours in certain situations, we assessed it before the experiment (Fortin et al., 2018; Visser et al., 2003). Horse personality was measured according to tests developed by Lansade et al. (2016). These tests focus mainly on tactile sensitivity and fearfulness. They provided further comparisons and highlighted that different personality profiles were equally distributed between the two conditions (details of the tests and analysis are presented in appendices (Section A2, A3, Tables A2, A3 and Fig. A1).

Experiment 1: Observations in the individual stall

Horses were observed daily for two one-hour sessions, outside mealtimes, between 9:00 and 16:00, 5 times a week throughout the entire experiment. The protocol was the same as in Flamand et al. (2024) and the behaviours collected were the four indicators of compromised

welfare state (Ruet et al. 2019): stereotypies, hypervigilance, apathy (withdrawn posture), and aggressiveness towards humans (Table 1).

Table 1: Ethogram of the four behaviours collected in the individual stalls

Behaviour	Description
Stereotypic and abnormal repetitive behaviours	The horse displays one of the following behaviours: weaving, cribbing, repetitive mouth or lips movements, head-tossing, pawing (Mills, 2005).
Hypervigilance	The horse stands alert, neck raised and nostrils dilated, eyes wide open and ears held stiffly without any perceptible perturbation in the environment.
Apathy or « withdrawn » posture	The horse stands still with the neck at the same height as the back, fixed ears, a fixed gaze with opened eyes, and unresponsive to the environment (Fureix et al., 2012).
Aggressiveness towards humans	The horse pins its ears back, threatens with its head and/or mouth or bites the grid when the observer walks in front of its stall.

Experiment 2: Observations during horse grooming

The term "grooming" will be used hereafter to refer specifically to the daily care providing by a human to clean the horse. All horses were observed during a standardised and individual grooming session. An experimenter (who had no previous experience with these horses and no interaction with them outside the grooming session) carried out a brushing sequence (see details of the protocol in Supplementary Material, Table S1) for a total duration of 5-6 min (average 5min50 ± 45 sec) of conventional grooming methods. The session was filmed by a field assistant with a camera (SONY NP-BX1), located 3 m from the horse and filming the horse in profile. The camera operator ensured that the entire body of the horse and the experimenter were always in the frame to ensure that all the interactions between the experimenter and the horse were collected. The grooming area was located in the stable where the horse usually lived, and the horse was attached to a tie ring by a halter and a lead rope. Before the observations began, the horses were accustomed to the presence of the two experimenters during a pre-session so that they would not pay attention to the presence of the camera and camera operator.

The order of the horses was randomised between each session. The sessions were carried out every two weeks by the same experimenter over the four months. Between years 1 and 2 the experimenter changed: the first experimenter trained the second to carry out the standardised sequence in the same way. All the filmed sessions were then analysed in continuous focal sampling (Altmann, 1974) using BORIS software (Friard & Gamba, 2016) by an observer who was naïve to the two conditions. The behaviours collected were partly adapted from Lansade et al., 2018. They have been grouped into different categories and are presented in Table 2. The valence of these behavioural categories was assigned based on behaviours that have been used in other studies to characterise different states (stress, discomfort, frustration, nervousness, relaxation) (Fureix et al., 2011; Lansade et al., 2019; Lesimple et al., 2020; Young et al., 2012). The positive valence category includes approach behaviours, and the negative valence category includes behaviours indicating discomfort, agitation and avoidance (Analysis 1). Since horses can exhibit very subtle changes related to a positive or negative experience (Waran et al., 2022), analyses were also conducted on their body tension, as indicated by their posture, attention/vigilance orientation, and ear position (Analyses 2-5).

Table 2: Ethogram of the behaviours collected during horse grooming

D = duration; F= frequency. For behaviours expressed in frequency, one occurrence corresponded to a behaviour lasting three seconds or less. A new occurrence was counted every additional three seconds of the same behaviour.

Analysis	Category	Behaviour	Description	Observation type
Analysis 1	Behaviours with a positive valence	Encouraging contact	The horse moves its lips in the air like a quiver, or as if it was grooming a partner. It can also move its head or its whole body in a back and forth movement.	F
		Nibbling the experimenter	The horse gently nibbles a part of the human's body with its lips.	
	Behaviours with a negative valence	Avoiding	The horse moves in the opposite direction to the action of the experimenter (its head or its entire body).	F
		Blowing (Lesimple et al., 2020)	The horse produces a non-vocal sound by a forceful expulsion of air through the nostrils, emitted as an expression of alarm.	
		Clamping the tail	The fleshy part of the horse's tail is forced close to the dock (Young et al., 2012).	
		Contracting the belly or the back (Lansade et al., 2018)	The horse contracts its belly or back suddenly after a brush stroke.	
		Head rubbing (Young et al., 2012)	The horse scratches its head with the wall or the rope in a wide, sudden and unrepeated	

			movement (outside the context of functional scratching).	
		Head tossing (Torcivia & McDonnell, 2021)	The horse moves its head in a quick and repeated forward-upward motion.	
		Kicking the ground	The horse hits the ground with one of its hooves.	
		Mouthing the lead rope	The horse chews, licks or bites the lead rope.	
		Pawing	The horse raises one of its forelegs and repeatedly scratches the ground with it.	
		Pulling against the lead rope	The horse moves its head in a sudden movement in a vertical or lateral direction causing pressure on the lead rope.	
		Snoring	The horse produces a short raspy inhalation sound.	
		Tail swishing	The horse moves its tail with lateral and dorsoventral movements.	
		Threatening	The horse's ears are pinned back and a hind leg is lifted in the direction of the experimenter, or the horse's ears are pinned back and lips are pulled back showing its teeth to the experimenter, the horse tries to bite the air or the lead rope.	
		Walking restlessly	The horse moves at a quicker pace than its natural walking pace (more than one leg	

			movement/second). The movement is not requested by the experimenter.	
		Yawning	The horse produces a deep long inhalation with mouth widely open and jaws either directly opposed or moved from side to side (McDonnell, 2003). Occurs immediately (1 second) after another behaviour with a negative valence (threat towards or avoidance of the experimenter, pulling the rope, or vigilance posture).	
Analysis 2	Level of the horse's alertness towards the environment	Attention to the environment	Visual or olfactory exploration: The horse scans the environment, sniffs the walls or the floor. No sign of tension.	D
		Vigilance towards the environment	Alert posture (described in Table 1) maintained for at least 3 seconds with the head and neck directed towards a specific point in the environment.	
Analysis 3	Level of the horse 's alertness towards the grooming	Attention to grooming	Visual or olfactory exploration: The horse observes the experimenter or sniffs the brushes. No sign of tension.	D
		Vigilance towards grooming	Posture rigid and tense: whites of the eyes visible or sudden facial twitching (contraction of chin, lips or chewing muscles, pinched nostrils) without direct threat to the experimenter.	

Analysis 4	General posture	Tense posture with high neck (Young et al., 2012)	Eyes wide open, neck carriage more than 45° above the horizontal.	D
		Relaxed posture with low neck (Lansade et al., 2018)	Half-closed eyes, dropped lower lip, low neck (at or below the horizontal).	
Analysis 5	Ear positions	Forwards	Both ears are facing forward.	D
		Asymmetric	One or both ears to the side, or facing in different directions	
		Backwards	Both ears are facing backwards.	

Experiment 3: Judgement bias test

Principle

After the 4-month experiment, we subjected the horses to a judgement bias test to assess the effect of social contact on their emotional state. This test is designed to establish how the emotional state of the animal affects its judgement (Paul et al., 2005). It was performed using a spatial GO/NO GO task inspired by the protocol of Henry et al. (2017). In a spatial judgment bias test, the latency to reach locations that are referred to as "ambiguous" is used as a proxy of the emotional state of the animal: after learning to differentiate between two containers with attractive or aversive contents (see below), the horse will move quickly to the positive location and slowly or not at all to the negative location (learned). Its latency to reach intermediate locations (ambiguous) situated between positive and negative should follow an intermediate gradient from the fastest (for the location near the positive) to the slowest (for the location near the negative) (Mendl et al., 2009). Thus, we consider that the more positive the emotional state of the animal, the faster the latter will move towards the intermediate locations between positive and negative.

In the training phase, each horse learned to discriminate between two containers: a positive one (P), rewarded with two pieces of carrot and two pieces of apple, and a negative one (N), filled with an aversive bitter, spicy paste (BiteStop Paste, Bense & Eicke ©). This use of a

rewarding stimulus and an aversive stimulus is likely to modulate affective states (Lagisz et al., 2020). To facilitate discrimination, we used different spatial (right or left) and visual (white or black colour) cues between the two stimuli. Location and colour were randomly balanced between individuals within the two conditions. As the horse is a species that uses spatial cues to find food, the use of a spatial task in our study seemed entirely appropriate for this species. Furthermore, it has been shown that horses are able to discriminate between white, black and grey (Timney & Keil, 1992). Once the two stimuli had been learned, the horse moved on to the test phase, in which a grey container was presented in three ambiguous locations: near positive (NP), equidistant between positive and negative (M) and near negative (NN). Only one location was presented in each trial (during the training and test phases) and a response was scored when the horse touched the container with its nose. If there was no response, the trial was stopped after 180 seconds (Henry et al., 2017). The latency to go to each location was measured.

Procedure

The tests took place in a 20*42-metres arena, in an environment that was familiar to the horses but in which they were rarely trained. Initially, the horses were individually accustomed to the arena during daily five-minute sessions during which they were led in hand by a handler to explore the entire space. Habituation was considered successful (one to three sessions were necessary) when the horse showed no signs of stress in the arena, i.e. no defecation, neighing, snoring, startle, or vigilance posture. To add a cost to our task (Laubu et al., 2019), the horses had to turn a container over (L.30*W.30*H.27.5 cm, ⌀ 30 cm) to open it and access its contents. When habituation was complete, the horses were trained to turn over a container of the positive colour assigned to them. The container was placed on the start line and underneath the container was a cardboard base covered with a sheet of plastic (L.32*W.32 cm) from which the reward could be retrieved. When the horse successfully turned the container over on four consecutive trials (mean: 2 ± 1 sessions depending on the horse), twice on the lunge and twice unleashed, it entered the training phase. The training sessions included six trials of P and N: on the first day, the sequence was identical for all the horses: P-P-N-N-P-N. Then, over the following sessions, the P and N locations were presented in a semi-random order (never more than two consecutive P or N trials), which was different for each horse at each session. The horses had to reach the positive location in less than 20 seconds and the negative location in more than 30 seconds. The learning validation criterion was 100% success in two consecutive sessions (mean session to pass the criterion: 6 ± 2 sessions). Furthermore, the test can only be methodologically valid if

there is no significant difference in latency between the horses in the two conditions, for P location on the one hand and N location on the other. The horse was held by a handler on a start line 9 m from each location (see Fig. 2). To ensure that human handling did not influence the choice of the horse, the handler untied the lead rope at the start of the trial and then stood still looking at the ground. At the end of each trial, the handler reattached the horse and took it to a corner of the arena so that the horse would not be influenced by the movement when the next trial was set up. The test phase took place over two days with the following sequences: P-N-NP-P-N-M-P-N-NN-P (1) and N-P-M-N-P-NN-N-P-NP (2).

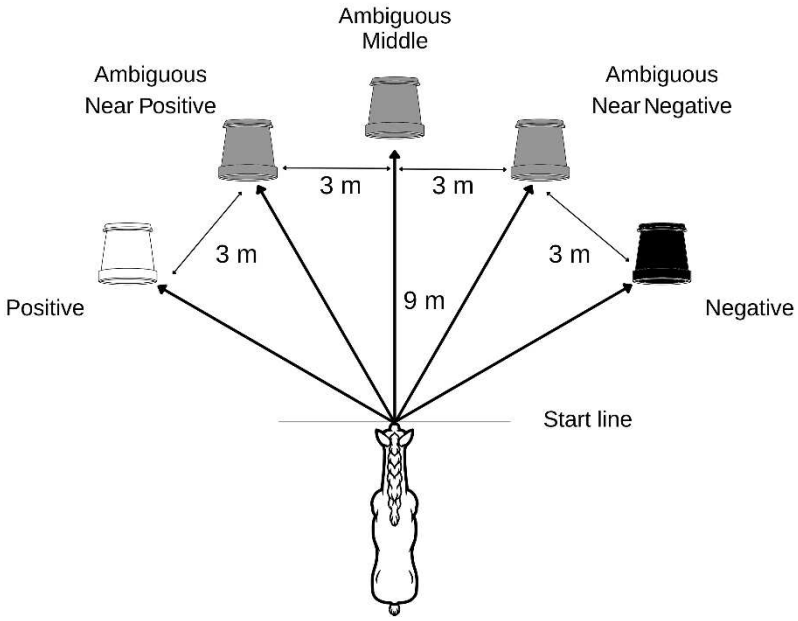


Figure 2: Scheme of the experimental set-up used in the judgement bias test

Statistical methods

All the statistical analyses were performed with R version 4.3.1 software (R Core Team, 2023) with a significance threshold α set at 5%, and the application conditions of each statistical test were verified prior to analysis. Analyses of experiment 1 and experiment 2 were performed with Generalized Linear Mixed Models (GLMM). The "glmmTMB" package was used (Brooks et al., 2017) and the conditions of the models (normality of residuals, homoscedasticity, zero inflation and dispersion) were checked using simulation-based tests and graphs from the "DHARMa" package (Hartig, 2022). We included the age and breed of the individuals, the pair to which the horses in the Social Condition belonged and the replicate (Year 1 or 2) as fixed factors. As the sample consisted of a very small number of females *(N*=4, 2 in each condition), the sex effect was not included in the analyses to avoid incorrect interpretation of the impact of this

factor. The collinearity of the factors was checked with the “performance” package (Lüdecke et al., 2021) and the "check_collinearity" function was used to check the VIF (variance inflation factor) values of predictors. The predictors with VIF values below 3 were included in the models (Zuur et al., 2009). We then followed the information-theoretic approach to select the best model using the Akaike information criterion for small samples (AICc). Model selection was performed using the “MuMIn” package (Bartoń, 2023) and the “dredge” function. We selected the best model from those with a ΔAIC<2 (Burnham & Anderson, 2004). When an interaction was significant, pairwise comparisons were carried out using a Tukey’s post hoc test with the “emmeans” function in the “emmeans” package (Lenth, 2024). To take account of the repeatability of the measurements between individuals and over the sessions, the individuals were treated as random factors and the sessions were nested within the individuals. In all the models used, the 'pair' factor had a VIF>3 given that it was highly correlated with the condition and was therefore not included in the models.

Experiment 1: Individual stalls

For the analysis of abnormal behaviours, we ran a GLMM with a binomial error structure and a logit link. The target variable was the proportion of the number of behaviours observed/number of scans per week and per individual. Given that the data was overdispersed and included zeros, we then changed to an ordinal beta distribution and a logit link.

Experiment 2: Horse grooming

In a first analysis, we explored the influence of social contact on the frequency of behaviours with a positive or negative valence (Table 2, Analysis 1). To do this, we reduced the number of behaviours observed during the session per hour in order to work on exactly the same time base. As the target variable is a count variable (number of behaviours), we performed a GLMM with a Poisson distribution and a log link, but to resolve problems of overdispersion of residuals and zero inflation (given that some behaviours were observed very rarely in some individuals), we then performed a zero-inflated GLMM following a negative binomial distribution.

Secondly, we explored the influence of social contact on the level of the horse's alertness towards the environment (Table 2, Analysis 2) or towards grooming (Analysis 3) and its influence on the horse’s posture (Analysis 4), all expressed in duration. The behaviours were analysed as

proportions (behaviour duration/total observation duration) in a GLMM with an ordered beta distribution and a logit link. The variables of Analyses 2 and 3 were grouped into separate models to make them less complex, as the variables did not follow exactly the same distribution.

In a fifth analysis, we studied the influence of social contact on ear positions expressed in duration and analysed as a proportion (duration of position/ total ear observation duration) in a GLMM with an ordered beta distribution and a logit link.

A PCA (correlation matrix, without rotation) was performed to study the correlation between posture (analysis 4) and ear positions, providing a complete picture of the attitude of horses in both conditions during grooming sessions.

Experiment 3: Judgment bias test

To assess the impact of social contact on emotional state during a judgment bias test, Cox models were run on approach latency, as these models account for the censoring of the data (given the arbitrary end of the test at 180 seconds). These models were carried out using the "coxme" package and function (Therneau, 2024) where the individual is a random factor (Laubu et al., 2019). In order to find out which random factor structure was the most appropriate, we compared models with the individual as a random factor and a model with a random factor where the location of the container is nested within the individual in order to consider the hierarchical structure of the data. The model with the lowest BIC was the one with the location nested within the individual. As recommended in Gygax (2014), the different locations used (P, N, NP, M, NN) were analysed in the same model, and the P and N locations were integrated to act as anchor values in the graded response, thus allowing the estimation of the slope across the different ambiguous locations. For P location, the last trial of session 1 was not included in the analyses because its only purpose was to keep the individuals motivated between the two sessions.

Before running the Cox model, likelihood ratio tests (LRT) were carried out to select the characteristic factors of the sample to be included in the complete model in order to avoid overcomplexification (see Appendix Table A4). The model included the condition, the location and their interaction as well as the order of the sequence (the location preceding each trial), the session (session 1 or session 2) and the replicate (year 1 or year 2) as a fixed factor and the location nested within the individual as a random factor. Model selection was carried out using

the 'dredge' function in the MuMIn package, as before, and we considered the most explanatory model with a ΔAIC<2 to be the best model.

Ethical Note

The Val de Loire ethical committee approved the entire study (N◦ CE19 – 2022–0601 – 1).

Moreover, the horse grooming experiment followed standard animal husbandry procedures, and both this part and the observations in the individual stalls were carried out under the animals' usual living conditions. Although the animals are accustomed to the regular passage of humans through the aisles of the stable, we first habituated them to observations in the stall. We followed the same protocol as the actual observations for one week to ensure that the horses would express their behaviour without being disturbed. For the tests conducted outside the stable, the horses were gradually acclimatised to the experimental sites before testing, and signs of stress were carefully monitored with the number of sessions adapted accordingly. Moreover, for the tests conducted in the arena, the location was familiar to the horses, and all of them were used to being ridden alone outdoors.

Horses in the Social Condition were also habituated to the experimental location before the beginning of the four-month social experiment. During this phase, they were allowed to explore the meeting box and its surroundings, and were never completely isolated. They were always accompanied by another horse (which was not part of the study sample) that they could not physically interact with, but could always see and be close to.

RESULTS

Experiment 1: Individual stalls

The best-fitting model included condition, behavioural category and the interaction between condition and behavioural category. Paired comparisons showed that horses in the Social Condition expressed abnormal stereotypic and repetitive behaviours less frequently than horses in the Isolated Condition (emm contrast: β ± SE: -0.47 ± 0.18, z=-2.58, P=0.01). They also displayed fewer hypervigilance behaviours close to the statistical significance threshold (emm contrast: β ± SE: -0.38 ± 0.19, z=-1.95, P=0.051) but showed a tendency to express more apathy

than horses in the Isolated Condition (emm contrast: β ± SE: 0.3 ± 0.17, z=1.73, P=0.083). However, there was no significant difference between the two conditions in terms of aggressiveness towards humans (emm contrast: β ± SE: -0.2 ± 0.19, z=-1.068, P=0.29).

Experiment 2: Horse grooming

Analysis 1 – Positive and negative behaviours

The best model included the condition, the behavioural category, the replicate and the interaction between the condition and the behavioural category. Pairwise comparisons reveal that horses in the Social Condition expressed significantly fewer negative behaviours than horses in the Isolated Condition (emm contrast: β±SE: -1.12±0.19, z=-5.78, P<0.001). In contrast, there was no significant difference between the two conditions for positive behaviours (emm contrast: β±SE: -0.12±0.21, z=-0.6, P=0.55).

Analysis 2 – Attention and vigilance towards the environment

The best model included the condition, the behavioural category and the interaction between the condition and the category. Post-hoc comparisons revealed that horses in the Social Condition were significantly less vigilant to the environment than horses in the Isolated Condition (emm contrast: β±SE: -0.67±0.15, z=-4.59, P<0.001). There was no significant difference in attention to the environment between horses in the Social Condition and those in the Isolated Condition (emm contrast: β±SE: -0.01±0.11, z=-0.088, P=0.93). Within conditions, horses were significantly more attentive than vigilant to the environment for horses in the Social Condition (β±SE: 1.12± 0.13, z=8.5, P<0.001) and Isolated Condition (β ± SE: 0.46± 0.11, z=4.19, P<0.001, Fig. 3).

Analysis 3 – Attention and vigilance towards grooming

The best model included the condition, the behavioural category and the interaction between the condition and the category. Post-hoc tests indicate that horses in the Social Condition are significantly less vigilant towards grooming than horses in the Isolated Condition (emm contrast: β±SE: -0.69±0.19, z=-3.56, P=0.0004). Horses in the Isolated Condition also tended to pay more attention to grooming than those in the Social Condition (emm contrast: β±SE: -0.22±0.12, z=-1.89, P=0.059). Horses in the Social Condition were significantly less alert

than attentive to grooming (emm contrast: β±SE: 0.54±0.19, *z*=2.883, *P*= 0.004) and this result was not observed for horses in the Isolated Condition (emm contrast: β±SE: 0.07±0.13, *z*=0.54, *P*=0.59, Fig. 3).

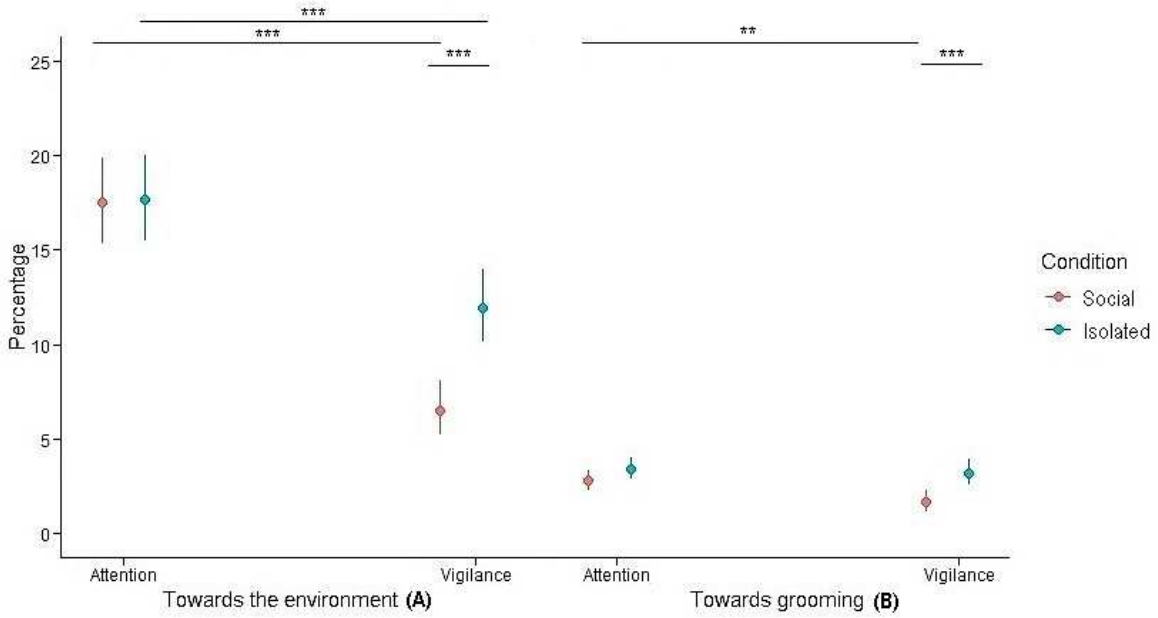


Figure 3: Percentage of time (± SE) spent in vigilance and attention towards the environment (A) and grooming (B) for horses in Social Condition (red) and Isolated Condition (blue). ***: *P*<0.001, **: *P*<0.01

Analysis 4 – Posture and body tension

The best model included the condition, the behavioural category and the interaction between condition and category. Post-hoc analyses revealed that horses in the Social Condition spent significantly less time in a tense posture than horses in the Isolated Condition (emm contrast: β±SE: -0.61±0.19, *z*=-3.18, *P*=0.002). They spent significantly longer in a relaxed posture than horses in the Isolated Condition (emm contrast: β±SE: 0.99±0.3, *z*=3.28, *P*=0.001).

Analysis 5 – Ear position

The best model included the condition, the behavioural category and the interaction between the condition and the category. Pairwise comparisons revealed that horses in the Social Condition spent significantly less time with their ears facing backwards (emm contrast: β±SE: -0.28±0.13, *z*=-2.09, *P*=0.037) and more time with their ears asymmetrical than horses in the

Isolated Condition (emm contrast: β±SE: 0.33±0.12, z=2.81, P=0.005). On the other hand, there was no significant difference between the two conditions for the forward-facing position (emm contrast: β±SE: -0.11±0.12, z=-0.91, P=0.36).

PCA of body tension and ear position

Only the first two components displaying eigenvalues greater than 1 were extracted, based on the Kaiser criterion (Kaiser, 1960). The two principal components were extracted and accounted for 78.14% of the total variance. The graph of the PCA coordinates (Fig. 4 and Table 3) shows that horses from both conditions are well represented by the first principal component (PC1) (explaining 46.6% of total variability). Horses in the Social Condition are positioned in the positive values of this axis in contrast to horses in the Isolated Condition. Relaxed posture and asymmetric ear position are positively correlated with PC1 while tense posture, forward- facing and backward-facing ear position are negatively correlated with PC1. As independently revealed in analyses 4 and 5, two global attitudes can be identified which discriminate the two conditions: the relaxed attitude and the asymmetrical ear position are more expressed by the horses in the Social Condition than by the horses in the Isolated Condition (1), and the tense attitude and the ears back are more expressed by the horses in the Isolated Condition than by those in the Social Condition (2).

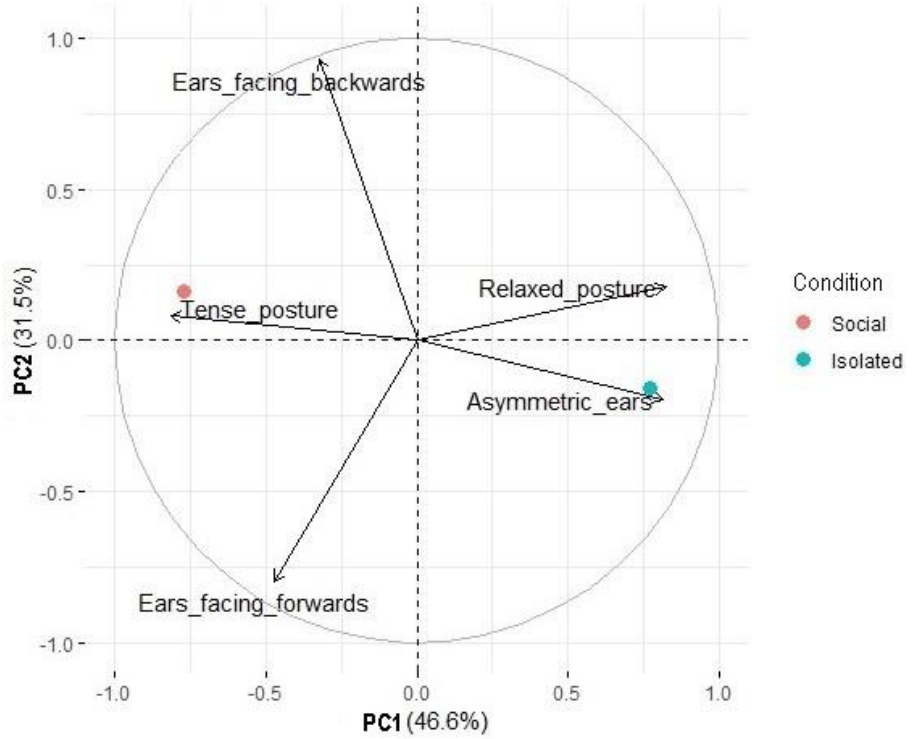


Figure 4: Loadings of the ear position and postures on the two principal components of the PCA analysis. The two conditions are reported as dots (SC: Social Condition, IC: Isolated Condition).

Table 3: Correlation coefficients between the variables and the two first principal components of the PCA (cos^2)

Variables	PCA	
	PC1	PC2
Backward-facing ear position	0.1	0.86
Forward-facing ear position	0.22	0.64
Asymmetric position	0.67	0.038
Tense posture	0.66	0.006
Relaxed posture	0.68	0.032

Experiment 3: Judgment bias test

The model included the following fixed factors: condition, location, interaction between condition and location, sequence order and replicate number (see Supplementary Material, Table S2, S3). Post-hoc comparisons revealed that condition had no effect on the approach latency for all position except for the NN location: horses in the Social Condition approached the NN location significantly faster than horses in the Isolated Condition did (*P*=0.038, Table 4).

Table 4: Pairwise comparisons of the approach latency for the five positions between horses in the Social Condition and the Isolated Condition

Position	Coefficient (log-HR)	SE (coefficient)	Hazard ratio (95% IC)	z	*P*
P	0.28	0.42	0.76 (0.34 – 1.72)	-0.66	0.51
NP	0.95	0.52	0.39 (0.14 – 1.07)	-1.83	0.067
M	0.37	0.51	0.69 (0.25 – 1.88)	-0.73	0.47
NN	1.47	0.71	0.23 (0.057 – 0.92)	-2.07	0.038
N	0.38	0.67	0.69 (0.18 – 2.57)	-0.56	0.58

P= Positive position; NP= Near Positive position; M= Middle position; NN= Near Negative position; N = Negative position. Significant results are in bold (*P*<0.05).

DISCUSSION

The results of this study suggest that horses with daily social contact are in a more positive emotional state than those with no social contact. Horses that had social contact expressed fewer stereotypic behaviours in the individual stall, and expressed fewer negative behaviours with less time spent in a tense and alert state when interacting with humans during

grooming. During the judgement bias test, they also reached the near negative ambiguous location faster that the horses in the isolated condition, highlighting an optimistic bias.

Observations in the stall show that horses in the social condition expressed fewer aberrant and repetitive behaviours than horses in the isolated condition, a finding also reported in studies comparing individual stalls with different types of housing where the possibilities of social contact were less restricted (Heleski et al., 2002; Lansade et al., 2014; Ruet et al., 2020; Visser et al., 2008). It has also been shown that the more time horses spent in individual stalls, the more frequently they showed stereotypies (McGreevy et al., 1995), and this may support our result in horses in the isolated condition. Moreover, the lack of turnout to pasture – where horses can have free movement - is known to be a source of stress (Werhahn et al., 2012). The state of the horses in the isolated condition could be explained by the lack of social turnout, during which the horses can freely express their social behaviour.

Observations during grooming are in line with those collected in the stall: horses that had social contacts were less likely to express behaviours indicative of agitation and latent restlessness than horses deprived of social contacts. A similar finding was reported in the study by Rivera et al. (2002) where young horses housed in groups also expressed fewer undesirable behaviours during training than those housed in individual stalls. However, in our study these behaviours were expressed by adult sport horses that had already spent years in stalls and were used to being groomed; these reactions were therefore not related to new constraints. It is possible that stereotypic behaviours in the stall and abnormal behaviours during grooming played a role in 'self-stimulation' (Waran, 2001): the animal's lack of control over its environment and the restriction of highly motivated behaviours such as social and locomotor behaviours could cause high excitability and the appearance of such abnormal behaviours to compensate for its unfulfilled needs (Meehan & Mench, 2007). In contrast, social encounters for horses in the social condition allowed them to be sensorially, socially and cognitively stimulated and to regain a little control over their environment. It is also important to note that handling by humans before social encounters may have been positively experienced by the horses in the social condition, associating humans with these pleasant moments. We cannot exclude that these positive experiences may have influenced the general perception of humans by these horses, leading indirectly to less wariness in other contexts such as grooming by humans. We might also have expected this time out of the stall (grooming sessions) to lead to a relaxed attitude or more exploration/observation behaviours for the horses in both conditions, and in particular for the horses in the isolated condition (since they are kept in the stall for more than 20 hours a day and only leave the stall to be ridden). On the contrary, it turned out that the horses in the isolated

condition were more frequently in a state of alertness than the horses in the social condition, even though grooming was carried out in their stable, an extremely familiar environment in which they were used to be taken out and groomed before being ridden.

Our overall observations of horses in the isolated condition in the stall and during grooming reveal a general state of anxiety in these animals. Anxiety is defined as the emotional reaction to a potential danger (real or not) that threatens the integrity of the individual (Boissy, 1998). It is also characterised by an increase in attention and vigilance. A study conducted in sheep showed that individuals in an anxiety-like state spend more time alert and looking at a place where there was previously a threat than individuals in a less anxious state (Lee et al., 2016). Furthermore, the link between inappropriate housing conditions, lack of complexity in the living environment and an increase in fear and anxiety has already been established in various species (Anderson et al., 2021; Jones, 1996; Klein et al., 1994). The stall environment, which provides very little stimulation on a daily basis, may have amplified the responses of horses in the isolated condition through vigilance and agitation triggered by any external stimulus, even the slightest. Consequently, the outside environment seems to be perceived as threatening, including humans during grooming. This is echoed by Lansade et al. (2018), who points out that horses do not appreciate standard grooming, which can provide an additional risk factor considering that a high accident rate occurs when humans interact with horses on the ground, i.e. not during riding practice (Hausberger et al., 2008). The perception and appreciation of grooming can also be linked to the personality of horses, particularly sensitivity to touch, as brush strokes can cause discomfort for the most sensitive horses. An interesting point here is that the horses that were the most emotional and the most sensitive to touch – who could have therefore exhibited more negative behaviours during grooming or could have been more vigilant – were equally distributed in both conditions. Despite this homogeneous distribution, the overall attitude of the horses in the social condition was more relaxed than that of the horses of the isolated condition during these grooming sessions, which suggests a more positive emotional state, as confirmed during the judgment bias test.

The judgment bias test has been used several times in horses to compare different housing conditions, but the results of the different studies are contradictory. Henry et al. (2017) demonstrated that pastured leisure horses living in groups exhibited an optimistic bias, unlike ridden school horses living in individual stalls. Marliani et al. (2022) found no differences between these same two living conditions on a similar task but the authors suggest that their result is probably related to the stress of social isolation experienced during the task by horses living in groups. Our results are consistent with those found by Henry et al. (2017): horses with

social contact showed an optimistic bias that was not found in isolated horses. In various species, including the horse, the transition from unfavourable to more favourable living conditions or the cessation of uncomfortable manipulations seems to induce an optimistic bias in animals (Briefer & McElligott, 2013; Douglas et al., 2012; Löckener et al., 2016; Sanger et al., 2011). Such an effect has also been observed here with horses made optimistic by these positive social moments, despite kept confined for the rest of the day. Social needs do indeed have an extremely high value for the horse. Although the current domestic living conditions of the study are very different, Søndergaard et al. (2011) demonstrated that horses' motivation to access direct physical contact, even partial, remains very high, and this provides further support for our findings.

In conclusion, this study demonstrates that temporary but regular social contacts have a positive effect on the emotional state of horses in several contexts, giving us an indication of their improved overall state of welfare. These results suggest that it would be necessary to rethink the general way in which horses are managed, i.e. with an almost non-existent social life and very serious consequences for the animal welfare and its relationship with humans. Moreover, cognitive processes are involved throughout the working life of a horse. There is an interdependence between welfare and cognition (Franks, 2018; Boissy & Erhard, 2014): the effect of social stress, caused by social isolation, could therefore have implications for both the animal's overall welfare and its cognitive abilities, which in turn could affect its performance at work. These negative consequences for equestrian activity could convince the horse industry to provide better housing condition for horses, based on equine social needs, and thus meet society's expectations regarding the welfare of horses.

DATA AVAILABILITY

Data are available at https://doi.org/10.5281/zenodo.13787686.

DECLARATION OF INTEREST

We declare no conflict of interest.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was funded by the French Horse and Riding Institute (Social Welfare Project), which had no role in the execution of the study, analyses or manuscript preparation. We would like to thank the grooms and the owners of the structure that welcomed us for their collaboration

in the field, and are grateful to the trainees for their participation in the manipulations. We thank François-Xavier Dechaume-Moncharmont for his precious advice in statistical analysis and the very interesting exchanges about judgement bias interpretation. We are grateful to Joanna Lignot, professional copy editor, for proofreading the English version of the manuscript.

REFERENCES

Altmann, J. (1974). Observational Study of Behavior: Sampling Methods. *Behaviour*, *49*(3/4), 227–267.

Anderson, M. G., Campbell, A. M., Crump, A., Arnott, G., Newberry, R. C., & Jacobs, L. (2021). Effect of Environmental Complexity and Stocking Density on Fear and Anxiety in Broiler Chickens. *Animals*, *11*(8), 2383. https://doi.org/10.3390/ani11082383

Arena, I., Marliani, G., Sabioni, S., Gabai, G., Bucci, D., & Accorsi, P. A. (2021). Assessment of horses' welfare: Behavioral, hormonal, and husbandry aspects. *Journal of Veterinary Behavior*, *41*, 82–90. https://doi.org/10.1016/j.jveb.2021.01.006

AWIN. (2015). AWIN welfare assessment protocol for horses. https://doi.org/10.13130/AWIN_HORSES_2015

Bartoń, K. (2023). *MuMIn: Multi-Model Inference*. https://CRAN.R-project.org/package=MuMIn

Bethell, E. J., Holmes, A., MacLarnon, A., & Semple, S. (2012). Evidence That Emotion Mediates Social Attention in Rhesus Macaques. *PLoS ONE*, *7*(8), e44387. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044387

Boissy, A. (1998). Fear and fearfulness in determining behavior. In *Genetics and the behavior of domestic animals* (pp. 67-111). Academic Press, San Diego, CA, USA.

Boissy, A., & Erhard, H. W. (2014). How Studying Interactions Between Animal Emotions, Cognition, and Personality Can Contribute to Improve Farm Animal Welfare. In T. Grandin; M.J. Deesing (Eds.), *Genetics and the Behavior of Domestic Animals* (pp. 81–113). Academic Press, San Diego, CA, USA. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394586-0.00003-2

Boissy, A., & Lee, C. (2014). How assessing relationships between emotions and cognition can improve farm animal welfare. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE*, *33*(1), 103–110. https://doi.org/10.20506/rst.33.1.2260

Briefer, E. F., & McElligott, A. G. (2013). Rescued goats at a sanctuary display positive mood after former neglect. *Applied Animal Behaviour Science*, *146*(1–4), 45–55. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.03.007

Brooks, M. E., Kristensen, K., Van Benthem, K. J., Magnusson, A., Berg, C. W., Nielsen, A., Skaug, H. J., Machler, M., & Bolker, B. M. (2017). glmmTMB balances speed and flexibility among packages for zero-inflated generalized linear mixed modeling. *The R Journal*, *9*(2), 378–400.

Bučková, K., Špinka, M., & Hintze, S. (2019). Pair housing makes calves more optimistic. *Scientific Reports*, *9*(1), 20246. https://doi.org/10.1038/s41598-019-56798-w

Burnham, K. P., & Anderson, D. R. (2004). *Model selection and multimodel inference: A practical information-theoretic approach* (2nd ed.). Springer, New York, N.Y, USA.

Christensen, J. W., Ladewig, J., Søndergaard, E., & Malmkvist, J. (2002). Effects of individual versus group stabling on social behaviour in domestic stallions. *Applied Animal Behaviour Science*, *75*(3), 233–248. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(01)00196-4

Christensen, J. W., Malmkvist, J., Nielsen, B. L., & Keeling, L. J. (2008). Effects of a calm companion on fear reactions in naive test horses. *Equine Veterinary Journal*, *40*(1), 46–50. https://doi.org/10.2746/042516408X245171

Douglas, C., Bateson, M., Walsh, C., Bédué, A., & Edwards, S. A. (2012). Environmental enrichment induces optimistic cognitive biases in pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, *139*(1–2), 65–73. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.02.018

Flamand, A., Zellenka, C., Mos, J., Starczan, A., Polak, A., & Petit, O. (2024). Neigh-bours: Why every young horse needs good friends. A pilot study during the breaking-in period. *Applied Animal Behaviour Science*, 272, 106190. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2024.106190

Fortin, M., Valenchon, M., Lévy, F., Calandreau, L., Arnould, C., & Lansade, L. (2018). Emotional state and personality influence cognitive flexibility in horses (*Equus caballus*). *Journal of Comparative Psychology*, 132(2), 130. https://doi.org/10.1037/com0000091

Franks, B. (2018). Cognition as a cause, consequence, and component of welfare. In *J. A. Mench (Ed.), Advances in Agricultural Animal Welfare* (pp. 3–24). Woodhead Publishing., Duxford, UK. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101215-4.00001-8

Fraser, D. (2008). Understanding animal welfare. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 50(S1), S1. https://doi.org/10.1186/1751-0147-50-S1-S1

Friard, O., & Gamba, M. (2016). BORIS: a free, versatile open-source event-logging software for video/audio coding and live observations. *Methods in Ecology and Evolution*, *7*(11), 1325–1330. https://doi.org/10.1111/2041-210X.12584

Fureix, C., Menguy, H., & Hausberger, M. (2010). Partners with Bad Temper: Reject or Cure? A Study of Chronic Pain and Aggression in Horses. *PLoS ONE*, *5*(8), e12434. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012434

Fureix, C., Gorecka-Bruzda, A., Gautier, E., & Hausberger, M. (2011). Cooccurrence of yawning and stereotypic behaviour in horses (*Equus caballus*). *International Scholarly Research Notices*, 2011(1), 271209.

Fureix, C., Jego, P., Henry, S., Lansade, L., & Hausberger, M. (2012). Towards an Ethological Animal Model of Depression? A Study on Horses. *PLoS ONE*, *7*(6), e39280. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039280

Gygax, L. (2014). The A to Z of statistics for testing cognitive judgement bias. *Animal Behaviour*, *95*, 59–69. https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2014.06.013

Hall, C., Randle, H., Pearson, G., Preshaw, L., & Waran, N. (2018). Assessing equine emotional state. *Applied Animal Behaviour Science*, *205*, 183–193. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.03.006

Hartig, F. (2022). *DHARMa: Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level / Mixed) Regression Models*. https://CRAN.R-project.org/package=DHARMa

Hausberger, M., Roche, H., Henry, S., & Visser, E. K. (2008). A review of the human–horse relationship. *Applied Animal Behaviour Science*, *109*(1), 1–24. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.04.015

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(2), 291–302. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00108-9

Henry, S., Fureix, C., Rowberry, R., Bateson, M., & Hausberger, M. (2017). Do horses with poor welfare show "pessimistic" cognitive biases? *Die Naturwissenschaften*, *104*(1–2), 8. https://doi.org/10.1007/s00114-016-1429-1

IFCE. (2023). *Cheval Bien-Être v1.3 (Version 1.3)*. Perspicapp Studio

Jones, R. B. (1996). Fear and adaptability in poultry: Insights, implications and imperatives. *World's Poultry Science Journal*, *52*(2), 131–174. https://doi.org/10.1079/WPS19960013

Kaiser, H. F. (1960). The Application of Electronic Computers to Factor Analysis. *Educational and Psychological Measurement*, *20*(1), 141–151. https://doi.org/10.1177/001316446002000116

Klein, S. L., Lambert, K. G., Durr, D., Schaefer, T., & Waring, R. E. (1994). Influence of environmental enrichment and sex on predator stress response in rats. *Physiology & Behavior*, *56*(2), 291–297. https://doi.org/10.1016/0031-9384(94)90197-X

Krueger, K., Esch, L., Farmer, K., & Marr, I. (2021). Basic Needs in Horses? —A Literature Review. *Animals*, *11*(6), 1798. https://doi.org/10.3390/ani11061798

Lagisz, M., Zidar, J., Nakagawa, S., Neville, V., Sorato, E., Paul, E. S., Bateson, M., Mendl, M., & Løvlie, H. (2020). Optimism, pessimism and judgement bias in animals: A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *118*, 3–17. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.07.012

Lansade, L., Valenchon, M., Foury, A., Neveux, C., Cole, S. W., Layé, S., Cardinaud, B., Lévy, F., & Moisan, M.-P. (2014). Behavioral and Transcriptomic Fingerprints of an Enriched Environment in Horses (*Equus caballus*). *PLoS ONE*, *9*(12), e114384. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114384

Lansade, L., Philippon, P., Hervé, L., & Vidament, M. (2016). Development of personality tests to use in the field, stable over time and across situations, and linked to horses' show jumping performance. *Applied Animal Behaviour Science*, *176*, 43–51. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.01.005

Lansade, L., Nowak, R., Lainé, A.-L., Leterrier, C., Bonneau, C., Parias, C., & Bertin, A. (2018). Facial expression and oxytocin as possible markers of positive emotions in horses. *Scientific Reports*, *8*(1), 14680. https://doi.org/10.1038/s41598-018-32993-z

Lansade, L., Bonneau, C., Parias, C., & Biau, S. (2019). Horse's emotional state and rider safety during grooming practices, a field study. *Applied Animal Behaviour Science*, 217, 43–47. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.04.017

Laubu, C., Louâpre, P., & Dechaume-Moncharmont, F.-X. (2019). Pair-bonding influences affective state in a monogamous fish species. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *286*(1904), 20190760. https://doi.org/10.1098/rspb.2019.0760

Lee, C., Verbeek, E., Doyle, R., & Bateson, M. (2016). Attention bias to threat indicates anxiety differences in sheep. *Biology Letters*, *12*(6), 20150977. https://doi.org/10.1098/rsbl.2015.0977

Lenth, R. V. (2024). *emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means*. https://CRAN.R-project.org/package=emmeans

Lesimple, C., Reverchon-Billot, L., Galloux, P., Stomp, M., Boichot, L., Coste, C., Henry, S., & Hausberger, M. (2020). Free movement: A key for welfare improvement in sport horses? *Applied Animal Behaviour Science*, *225*, 104972. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2020.104972

Löckener, S., Reese, S., Erhard, M., & Wöhr, A.-C. (2016). Pasturing in herds after housing in horseboxes induces a positive cognitive bias in horses. *Journal of Veterinary Behavior*, *11*, 50–55. https://doi.org/10.1016/j.jveb.2015.11.005

Lüdecke, D., Ben-Shachar, M. S., Patil, I., Waggoner, P., & Makowski, D. (2021). Performance: An R Package for Assessment, Comparison and Testing of Statistical Models. *Journal of Open Source Software*, *6*(60), 3139. https://doi.org/10.21105/joss.03139

Marliani, G., Balboni, A., Tiberi, C., Malavasi, R., Gardini, A., & Accorsi, P. A. (2022). Is the judgment bias test a good tool to assess the quality of horse management? *Journal of Veterinary Behavior*, *58*, 62–69. https://doi.org/10.1016/j.jveb.2022.11.002

Mason, G. (2006). Stereotypic behaviour in captive animals: Fundamentals and implications for welfare and beyond. In G. Mason & J. Rushen (Eds.), *Stereotypic animal behaviour: Fundamentals and applications to welfare* (2nd ed., pp. 325–356). CABI Publishing. Wallingford, Oxfordshire, UK. https://doi.org/10.1079/9780851990040.0325

McBride, S. D., & Mills, D. S. (2012). Psychological factors affecting equine performance. *BMC Veterinary Research*, *8*(1), 180. https://doi.org/10.1186/1746-6148-8-180

McDonnell, S. M. (2003). The Equid Ethogram: A Practical Field Guide to Horse Behavior (1st ed.). Eclipse Press, The Blood-Horse, Inc. Lexington, KY, USA.

McGreevy, P., French, N., & Nicol, C. (1995). The prevalence of abnormal behaviours in dressage, eventing and endurance horses in relation to stabling. *Veterinary Record*, *137*(2), 36–37. https://doi.org/10.1136/vr.137.2.36

Meehan, C. L., & Mench, J. A. (2007). The challenge of challenge: Can problem solving opportunities enhance animal welfare? *Applied Animal Behaviour Science*, *102*(3–4), 246–261. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.031

Mellor, D. (2012). Animal emotions, behaviour and the promotion of positive welfare states. *New Zealand Veterinary Journal*, *60*(1), 1–8. https://doi.org/10.1080/00480169.2011.619047

Mendl, M., Burman, O. H. P., Parker, R. M. A., & Paul, E. S. (2009). Cognitive bias as an indicator of animal emotion and welfare: Emerging evidence and underlying mechanisms. *Applied Animal Behaviour Science*, *118*(3–4), 161–181. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.02.023

Mendl, M., Burman, O. H., & Paul, E. S. (2010). An integrative and functional framework for the study of animal emotion and mood. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 277(1696), 2895–2904. https://doi.org/10.1098/rspb.2010.0303

Mills, D. S. (2005). Repetitive movement problems in the horse. In D. S. Mills & S. M. McDonnell (Eds.), *The domestic horse: The origins, development, and management of its behaviour* (pp. 212–227). Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Mormède, P., Boisseau-Sowinski, L., Chiron, J., Diederich, C., Eddison, J., Guichet, J.-L., Le Neindre, P., & Meunier-Salaün, M.-C. (2018). Bien-être animal: Contexte, définition, évaluation. INRAE Productions Animales, 31(2), 145–162.

Paul, E. S., Harding, E. J., & Mendl, M. (2005). Measuring emotional processes in animals: The utility of a cognitive approach. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *29*(3), 469–491. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2005.01.002

R Core Team. (2023). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. https://www.R-project.org/

Redondo, A. J., Carranza, J., & Trigo, P. (2009). Fat diet reduces stress and intensity of startle reaction in horses. *Applied Animal Behaviour Science*, *118*(1–2), 69–75. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.02.008

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*(2–4), 235–252. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00091-6

Rolls, E. (2000). On the brain and emotion. *Behavioral and Brain Sciences*, 23(2), 219–228. https://doi.org/10.1017/S0140525X00512424

Rolls, E. (2005). *Emotion explained*. Oxford University Press, Oxford, UK.

Ruet, A., Lemarchand, J., Parias, C., Mach, N., Moisan, M.-P., Foury, A., Briant, C., & Lansade, L. (2019). Housing Horses in Individual Boxes Is a Challenge with Regard to Welfare. *Animals*, *9*(9), 621. https://doi.org/10.3390/ani9090621

Ruet, A., Biau, S., Arnould, C., Galloux, P., Destrez, A., Pycik, E., Boichot, L., & Lansade, L. (2020). Horses Could Perceive Riding Differently Depending on the Way They Express Poor Welfare in the Stable. *Journal of Equine Veterinary Science*, *94*, 103206. https://doi.org/10.1016/j.jevs.2020.103206

Ruet, A., Lemarchand, J., Briant, C., Arnould, C., & Lansade, L. (2024). A field approach to observing changes in behavioural welfare indicators over 2 years in stabled horses. *Animal*, *18*(4), 101120. https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101120

Sanger, M. E., Doyle, R. E., Hinch, G. N., & Lee, C. (2011). Sheep exhibit a positive judgement bias and stress-induced hyperthermia following shearing. *Applied Animal Behaviour Science*, *131*(3–4), 94–103. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.02.001

Scopa, C., Palagi, E., Sighieri, C., & Baragli, P. (2018). Physiological outcomes of calming behaviors support the resilience hypothesis in horses. *Scientific Reports*, *8*(1), 17501. https://doi.org/10.1038/s41598-018-35561-7

Smith, A. V., Proops, L., Grounds, K., Wathan, J., & McComb, K. (2016). Functionally relevant responses to human facial expressions of emotion in the domestic horse (*Equus caballus*). *Biology Letters*, *12*(2), 20150907. https://doi.org/10.1098/rsbl.2015.0907

Søndergaard, E., & Ladewig, J. (2004). Group housing exerts a positive effect on the behaviour of young horses during training. *Applied Animal Behaviour Science*, *87*(1–2), 105–118. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2003.12.010

Søndergaard, E., Jensen, M. B., & Nicol, C. J. (2011). Motivation for social contact in horses measured by operant conditioning. *Applied Animal Behaviour Science*, *132*(3–4), 131–137. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.04.007

Therneau, T. M. (2024). *Coxme: Mixed Effects Cox Models*. https://CRAN.R-project.org/package=coxme

Timney, B., & Keil, K. (1992). Visual acuity in the horse. *Vision Research*, *32*(12), 2289–2293.

Torcivia, C., & McDonnell, S. (2021). Equine Discomfort Ethogram. *Animals*, *11*(2), 580. https://doi.org/10.3390/ani11020580

Travain, T., & Valsecchi, P. (2021). Infrared thermography in the study of animals' emotional responses: A critical review. *Animals*, 11(9), 2510. https://doi.org/10.3390/ani11092510

Visser, E., Van Reenen, C., Engel, B., Schilder, M., Barneveld, A., & Blokhuis, H. (2003). The association between performance in show-jumping and personality traits earlier in life. *Applied Animal Behaviour Science*, 82(4), 279–295.

Visser, E. K., Ellis, A. D., & Van Reenen, C. G. (2008). The effect of two different housing conditions on the welfare of young horses stabled for the first time. *Applied Animal Behaviour Science*, *114*(3–4), 521–533. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.03.003

Waiblinger, S., Boivin, X., Pedersen, V., Tosi, M.-V., Janczak, A. M., Visser, E. K., & Jones, R. B. (2006). Assessing the human–animal relationship in farmed species: A critical review. *Applied Animal Behaviour Science*, *101*(3–4), 185–242. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.02.001

Waran, N. K. (2001). The social behaviour of horses. In L. J. Keeling & H. W. Gonyou (Eds.), *Social behaviour in farm animals* (pp. 247–274). CABI Publishing, Wallingford, Oxfordshire, UK.

Waran, N., Pearson, G., & Fraser, A. F. (2022). Development and Assessment of Equine Behaviour. In *Fraser's The Behaviour and Welfare of the Horse* (3rd ed., pp. 1–23). CABI Publishing, Wallingford, Oxfordshire, UK. https://doi.org/10.1079/9781789242133.0001

Waring, G. (2003). *Horse Behavior* (2nd ed). Noyes Publications, Norwich, N.Y, USA.

Werhahn, H., Hessel, E. F., & Van Den Weghe, H. F. A. (2012). Competition Horses Housed in Single Stalls (II): Effects of Free Exercise on the Behavior in the Stable, the Behavior during Training, and the Degree of Stress. *Journal of Equine Veterinary Science*, *32*(1), 22–31. https://doi.org/10.1016/j.jevs.2011.06.009

Young, T., Creighton, E., Smith, T., & Hosie, C. (2012). A novel scale of behavioural indicators of stress for use with domestic horses. *Applied Animal Behaviour Science*, *140*(1–2), 33–43. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.05.008

Zuur, A. F., Ieno, E. N., Walker, N., Saveliev, A. A., & Smith, G. M. (2009). *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. Springer, New York. https://doi.org/10.1007/978-0-387-87458-6

APPENDICES

A1: Welfare assessment (cf. Table A1):

All measures presented were collected before the start of the social experiment according to the AWIN protocol (AWIN, 2015) except for stereotypies. The latter were recorded alongside the three others behaviours used as proxy indicators of poor welfare in Experiment 1 (stereotypic and abnormal repetitive behaviours, hypervigilance, withdrawn posture, aggressiveness towards humans). For these specific measures, we used the "Cheval Bien-Être" protocol (IFCE, 2023), by scan sampling every 30 seconds (presence/absence) for 5 min. The occurrence of each behavioural category over the 5 minutes was calculated.

As each measure of welfare was recorded once per horse, the number of observations was restricted *(N*=20 observations per variable, *N*=10 per condition). Social Condition and Isolated Condition were compared using Fisher's exact test for binary variables and permutation tests for numerical and ordinal variables. Each variable was analysed separately.

Table A1: Initial welfare measurements and results

Measures	Data recorded	Variable	Results (Social Condition *vs* Isolated Condition)	*P*
Environmental measures				
Box dimensions	Satisfactory/ Not satisfactory (if the height at the withers>162 cm)	Binary	=	0.47
Quantity of bedding material	Sufficient/Insufficient	Binary	=	1
Cleanliness of bedding material	Dirty/Clean	Binary	=	1
Water availability	Functioning/Not functioning	Binary	=	1
Cleanliness of water	Clean (=0)/Partly dirty (=1)/Dirty (=2) The variable was coded as binary as the water was either clean or partially dirty.	Ordinal	=	1
Animal based measures				
Hair coat conditions	Healthy/Unhealthy	Binary	=	1
Signs of thermal stress	Absent/Present	Binary	=	1

Lameness	Absent/Present	Binary	=	1
Integument alterations	Number of skin lesions	Numerical (count)	=	0.66
Discharges	Absent/Present (observed areas: ocular, nasal and from vulva or penis).	Binary	=	1
Swollen joints	Absent/Present	Binary	=	1
Lesions at mouth corners	No lesion/lesion and type thereof (hardened spots, redness, open wounds).	Binary	=	0.63
Consistency of manure	Normal/Abnormal	Binary	=	1
Body score	Scale from extremely thin (=score 1) to obese (=score 5)	Ordinal	=	0.44
Breathing	Normal/Abnormal	Binary	=	0.47
Coughing	Absent/Present	Binary	=	1
Horse Grimace Scale	Global score: 0-12 with each facial unit score from 0 (absence) to 2 (presence) Facial unit: Backward ears, tension above the eye, orbital tightening, prominent strained chewing muscles, mouth strained and pronounced chin, strained nostrils and flattening of the profile.	Numerical (Score/12)	=	0.1
Behavioural indicators of poor welfare	Number of the four behavioural categories (stereotypies/ withdrawn posture / hypervigilance/ aggressiveness).	Numerical (count)	=	0.55
Human-animal relationship test 1 – Avoiding distance	No avoidance/ Avoidance behaviours	Binary	=	1
Human-animal relationship test 2 – Voluntary Animal Approach Test	Positive signs (=0)/No interest (=1)/Negative signs (=2)	Ordinal	=	1

Human-animal relationship test 3 – Forced Human Approach Test	Positive signs (=0)/No interest (=1)/Negative signs (=2)	Ordinal	=	0.52

A2: Data collected during the personality test (cf. Table A2)

The three tests on fearfulness were conducted individually in a 20*42 m arena.

During all these tests, defecations were recorded as a measure of stress. Two other variables were measured on graduated scales, as a complement during the new object and new area tests. General tension (from very low (score 1): neck less than 30° above the horizontal or lower, and ears relaxed, to very high (score 4): neck high, unstable, ears very mobile, possibly snoring or with tail raised) and quick movements (score 1: no movement, score 2: small toss(es) of the head, pulling the lead, low-level defence(s) such as pushing, low-levell evasive behaviour(s), score 3: strongly pushing the experimenter/ strong evasive behaviours / rearings / buckings / bitings).

One individual from Isolated Condition could not be tested because he was sick on the day of the personality tests and his owner preferred him not to take part in the tests.

Table A2: Details of the personality test

Dimension of personality	Test	Description
Sensory sensitivity	Touch sensitivity test	This test was carried out in front of the horse's stall, with the horse held by a handler. It was performed with four von Fray filaments of increasing diameter (0.008 g, 0.02 g, 1 g, and 300 g, Stoelting, IL USA). The experimenter applied the filament perpendicular to the base of the withers, alternating between the left and right sides. The response was measured as the presence or absence of skin muscle tremor. Two measurements were taken per filament, one when the filament touched the horse's skin and the second when it bent. The total sensitivity score was given by the total response/total measurements (i.e. a ratio out of 6).
Fearfulness	Fearfulness of novelty: new object test	The horse was held by an unfamiliar handler who stood to the horse's left and led it around to make a turn as close as possible to the unknown object (two 170 cm high jump stands, covered with a plastic tarpaulin). The handler held the leading rein so that the horse could move away as far as it wanted. The

		handler walked at a speed of two steps/second but slowed or stopped if the horse expressed an avoidance reaction, and did not force the movement. The time taken to walk around the object and various behavioural measures such as body tension, the horse's defensive movements and its distance from the object were collected.
	Fearfulness of novelty: new area test	The horse was led in hand by the handler in front of a new surface laid on the ground (green tarpaulin 3 m*3 m) where an experimenter gave it grain in a bucket. The bucket was then placed in the middle of the surface and the handler walked towards the bucket, leaving the horse free to follow him or not. The time taken for the horse to put one foot on the surface and to put its head in the bucket was measured. As in the previous test, body tension and defensive movements were measured. Both tests had a maximum duration of 3 min.
	Fearfulness of suddenness: Suddenness test	The horse is led by the handler to a distance of 5 m from an experimenter holding a closed umbrella. The experimenter suddenly opens the umbrella and instantly closes it again. The horse's body tension and its reactions were measured on a scale of 1 to 7, as is its flight distance. The manipulation and measurements were repeated a second time.
Gregariousness		Vocalisations (whinnying) were recorded during all the tests of fearfulness. A whinny is defined as the longest and most audible of horse sounds and is emitted to maintain or to regain contact with conspecifics (Waring, 2003)

A3: PCA from the personality tests (cf. Fig. A1 and Table A3):

We performed a PCA (correlation matrix, without rotation) to obtain an overview of the personality of the horses in the two conditions. The variables that were not highly correlated with each other ($r>0.7$) and with loadings $\geq |0.4|$ were included in the PCA. Relationships between conditions (using the individual coordinates of Social Condition and Isolated Condition) and each variable were calculated with chi-square tests.

The two first principal components with an eigenvalue ≥ 1 explained 78,40 % of the total variance. Principal component 1 was mainly related to fearfulness toward novelty (latency in the novel object test: $r=0.69$, latency in the novel area test: $r=0.48$) and global tension during the tests ($r=0.77$). Principal component 2 was related primarily to sensitivity ($r=0.82$) and

fearfulness toward suddenness (r=0.64). The distribution of individuals in the two conditions according to the two PCs is detailed in Table A3. There was no significant difference in the distribution of these personality dimensions between the two conditions (cf. Table A3).

Table A3: Distribution of Social Condition and Isolated Condition individuals according to personality traits

Personality (median score)	Type	Number of individuals		Exact Fisher Test
		Social Condition	Isolated Condition	
Fearfulness of novelty (PC1 : 0.01)	Fearful of novelty	4	5	*P*=0.66
	Non_fearful of novelty	6	4	
Tactile sensitivity (PC2 : 0.05)	Sensitive	7	2	*P*=0.07
	Non-sensitive	3	7	

The distribution among the different types was based on the median of each principal component

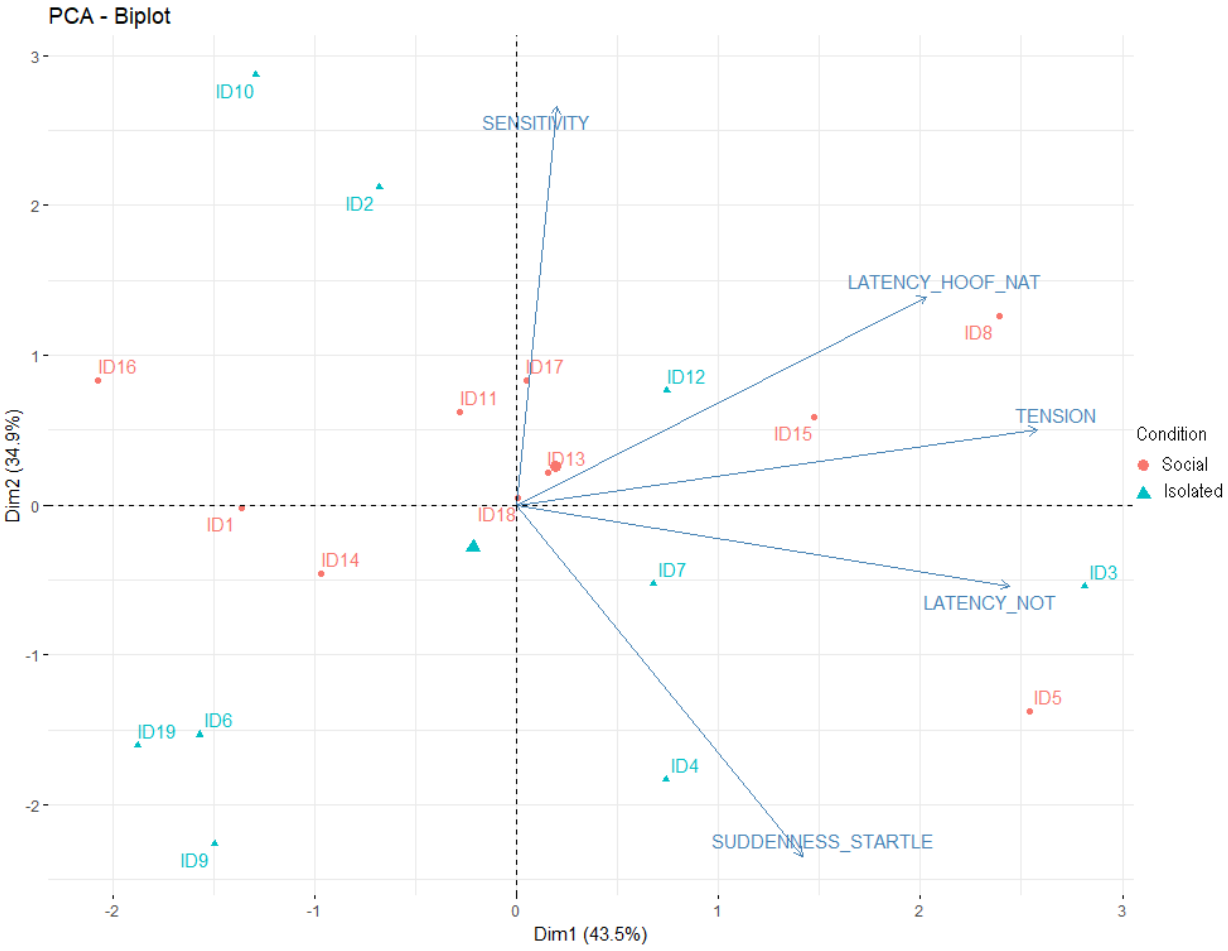


Figure A1: Biplot of individuals and variables in the PCA

Caption:

SENSITIVITY: score obtained in the touch sensitivity test

LATENCY_NOT: latency measured during the new object test

LATENCY_HOOF_NAT: latency measured to put a hoof on the surface in the new area test

SUDDENNESS_STARTLE: score obtained in the suddenness test

TENSION: total score of body tension during all the tests on fearfulness

CONDITION: Social Condition in red; Isolated Condition in blue

Table A4: Experiment 3 - Effect of the characteristics of the sample on the response latency

Dependent variable	Fixed effects	χ^2	df	*P*
Latency	Replicate	8.3	1	0.004
	Breed	6.35	5	0.27
	Age	2.78	1	0.095

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Table S1: Standardised grooming sequence

The experimenter always started with the left side before moving on to the right side, then changed brushes according to the following protocol:

Stage	Type of tool	Description (for each side)
1	Spiral curry comb	10 brush strokes on the neck, 10 brush strokes on the back, 10 brush strokes on the belly, 10 brush strokes on the rump.
2	Dandy brush	10 brush strokes on the neck, 3 brush strokes on the foreleg, 10 brush strokes on the back, 10 brush strokes on the belly, 3 brush strokes on the hindleg, 10 brush strokes on the rump.
3	Mane and tail brush	10 brush strokes on the mane, 10 brush strokes on the tail

Judgment bias test - Learning phase:

We performed a permutation test (exact method) on the total number of learning sessions of each horse in the two conditions before reaching the criterion. There was no difference in learning between the two conditions (z=-0.28, *P*=0.85).

Table S2: Effect of the box position and colour on the response latency (during training)

Dependent variable	Fixed effects	χ^2	df	*P*
Positive location				
Latency	Location * Colour	1.48	1	0.22
	Location	0.01	1	0.91
	Colour	0.12	1	0.73
Negative location				
Latency	Location * Colour	0.02	1	0.89
	Location	0.20	1	0.66
	Colour	0.05	1	0.82

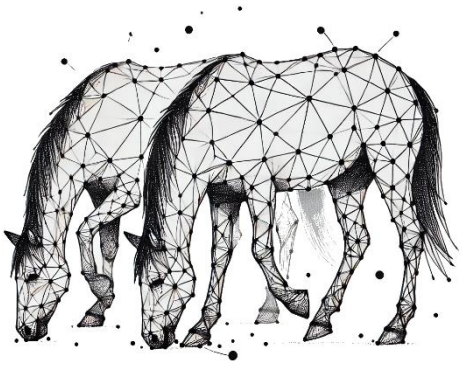
Table S3: Effect of the box position and colour on the response latency (during test)

Dependent variable	Fixed effects	χ^2	df	*P*
Positive location				
Latency	Location * Colour	0.63	1	0.43
	Location	1.35	1	0.25
	Colour	2.01	1	0.09
Negative location				
Latency	Location * Colour	0.03	1	0.86
	Location	0.28	1	0.59
	Colour	0.65	1	0.42

The location (right or left) and colour of the pot (white or black) for the positive and negative stimuli learned during the training period were randomly alternated between individuals. We assessed whether the location and colour of the P and N stimuli influenced the response latency of the horses during the test period. Analyses were performed using a mixed Cox model with the individual as a random factor. The influence of the explanatory variables was tested using a likelihood ratio test (LRT) with the lrtest function from the lmtest package.

Chapitre 5

Isolement social prolongé et compétences sociales chez les étalons



Synthèse de l'article 3

QUESTIONS

La privation sociale prolongée affecte-t-elle les compétences sociales des étalons ? Sont-ils capables d'interagir avec un congénère et former un groupe social fonctionnel ?

METHODES

Six étalons désocialisés depuis plusieurs années ont été mis en contact par le biais d'un protocole graduel d'une durée de deux mois. Les étalons se sont d'abord tous rencontrés à distance, suivi d'une phase au cours de laquelle trois paires ont été progressivement renforcées grâce à un dispositif permettant des interactions sociales sécurisées. Enfin, tous les individus ont été relâchés ensemble, aboutissant à la formation d'un groupe. Les interactions agonistiques, affiliatives et rituelles/exploratoires ont été collectées tout au long de l'étude. Les affinités ont également été mesurées via la proximité spatiale interindividuelle lors d'une phase par paire à la pâture.

RESULTATS

À chaque étape, les interactions agonistiques et rituelles/exploratoires ont diminué au fil du temps. De plus, des interactions affiliatives ont été observées dès les premiers stades de contact entre les étalons, et des affinités se sont développées, notamment au sein d'une paire d'individus. Cependant, un individu a montré un manque de compétences sociales, suggérant que la resocialisation ne serait pas envisageable pour tous les individus.

CONCLUSION

Les résultats de cette étude indiquent que des étalons désocialisés sont capables de créer un groupe social malgré des années d'isolement. Ils soulignent également qu'à travers un processus de familiarisation progressive, il est possible de faciliter une transition sécurisée d'un hébergement individuel à la vie en groupe, offrant ainsi des conditions plus respectueuses des besoins de l'espèce.

ARTICLE 3

Pilot study on the resocialisation of stallions

Anna Flamand[a,b,c], Camille Eyraud[b], Valentine Llopis[b], Lucas Frantz[b], Frédérique Cuir[d], Mathilde Valenchon[e,†], Odile Petit[a,†]

[a] Equipe Ethologie Sociale et Cognitive, UMR 6024 CNRS, Université de Clermont-Auvergne, 63001 Clermont-Ferrand, France

[b] UMR 7247, CNRS, IFCE, INRAE, Université de Tours, 37380 Nouzilly, France

[c] Endurabois, 26120 Malissard, France

[d] IFCE, Haras du Pin National, 61310 Le Pin-au-Haras, France

[e] UMR MoSAR, 91120 Palaiseau, France

[†]co-last authors

Article soumis dans *Applied Animal Behaviour Science*

ABSTRACT

Under natural conditions, stallions establish stable social groups of two distinct forms: family groups, comprising mares and their young, and bachelor groups, composed entirely of stallions. However, in domestic conditions, stallions are most commonly housed in individual stable, a system that stands in stark contrast to group living and considerably curtails social contact. One of the main reasons for this choice is related to the fear of injuries during social interactions. However, this type of housing has detrimental effects on both health and welfare. In addition, prolonged isolation may weaken stallions' social skills, creating a vicious cycle: the more they are isolated, the more their social skills deteriorate, reducing their chances of reintegration into a social environment that is crucial for their health and welfare. Therefore, the aim of this study was to investigate the effects of isolation on the social skills of socially deprived stallions and the effectiveness of a gradual protocol to enable a transition from individual housing to group living. We collected the agonistic, affiliative, and ritual/investigative interactions of six stallions during a two-months stepwise protocol. The stallions first met at a distance, followed by a phase in which three pairs were gradually reinforced, ultimately leading to the formation of a group with all the individuals. At each step, agonistic and ritual/investigative interactions decreased over time. Additionally, affiliative interactions were observed between the stallions from the initial steps of contact, and affinities developed, notably among one pair of individuals. Nevertheless, one individual exhibited a lack of social skills, suggesting that resocialisation may not be feasible for all individuals. The findings of this study indicate that through a gradual familiarisation process, it is possible to facilitate a secure transition from individual housing to group living, thereby providing conditions that are more respectful of the species' needs. This research also provides insights into identifying precursor signs of social skills to determine individuals unfit for resocialisation through this approach.

Keywords: horse, housing conditions, social deprivation, social interactions, social skills

INTRODUCTION

The horse is a social species that lives in stable groups under natural conditions (Berger, 1977; Feist & McCullough, 1976). This social organisation takes two forms: family groups and bachelor stallion groups (Goodwin, 2007). Within these groups, members share social relationships that arise from the repeated interactions between individuals (Hinde, 1976). Social relationships can be classified into two categories: dominance-subordination and affiliative relationships (Houpt et al., 1978). Dominance relationships result from conflicts over access to resources such as food, water or sexual partners (Silk, 2007). Gradually, agonistic interactions leading to actual conflicts decrease as the relationship becomes more established. Affiliative relationships, on the other hand, are preferential bonds between two individuals. These can be observed through physical contact, mutual grooming, or simply maintaining close proximity (Costa et al., 2019). Within bachelor groups, stallions can develop strong affiliative relationships (Feh, 2005). This structure also facilitates the social development of young males (Hoffmann, 1985), particularly through frequent play fighting, which allows them to assess their physical strength (Feh, 2005). In family group, the breeding stallion defends the members of its group against potential threats, and keeps them away from outsiders to maintain its integrity (Keiper, 1986). During encounters between family groups, stallions generally interact in a ritualised manner: they adopt characteristic postures and behaviours without physical contact (Waring, 2003). During encounters between a family group and a bachelor group, physical aggressions between stallions are significantly more frequent (Keiper, 1986). Nevertheless, encounters of these types rarely result in conflicts that lead to serious injuries (Briefer et al., 2013).

Under domestic conditions, horses and particularly stallions, are mostly housed individually from the age of 2-3 years, at the time of sexual maturity (Burger et al., 2012; Irrgang & Gerken, 2010). The main reasons for choosing this housing method are the risk of injuries during social interactions and the expression of sexual behaviours (Górecka-Bruzda et al., 2023).

It is also a concern that horses could be more aggressive towards humans, and harder to handle (de Oliveira & Aurich, 2021). Moreover, additional measures are often implemented to avoid even more any chance of social contact, such as isolated corridors from other horses, solid walls between adjacent stalls, or even the absence of conspecific facing them to limit visual contact. Nonetheless, social isolation and, more generally individual housing, is known to have detrimental effects on welfare, which can manifest as behavioural issues such as stereotypies or increased aggression (Lansade et al., 2014; Søndergaard & Ladewig, 2004). In the case of stallions, extreme isolation prevents any opportunity for social contact and could impact social skills. In various species, the absence of social contacts can affect the development of social skills (Kalcher-Sommersguter et al., 2015; Salazar et al., 2018). For example, in primates, maternal deprivation impacts play behaviour: play sessions more frequently end in aggression among young individuals maternally deprived compared to those raised with their mother (Van Leeuwen et al., 2014). Similarly, social isolation, as opposed to group living, increases aggressive behaviours in rodents (Albers et al., 2006; Oliveira et al., 2019). However, the deleterious effects of social isolation on social skills can be mitigated in some cases. For instance, in rats (*Rattus norvegicus*), social isolation induces a deficit in the expression of prosocial behaviours that can be restored through resocialisation (Tulogdi et al., 2014). In horses, a study has demonstrated that stallions that were housed individually for years were able to successfully form a social group, suggesting that even after long-term individual housing, stallions retain the capacity for social integration (Briefer et al., 2013). However, it should be noted that the individuals in this study maintained regular social contact with other stallions for work purposes (in horse-drawn carriage), thereby contributing to the preservation of their ability to communicate with conspecifics. Interestingly, allowing individually housed horses to access to punctual social contact also helps decreasing the expression of stereotypic behaviours (Flamand et al., 2024). Altogether, these studies raise the question of the 'recovery' of social skills in stallions that have been desocialised due to their housing conditions. Indeed, one might wonder whether it would

be possible to resocialise stallions that have spent many years strictly socially isolated. Could the social deprivation linked to individual housing affect their social skills? Will they be able to interact suitably and establish a functional social group?

The main objective of this study is to evaluate the effectiveness of a gradual socialisation protocol aiming to facilitate the transition from individual housing to group living in socially deprived stallions. Due to the limited number of facilities that house stallions in family groups, this study seeks to test whether the protocol can successfully establish a group of bachelor males, similar to those observed in natural conditions.

MATERIALS & METHODS

Animals and housing conditions

The study was conducted on six breeding stallions of different breeds (French Trotter, Anglo-Arabian, Arabian Purebred, Selle Français), aged between 5 and 21 years. During the study, the horses were housed in 3 x 3-metres stalls with solid walls (grills blocked by plywood sheet) to prevent any contact (the usual housing conditions for these animals). They had access to water at all times and were fed pellets in the morning, noon, and evening, along with forage in the morning and evening. They were turned out for 2 hours each day in individual paddocks. All horses had been housed in the facility for at least one year, had likely been individually housed since the age of three years old, or younger, and had no social contact other than distant visual and occasional olfactory interactions.

Protocol

To form a social group, we used a gradual protocol (adapted from Briard & Petit, 2014 and Romain et al., 2019) that allowed the horses to meet initially, and interact progressively in

pairs to create and strengthen social bonds before forming the group (Figure 1). All pair combinations were tested during the first steps to ensure that all individuals became familiar with each other.

Step 1: Contact opportunities through a grid and then in adjacent paddocks in pairs

The stallions were placed in adjacent stalls with a partitioned grid allowing them to see and partially smell each other. Each pair could interact for two days (a full day consisting of 7.5 hours of contact on the first day, followed by another full day and a night on the second day).

Step 2: *Contact opportunities in adjacent paddocks in pairs*

On the third day, the horses were placed for 2.5 hours in two adjacent paddocks of 1000 m^2, separated by a distance of 3 metres. This setup allowed each horse to see the entire body of the other, enabling them to visually assess each other's physical abilities—a behaviour generally exhibited by stallions when different groups pass near each other in natural conditions (Waring, 2003). During this step, communication was limited to olfactory and visual cues from a distance.

Step 3: Pair interactions in the "Social Box": Opportunities for direct physical contact in a restricted environment (strengthening the social bond of pairs)

Three pairs were composed based on their age, a factor that may promote the establishment of affiliative relationships (Briard, 2015). Each pair met in a setup called the "social box," specially designed for our study and manufactured by the company Technibelt. This setup consisted of two adjacent 3 x 3-metres stalls with a partition wall featuring two vertical openings of 240 cm, equipped with padded posts allowing the horse to pass its head and neck through to the chest in a safe manner. This step comprised seven daily encounters, each lasting two hours (see Figure S1 of the Supplementary Material).

Step 4: Pair interactions in the pasture: opportunities for direct physical contact in an open environment (strengthening the social bond of pairs)

Each pair was allowed to move freely in a pasture of 4.6 hectares during 2 hours (Day 1) and then for a full day (Day 2), from 9:00 to 17:00.

Step 5: Opportunities for direct physical contact in an open environment (Group formation with all individuals)

The horses were introduced in the same pasture as before. During this final step, all six horses were released simultaneously at various locations in the pasture, ensuring a minimum distance of 100 metres between each individual to allow them enough distance to choose how and when to initiate interactions with each other. Then, the group was studied for eight consecutive days. Subsequently, for management reasons, three individuals were removed from the group, and the remaining group spent the summer in the pasture.

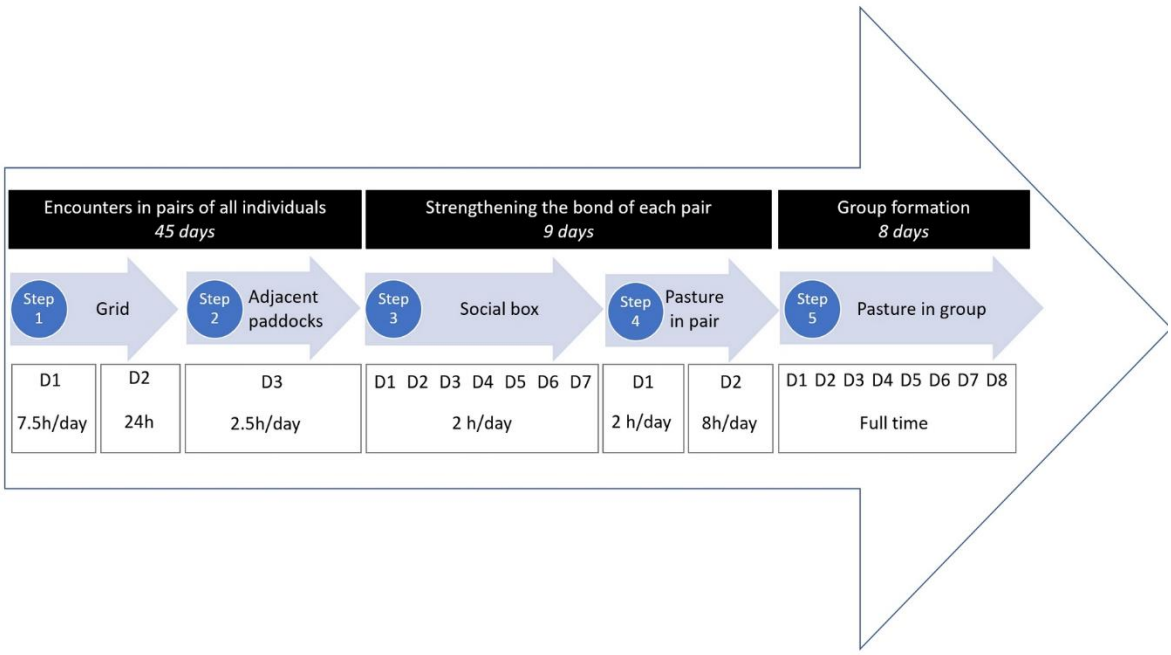


Figure 1: Schematic representation of the protocol.

D = day. The total duration of the steps is shown in black boxes, and the duration of the encounters in pair is detailed by day in white boxes.

Observations

Observation procedure

Throughout the different stages of contact, interactions were filmed, and the horses' behaviour was directly and constantly monitored by an observer to ensure animal safety (CE). The recorded videos were then analysed to record interactions (AF) using a continuous behaviour sampling method (Altmann, 1974). For Step 1, the interactions through the grid were observed each day during three one-hour periods (Period 1: between 09:30 and 11:30; Period 2: between 12:30 and 14:30; Period 3: between 16:30 and 18:30), in a random order among the pairs. For Step 2 and 3, encounters were observed in their entirety.

The interaction during pair encounters (Steps 1 to 4) were recorded using two cameras (Sony NP-BX1; Canon Full HD 1080P Digital), each filming the interactions from the stall of one of the two horses or specifically following an individual during the pasture steps.

During the contact of the entire group (Step 5), the two cameras were placed at two distant points in the pasture, allowing for an overview of the space. Interactions were recorded from 10:30 to 19:00 for the first two days. On subsequent days, observations were conducted during randomised 3-hour sessions at different times of the day between 07:00 and 22:00.

Behaviours recorded

Social interactions were collected and organised into three categories: affiliative, agonistic, or ritualised/investigative, based on the ethograms of Bourjade (2009), Briefer

(2013), McDonnell & Haviland (1995), Vervaecke (2007), and Zharkikh & Andersen (2009) (Table 1). During each encounter, the occurrence of each behaviour was recorded and then assigned to a category.

Table 1: Ethogram of the collected behaviours:

Category of interactions	Behaviour	Definition
Affiliative	Playing	A stallion nips a body part of its conspecific, without the ears laid back, while moving or not.
	Nibbling	A stallion gently grabs a small piece of flesh with its lips or teeth, without its ears pinned back.
	Laying the head	A stallion lays its head on a part of the body of its conspecific.
	Allogrooming	A stallion grooms the neck, back or rump of another stallion by gentle nipping, nuzzling, or rubbing while standing head-to-tail (Briefer et al., 2013). This behaviour is mutual and expressed simultaneously by the two stallions.
Agonistic	Rearing	A stallion rears up on its hind legs towards another stallion, ears pinned back.

	Bit threat	A stallion stretched the neck, exposed the teeth with the ears pinned back, mimicking a bite without touching the other stallion.
	Ear threat	A stallion pressed the ears caudally against the head and neck (McDonnell & Haviland, 1995).
	Kick threat	A stallion lifts one or both hind legs off the ground and rapidly extends backwards toward another stallion, but without sufficient extension or force to make contact with the other stallion (McDonnell & Haviland, 1995).
	Striking	A stallion raises quickly one or two foreleg(s). May be accompanied by a squeal.
	Chasing	A stallion pursuing another, usually at a gallop in an apparent attempt to overtake, direct the movement of, or catch up with another stallion. The chaser typically pins the ears, exposes the teeth, and bites at the pursued stallion's rump and tail (McDonnell & Haviland, 1995).

	Squealing	A stallion emits a high-pitched vocalisation of variable loudness and typically of less than 1 s, with the neck arched (McDonnell & Haviland, 1995).
	Biting	A stallion opens and rapidly closes its jaws, with the teeth grasping the flesh of another stallion. The ears are pinned and lips retracted (McDonnell & Haviland, 1995).
	Kicking	A stallion lifts one or both hind legs off the ground and rapidly extends it/them backwards towards another stallion, touching a part of its body.
Ritual/Investigative	Head bowing	A stallion bends his head in a repeated, exaggerated, rhythmic flexing of the neck, bringing the muzzle towards the point of the breast. It usually occurs synchronously between two stallions.
	Sniffing and squealing	A stallion sniffs the muzzle, body parts or genitals of a conspecific, with the neck arched and produce a

		squeal (Briefer et al. 2013). Generally, the two stallions act simultaneously.
	Faecal pile display	A stallion sniffs a faecal pile, most often by scratching the ground with a foreleg, and then turns around and defecates on it. It typically turns around to sniff the pile again.
	Olfactory investigation (Briefer et al. 2013)	A stallion sniffs another horse's muzzle, body parts or genitals, without the neck arched, and without squealing like during sniff and squeal.

Spatial proximity

During the step 4 (pairs in the pasture), spatial proximities were recorded every 5 minutes and classified based on the distance between the two stallions. Three categories were defined: less than 5 m, between 5 and 10 m, and more than 10 m.

Statistical analysis

Since the opportunities for social interaction differed across the different steps, the evolution of interactions was considered by step rather than globally. Interaction frequencies for each step were shown per hour to facilitate the interpretation. Analyses were conducted on the temporal evolution of theses frequencies, as well as on the different categories of

interactions (affiliative, agonistic and ritual/investigative) using independent models. For the latter, independent models were performed and combined with Bonferroni corrections to account for correlations between variables. During the second step (adjacent paddocks), interactions were not analysed, as the impossibility of physical contact made them not comparable to those in the other steps. For all the models described subsequently, multicollinearity was checked using the 'performance' package (Lüdecke et al., 2021), and the 'check_collinearity' function when the model included multiple fixed effects. The verification of the model adequacy conditions was carried out using the 'DHARMa' package (Hartig, 2022) and functions for simulating residuals and testing for dispersion, uniformity, outliers, and zero inflation. Model selection was performed with the 'MuMIn' package (Bartoń, 2023) and the 'dredge' function using the full model. We selected the most explicative model from those with a $\Delta AIC<2$ (Burnham & Anderson, 2004). When post-hoc tests were conducted following GLMM, a Tukey correction was applied using the package and function ‘emmeans’ (Lenth, 2024).

Step 1: Pair encounters through a grid

The analyses were conducted to test the evolution of the total interaction frequency, followed by the frequencies of the three interaction categories between the first and second days of encounters. The data from the grid step were analysed using a GLMM, with pair and individual considered as random factors.

The evolution of interaction frequency was analysed using models that included both the day and the order of encounters for each individual. Since the response variable was a count, the model was built with a Poisson distribution and a log link. However, data exploration revealed significant overdispersion, leading us to switch to a negative binomial distribution, which was more appropriate for the data.

The evolution of the frequency across the three categories of interaction was analysed using separate models, each incorporating the following factors: interaction category, day, and

encounters order. A Poisson distribution with a log link function was applied to model the affiliative and agonistic interactions, while a negative binomial distribution with a log link was used for the ritual/investigative interactions.

Step 3: Pair encounters in the social box

The analysis of the evolution of interaction occurrence over time was performed using a GLMM with a truncated negative binomial distribution and a log link. The analyses of the temporal evolution of the different interaction categories were performed using GLMMs with the day as a fixed factor. They followed a negative binomial distribution with a log link. The individual was included as a random factor in all models.

Step 4: Pair encounters in the pasture

We analysed the evolution of the overall frequency of interactions, and then the evolution of the three categories of social interactions between days. These analyses were performed using permutation tests due to the limited number of observations and individuals for this step. To assess the spatial proximity based on the three categories of inter-individual distance, pair observations in each zone were analysed using a chi-squared test, followed by two-proportion z-tests with a Bonferroni correction applied.

Step 5: Encounter of all the individuals in the pasture

One pair exhibited problematic behaviour during the first hour following the group release and was therefore removed from the group after one hour. The analysis focused on the hourly frequencies of interactions following the removal of these individuals over the entire duration of group formation, which lasted for eight days. The evolution of interaction frequency over time was analysed using a GLMM with a negative binomial distribution and a log link, with the individual as a random factor. The evolution of each category of interactions over time was analysed using similar GLMMs.

Ethics Statement

All the experiments undertaken in this study complied with ethical standards of French research practices. The horses involved in this study were continuously monitored by equine veterinarians and the procedures are like classical management of stallions in equestrian facilities. For this reason, The French ministry of research considered that this project did not warrant referral to an ethics committee.

RESULTS

1) Encounters in pairs of all individuals

Step 1: Encounters in pair through the grid

For the analysis of interaction frequency, the best model included only the day. Post-hoc results showed that interactions significantly decreased between the first and second day (GLMM: $\beta=0.898 \pm 0.151$, $z=5.96$, $p<0.0001$).

For the analysis of the evolution of interaction categories, the best model included the behavioural category and the day for affiliative and agonistic interactions, while for ritual/investigative interactions, it included the category, the day and the encounter order. There was no significant effect for affiliative interactions (GLMM: $\beta=0.41\pm0.25$, $z=1.67$, $p=0.28$). In contrast, post-hoc results indicated a significant decrease was observed for agonistic interactions between Day 1 and Day 2 (GLMM: $\beta=0.805\pm0.197$, $z=4.086$, $p= 0.00013$), as well as for ritual/investigative interactions (GLMM: $\beta=0.48\pm0.163$, $z=2.952$, $p= 0.0095$, Figure 2).

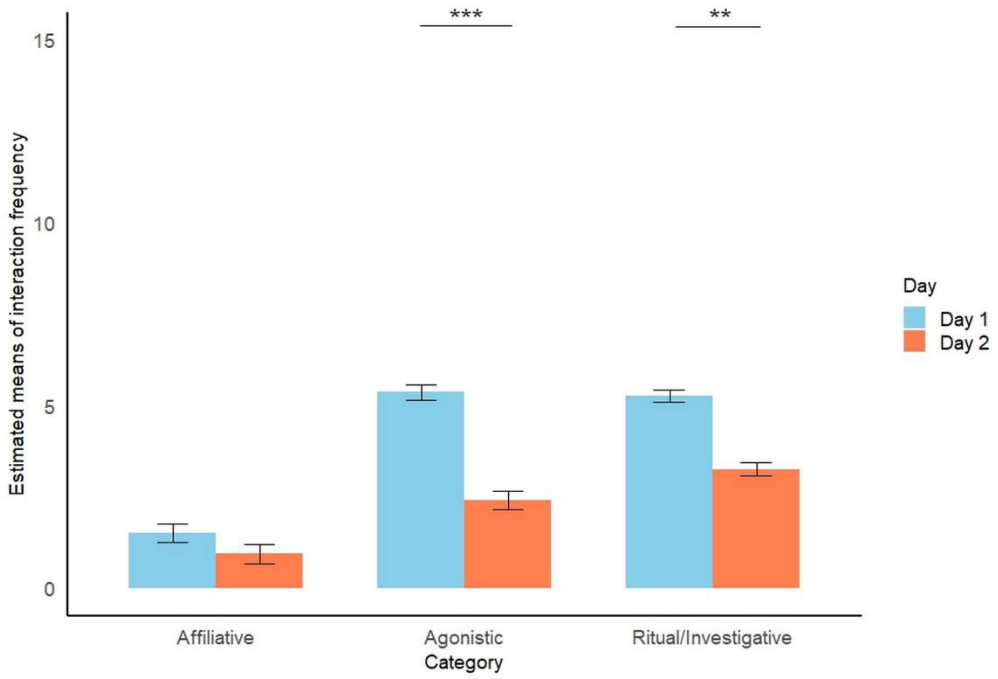


Figure 2: Temporal evolution of the hourly frequency (estimated means ± SE) of the three categories of interactions during step 1 (grid)

2) Strengthening the bond of each pair

Step 3: Encounters in pair in the social box

For the analysis of interaction frequency, the best model included only the day. The model results showed a significant decrease of interaction frequency over time (GLMM: β=3.86±0.41, z=9.36, p<0.0001). Post-hoc comparisons revealed a significant decrease between the first and third day (Day 1 *vs* Day 3: β=1.14 ±0.303, z=3.76, p=0.003), and from the fifth day onward (Day 1 *vs* Day 5: β=1.07±0.302, z=3.55, p=0.0072; Day 1 *vs* Day 6: β=1.31±0.30, z=4.38, p=0.0002; Day 1 *vs* Day 7: β=1.26±0.3, z=4.22, p=0.0005). Since this decrease appeared to be gradual, there was no significant difference between consecutive days (see details in Table S1 in the Supplementary Material).

All three interaction categories decreased over time (GLMM: affiliative: β=3.65± 0.32, z=11.53, p<0.0001; agonistic: β=3.84 ± 0.40, z=9.59, p<0.0001; ritual/investigative: β=3.10 ± 0.2635, z=11.77, p<0.0001). Compared to the 1st day, affiliative interactions were significantly lower during the 6th and 7th day. For agonistic interactions, frequency was lower during the 3rd, the 6th and the 7th day, whereas for ritual/investigative interactions, frequency was lower during the 3rd, 4th, 6th and 7th days. (see Figure 3 and Table 2). Compared to the 2nd day, only the frequencies of ritual/investigative interactions decrease on the 6th and 7th days (Day 2 *vs* Day 6: β=1.25± 0.28, z=4.51, p=0.0004; Day 2 *vs* Day 7: β=1.54± 0.3, z=5.18, p<0.0001). There are no other significant differences between consecutive days (see details in Table S2 in the Supplementary Material).

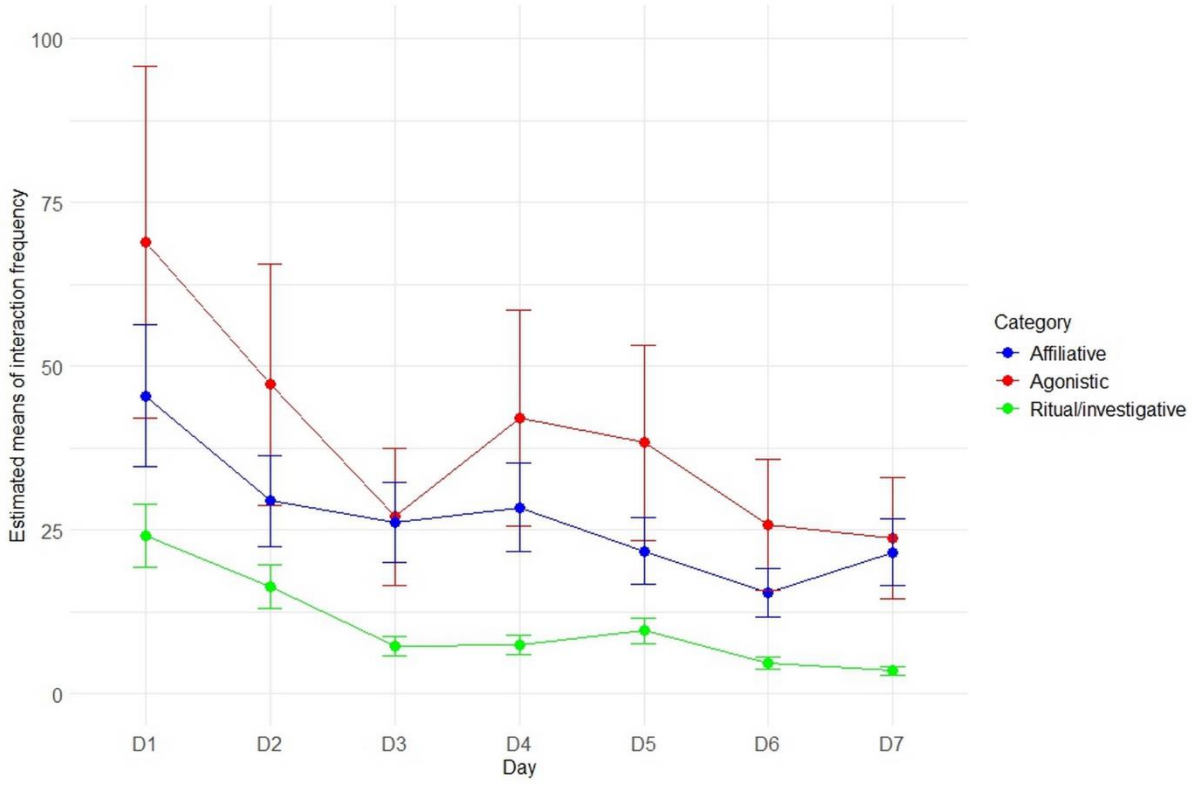


Figure 3: Temporal evolution of the hourly frequency (estimated means ± SE) of the three categories of interaction during step 3 (social box)

Table 2: Parameters of pairwise comparisons with day 1 for the temporal evolution of frequency of interaction categories during step 3 (social box)

Category	Comparison between days	β ± SE	z	p-value (adjusted with Bonferroni correction)
Affiliative	Day 1 *vs* Day 2	0.43 ± 0.21	2.12	1
	Day 1 *vs* Day 3	0.55 ± 0.21	2.59	0.39
	Day 1 *vs* Day 4	0.47 ± 0.21	2.27	0.77
	Day 1 *vs* Day 5	0.74 ± 0.23	3.23	0.063
	Day 1 *vs* Day 6	1.08 ± 0.25	4.34	**0.0009**
	Day 1 *vs* Day 7	0.75 ± 0.22	3.33	**0.046**
Agonistic	Day 1 *vs* Day 2	0.38 ± 0.19	2.04	1
	Day 1 *vs* Day 3	0.94 ± 0.22	4.26	**0.0012**
	Day 1 *vs* Day 4	0.49 ± 0.19	2.57	0.41
	Day 1 *vs* Day 5	0.59 ± 0.20	2.95	0.15
	Day 1 *vs* Day 6	0.98 ± 0.22	4.44	**0.00054**
	Day 1 *vs* Day 7	1.06 ± 0.23	4.66	**0.00019**

Ritual/Investigative	Day 1 *vs* Day 2	0.39 ± 0.22	1.81	1
	Day 1 *vs* Day 3	1.19 ± 0.25	4.79	**0.022**
	Day 1 *vs* Day 4	1.18 ± 0.25	4.76	**0.0025**
	Day 1 *vs* Day 5	0.92 ± 0.23	3 .96	0.0903
	Day 1 *vs* Day 6	1.64 ± 0.27	6.04	**<0.0001**
	Day 1 *vs* Day 7	1.93 ± 0.29	6.6	**<0.0001**

Step 4: Encounters in pair in the pasture

Temporal evolution of the interactions

The comparison of social interaction frequency over time showed a significant decrease (permutation test: z=2.863, p=0.004). Post-hoc comparisons of the distribution of social interaction categories indicated that there was no significant difference between the two days for affiliative interactions (permutation test: z=-0.63, p=1). Conversely, agonistic interactions tended to decrease between the first and second day (permutation test: z=2.22, p=0.054), and ritual/investigative interactions significantly decreased (permutation test: z=2.861, p=0.011).

Spatial proximity

There was a significant difference between the various inter-individual distances (Chi-squared test: $\chi^2 = 54.06$; df = 2; $p < 0.001$). Stallions were observed significantly more often at a distance of more than 10 m than at shorter distances (Two-proportion Z-test: <5 m vs >10 m: $\chi^2 = 43.61$, df = 1, $p < 0.001$; 5-10 m *vs* >10 m: $\chi^2 = 65.89$; df = 1; $p < 0.001$). However, there was no significant difference in distribution between the less than 5 m and from 5 to 10 m distances (Two-proportion Z-test: $\chi^2 = 2.36$, df = 1, p = 0.37). Intra-pair comparisons showed significant

differences in spatial proximity within each pair (Chi-squared test: Pair 1: $\chi^2 = 28.23$, df = 2, $p < 0.001$; Pair 2: $\chi^2 = 66.33$, df = 2, $p < 0.001$; Pair 3: $\chi^2 = 51.93$, df = 2, $p < 0.001$, see Figure 4). The individuals of the Pair 1 were significantly more often within less than 5 m than at greater distances (Two-proportion Z-test: <5 m *vs* >10 m: $\chi^2 = 24.78$, df = 1, $p < 0.001$; <5 m *vs* 5-10 m: $\chi^2 = 30.27$, df = 1, $p < 0.001$). However, there was no significant difference in distribution between 5-10 m and distances greater than 10 m (Two-proportion Z-test: $\chi^2 = 0.16$, df = 1, p = 1). The individuals of Pair 2 were significantly more often at a distance of more than 10 m than at shorter distances (Two-proportion Z-test: <5 m vs >10 m: $\chi^2 = 66.06$, df = 1, $p < 0.001$; <5 m vs 5-10 m: $\chi^2 = 63.3$, df = 1, $p < 0.001$). There was no significant difference in distribution between distances under 5 m and distances between 5 and 10 m (Two-proportion Z-test: $\chi^2 = 2.94$, df = 1, p = 1). For Pair 3, the two stallions were significantly more often at a distance of more than 10 m than at shorter distances (Two-proportion Z-test: <5 m vs >10 m: $\chi^2 = 70.34$, df = 1, $p < 0.001$; 5-10 m *vs* >10 m: $\chi^2 = 25.64$, df = 1, $p < 0.001$), and more often at distances of 5-10 m than under 5 m (Two-proportion Z-test: $\chi^2 = 15.36$, df = 1, $p < 0.001$).

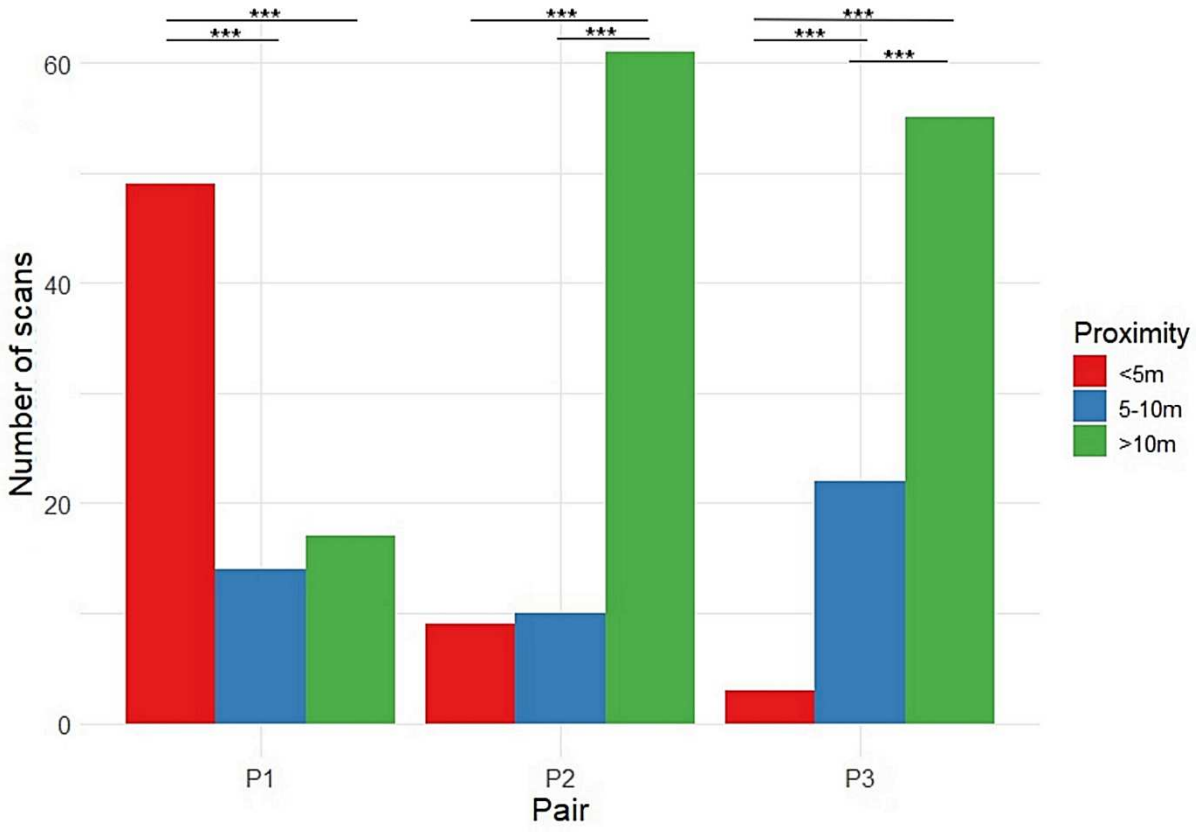


Figure 4: Number of scans of spatial proximity of each pair during step 4 (encounters in pair in the pasture)

3) Group formation

Step 5: Encounters of all the individuals in the pasture

During the release of the six individuals, one stallion was particularly aggressive, performing intense, prolonged and repeated bites without previous threats, while the others displayed ritualised behaviours and less intense agonistic behaviours. This stallion was removed after one hour, along with the individual who was paired with him during the previous steps and who was superficially injured. For reasons beyond the control of the research team, the injured

individual could not be returned to the group later, despite being cleared by the veterinarian after an assessment of his health.

Regarding the individuals remaining in the group, the best model selected for the analysis of the overall occurrence of interactions over time included the day. The results of this analysis showed a decrease in the number of interactions over time (GLMM: $\beta=2.363 \pm 0.273$, $z=8.645$, $p<0.0001$). As in Step 3, the frequency gradually decreases over time, so there were no significant differences between consecutive days (see Table S3 in the Supplementary Material).

For affiliative interactions, the best model was the null model. The day variable had no significant effect in the model, indicating that the temporal variable (day) had no significant effect on the occurrence of these interactions (see Table S4 in the Supplementary Material).

For agonistic interactions, the best model included the day. The occurrence of these interactions significantly decreased over time (GLMM: $\beta=2.398 \pm 0.151$, $z=15.906$, $p<0.0001$). Post-hoc tests indicated a decrease starting from the second day compared to the first day (see Figure 5 and Table 3). There were no significant differences between consecutive days (see Table S5 in the Supplementary Material).

For ritual/investigative interactions, the best model included the day. The occurrence of these interactions significantly decreased over time (GLMM: $\beta=2.887 \pm 0.26$, $z=11.105$, $p<0.0001$). Post-hoc tests indicated a significant decrease on the 3rd and 8th days compared to the first day (see Figure 5 and Table 3). There were no significant differences between consecutive days (see Table S5 in the Supplementary Material).

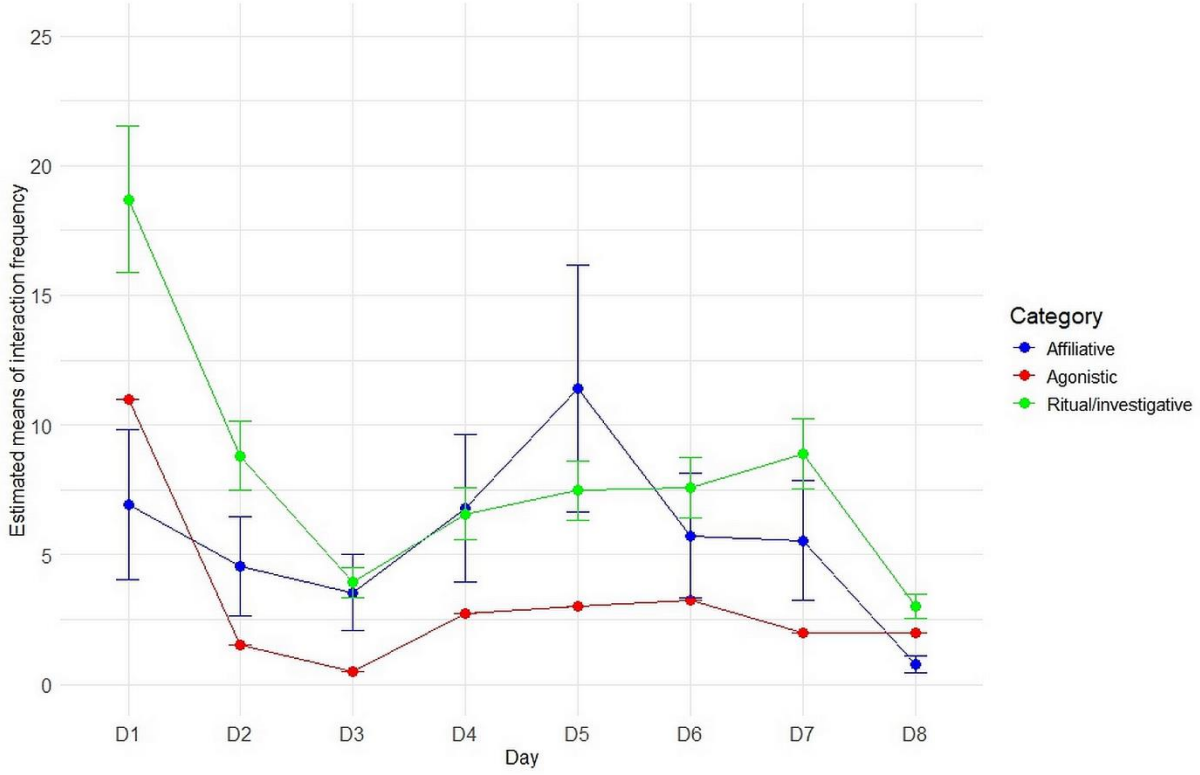


Figure 5: Temporal evolution of the hourly frequency (estimated means ± SE) of the three categories of interaction during step 5 (group in pasture)

Table 3: Parameters of pairwise comparisons with day 1 for the temporal evolution of frequency of interaction categories during step 5 (group in pasture).

Category	Comparison between days	β ± SE	z	p-value (adjusted with Bonferroni correction)
Agonistic	Day 1 *vs* Day 2	1.99 ± 0.44	4.58	**0.0004**
	Day 1 *vs* Day 3	3.09 ± 0.72	4.28	**0.0015**

	Day 1 *vs* Day 4	1.39 ± 0.34	4.11	**0.0031**
	Day 1 *vs* Day 5	1.3 ± 0.33	3.99	**0.0051**
	Day 1 *vs* Day 6	1.22 ± 0.32	3.86	**0.0085**
	Day 1 *vs* Day 7	1.71 ± 0.38	4.44	**0.00074**
	Day 1 *vs* Day 8	1.71 ± 0.38	4.44	**0.00074**
Ritual/Investigative	Day 1 *vs* Day 2	0.75 ± 0.3	2.49	0.6
	Day 1 *vs* Day 3	1.56 ± 0.36	4.39	**0.00092**
	Day 1 *vs* Day 4	1.05 ± 0.32	3.27	0.071
	Day 1 *vs* Day 5	0.92 ± 0.31	2.93	0.2
	Day 1 *vs* Day 6	0.90 ± 0.31	2.88	0.23
	Day 1 *vs* Day 7	0.74 ± 0.31	2.44	0.68
	Day 1 *vs* Day 8	1.83 ± 0.39	4.74	**0.00017**

DISCUSSION

In summary, the present results showed a consistent decrease of agonistic and ritual/investigative interactions over time for each step of the resocialisation protocol, while affiliative interaction frequency was either maintained or decreased gradually depending on the steps.

Overall, throughout the study and particularly during the group step in the pasture, the decrease in the frequency of ritual/investigative interactions over time reflects the typical process of establishing social relationships within a social group. Indeed, as individuals become

familiar with one another through interactions, they gradually have less need to explore, to gain information about the other conspecific, or to assess each other's physical strength through ritual interactions (Hartmann et al., 2012). Similarly to ritual interactions, we observe a consistent decrease in the frequency of agonistic interactions throughout the study and particularly during the group step. According to Hartmann et al. (2011), encounters through grids do not necessarily prevent aggressive behaviours when horses are later introduced into a group, but give an opportunity of the horses to interact non-aggressively. In our case, this relates to investigative behaviours, such as sniffing, that facilitate the initiation of a familiarisation process under controlled conditions. Søndergaard & Turner (2008) state that it takes 6-7 days for a horse to become familiar within a group, which aligns with our observations in the pasture. In their experiment, all the horses had previously lived in a group, likely facilitating a quick familiarisation. In our study, all preliminary steps in forming the group - such as allowing all individuals to meet through grid and then reinforcing pair bonds over several weeks - enabled a gradual familiarisation process for all of the horses. These steps were likely crucial to compensate for the stallions' lack of social experience over several years. Additionally, the average frequency of agonistic interactions observed eight days after the group formation (2 per hour per horse) is relatively close to that observed in stable groups of stallions under domestic or natural conditions in the literature (1.40 per hour per horse, Briefer et al., 2013; 1.46 per hour per horse, Christensen et al., 2002b). The slightly higher value in our study could be due to our observations occurring after only eight days, whereas in the reported studies, the groups had been together for 17 days to one month. The consistent decrease in these interactions between the 1st and 8th day persisted for the individuals remaining in the group for two months (Eyraud, personal communication), suggesting that this downward trend would likely continue until reaching the values reported in other studies.

The overall decrease in social interactions over time, starting from the early phases of encounters through the grid and in the social box, may indicate a satisfied social need. The

deprivation of social contacts for many years may have led to an extremely strong motivation to interact during the first encounters, which decreased as the protocol progressed. Christensen et al. (2002a) found a similar result with stallions that had previously been kept in stalls for 9 months: during the first days of group living, they interacted more frequently than stallions that had previously been housed in groups. Through our gradual contact protocol, pair formation allowed the horses to communicate with a single partner and establish a relationship, facilitating habituation to a relatively simple social context before being introduced to multiple partners. Moreover, the fact that dominance-subordination relationships could begin to form by pair during the early steps of the protocol likely helped reduce aggression within already established pairs when gathered in group, thereby contributing to an overall decrease in aggression. Similarly, in sows, pre-mixing small groups before introducing them into a larger group reduces aggression between subgroup members and strengthens subgroup cohesion during the first week after group formation (Durrell et al., 2003). Moreover, time spent together before group formation also increases the rate of affiliative behaviours (Kranz et al., 2022). A similar result was found in heifers paired for a week before joining a group: during the first month after group integration, they spent more time in close proximity and synchronised more their lying behaviour with group members than heifers integrated without prior contact with a peer (O'Connell et al., 2008). Likewise, pair formation in stallions may have provided social support during the group formation. During the formation of the three pairs in the pasture, different patterns of spatial proximity were observed between pairs, suggesting different levels of affinity among them. The pair consisting of the youngest individuals, who had been desocialised for a shorter duration, exhibited a high degree of affinity starting from this moment (Valenchon, 2017). Their age may have facilitated the development of social bonds, as this factor is associated with improved recovery of social skills (Kalcher et al., 2008; Llorente et al., 2015). Furthermore, the similarity in age between two individuals is a factor that promotes affinities (Clutton-Brock

et al., 1976; Sigurjónsdóttir et al., 2003), which is why we chose to strengthen this pair, ultimately facilitating the establishment of this relationship.

Affiliative interactions occurred throughout all the steps, right from the beginning, despite the stallions having been desocialised for a long time. We did not observe any significant change in affiliative interactions once the group was formed, which could be explained by two alternative possibilities: either affiliative interactions may not have fully developed over the course of our study, as affiliative relationships can take time to form among socially deprived animals, or affiliative behaviours may not have increased because they were quickly established—at least to a minimal level—and did not require further reinforcement as the group dynamics stabilised. Nevertheless, the fact that individuals formed social relationships in pairs through these various stages and then adapted to different partners, leading to a life in a social group within a short period of time, demonstrates the presence of social skills in desocialised stallions. Such a result is noteworthy because individuals who have been socially isolated may require considerable time to communicate effectively (Harlow & Suomi, 1971; Kalcher-Sommersguter et al., 2011). Similar findings have been reported in a process of resocialisation involving chimpanzees (*Pan troglodytes*) (Kalcher-Sommersguter et al., 2013). Those who experienced late social deprivation were still able to establish stable affiliative social networks comparable to those of non-deprived chimpanzees, and they improved their social competence in the second year of group living. These findings align with our results and suggest that individuals experiencing long-lasting social deprivation can partially overcome the detrimental effects of social isolation.

Partial resocialisation might, however, not be achievable for all individuals. For example, male rats isolated after weaning exhibit abnormal features of aggressiveness even after three weeks of resocialisation (Toth et al., 2011; Tulogdi et al., 2014). This pattern is similar to the behaviour observed in one of the stallions during the formation of the social group, where he

had to be removed for safety reasons. Despite the gradual protocol implemented, the intensity of this individual's agonistic behaviours did not decrease over time, and led us to the conclusion that he was not likely to able to be resocialised. Further studies on early signals of altered communication would help better identify individuals displaying social inability for avoiding to jeopardize congeners, allowing for the development of more appropriate and safer solutions that respect their welfare. Indeed, this alteration of social skills in a bachelor group does not prejudge that this stallion could not behave normally with mares or geldings.

CONCLUSION

These findings demonstrate that group living is possible for most stallions, even for those that have been desocialised for years, but not for all. The formation of a group was achieved by employing a gradual method of securely introducing all individuals, followed by strengthening pairwise relationships. This pilot study opens up perspectives for identifying precursor signs of social skills in order to identify individuals unfit for resocialisation through this approach. These results also emphasise the importance of conducting experimental encounters with desocialised animals in controlled and safe conditions to establish practical recommendations for the industry, ensuring safety for both horses and humans. Overall, the present findings are promising for the implementation of practices that prioritise animal welfare and promote ethical standards.

ACKNOWLEDGMENT

This project was supported by the French Horse and Riding Institute (IFCE), France. This funding source had no role in study design, data collection or analysis, nor did they take part in

preparation or decisions during the submission of the manuscript. We are grateful to the establishment and the stud staff for hosting our study, and Killian Martin for his advices on statistical methods.

REFERENCES

Albers, H.E., Dean, A., Karom, M.C., Smith, D., Huhman, K.L., 2006. Role of V1a vasopressin receptors in the control of aggression in Syrian hamsters. Brain Research 1073–1074, 425–430. https://doi.org/10.1016/j.brainres.2005.12.081

Altmann, J., 1974. Observational Study of Behavior: Sampling Methods. Behaviour 49, 227–267.

Bartoń, K., 2023. MuMIn: Multi-Model Inference.

Berger, J., 1977. Organizational Systems and Dominance in Feral Horses in the Grand Canyon. Behavioral Ecology and Sociobiology 2, 131–146.

Bourjade, M., De Boyer Des Roches, A., Hausberger, M., 2009. Adult-Young Ratio, a Major Factor Regulating Social Behaviour of Young: A Horse Study. PLoS ONE 4, e4888. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004888

Briard, L. & Petit, O. Resocialisation d'un étalon au sein d'un groupe de juments : reconstitution de la structure sociale du cheval domestique. 40ème Journée de la Recherche Equine, Paris, 18 mars 2014

Briard, L., 2015. Etude des processus décisionnels lors des déplacements collectifs chez le cheval domestique (*Equus ferus caballus*) (PhD Thesis). Université de Strasbourg, Strasbourg, France & Université libre de Bruxelles, Belgium.

Briefer Freymond, S., Briefer, E.F., Niederhäusern, R.V., Bachmann, I., 2013. Pattern of social interactions after group integration: A possibility to keep stallions in group. PloS one 8, e54688. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054688

Burger, D., Wedekind, C., Wespi, B., Imboden, I., Meinecke-Tillmann, S., Sieme, H., 2012. The potential effects of social interactions on reproductive efficiency of stallions. Journal of Equine Veterinary Science 32, 455–457. https://doi.org/10.1016/j.jevs.2012.05.076

Burnham, K.P., Anderson, D.R. (Eds.), 2004. Model Selection and Multimodel Inference. Springer New York, New York, NY. https://doi.org/10.1007/b97636

Christensen, J.W., Ladewig, J., Søndergaard, E., Malmkvist, J., 2002a. Effects of individual versus group stabling on social behaviour in domestic stallions. Applied Animal Behaviour Science 75, 233–248. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(01)00196-4

Christensen, J.W., Zharkikh, T., Ladewig, J., Yasinetskaya, N., 2002b. Social behaviour in stallion groups (Equus przewalskii and Equus caballus) kept under natural and domestic conditions. Applied Animal Behaviour Science 76, 11–20. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(01)00208-8

Clutton-Brock, T.H., Greenwood, P.J., Powell, R.P., 1976. Ranks and Relationships in Highland Ponies and Highland Cows. Zeitschrift für Tierpsychologie 41, 202–216. https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1976.tb00477.x

Costa, H., Fragoso, S., Heitor, F., 2019. The relevance of affiliative relationships in horses: Review and future directions. Pet Behaviour Science 11–26. https://doi.org/10.21071/pbs.v0i8.11463

de Oliveira, R.A., Aurich, C., 2021. Aspects of Breeding Stallion Management with Specific Focus on Animal Welfare. Journal of Equine Veterinary Science 107, 103773. https://doi.org/10.1016/j.jevs.2021.103773

Durrell, J.L., Beattie, V.E., Sneddon, I.A., Kilpatrick, D., 2003. Pre-mixing as a technique for facilitating subgroup formation and reducing sow aggression in large dynamic groups.

Applied Animal Behaviour Science 84, 89–99. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2003.06.001

Feh, C., 2005. Relationships and communication in socially natural horse herds, in: The Domestic Horse. Cambridge University Press, Cambridge, UK; New York, pp. 83–93.

Feist, J.D., McCullough, D.R., 1976. Behavior Patterns and Communication in Feral Horses. Zeitschrift für Tierpsychologie 41, 337–371. https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1976.tb00947.x

Flamand, A., Robinet, L., Raskin, A., Braconnier, M., Bouhamidi, A., Derolez, G., Lochin, C., Helleu, C. & Petit, O. 2024b. The social dimension of equine welfare: social contact positively affects the emotional state of stalled horses. *Animal Behaviour (accepted)*

Goodwin, D., 2007. Horse behaviour: evolution, domestication and feralisation, in: The Welfare of Horses. Springer, Netherlands, pp. 1–18.

Górecka-Bruzda, A., Jaworska, J., Stanley, C.R., 2023. The Social and Reproductive Challenges Faced by Free-Roaming Horse (Equus caballus) Stallions. Animals 13. https://doi.org/10.3390/ani13071151

Harlow, H.F., Suomi, S.J., 1971. Social Recovery by Isolation-Reared Monkeys. Proceedings of the National Academy of Sciences 68, 1534–1538. https://doi.org/10.1073/pnas.68.7.1534

Hartig, F., 2022. DHARMa: Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level / Mixed) Regression Models.

Hartmann, E., Keeling, L.J., Rundgren, M., 2011. Comparison of 3 methods for mixing unfamiliar horses (Equus caballus). Journal of Veterinary Behavior 6, 39–49. https://doi.org/10.1016/j.jveb.2010.09.023

Hartmann, E., Søndergaard, E., Keeling, L.J., 2012. Keeping horses in groups: A review. Applied Animal Behaviour Science 136, 77–87. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.10.004

Hinde, R.A., 1976. Interactions, Relationships and Social Structure. Man 11, 1–17. https://doi.org/10.2307/2800384

Hoffmann, R., 1985. On the development of social behaviour in immature males of a feral horse population (*Equus przewalskii f. caballus*). Zeitschrift für Säugetierkunde 50, 302–314.

Houpt, K.A., Law, K., Martinisi, V., 1978. Dominance hierarchies in domestic horses. Applied Animal Ethology 4, 273–283. https://doi.org/10.1016/0304-3762(78)90117-7

Irrgang, N., Gerken, M., 2010. An investigation of housing conditions, applied management, handling practises and behaviour in purebred Arabian stallions. Züchtungskunde 82, 292–302.

Kalcher, E., Franz, C., Crailsheim, K., Preuschoft, S., 2008. Differential onset of infantile deprivation produces distinctive long-term effects in adult ex-laboratory chimpanzees (Pan troglodytes). Developmental Psychobiology 50, 777–788. https://doi.org/10.1002/dev.20330

Kalcher-Sommersguter, E., Preuschoft, S., Crailsheim, K., Franz, C., 2011. Social competence of adult chimpanzees (Pan troglodytes) with severe deprivation history: I. An individual approach. Developmental psychology 47, 77. https://doi.org/10.1037/a0020783

Kalcher-Sommersguter, E., Franz-Schaider, C., Crailsheim, K., Preuschoft, S., 2013. Social Competence of Adult Chimpanzees (Pan troglodytes) with Severe Deprivation History: A Relational Approach. IJCP 26. https://doi.org/10.46867/ijcp.2013.26.02.03

Kalcher-Sommersguter, E., Preuschoft, S., Franz-Schaider, C., Hemelrijk, C.K., Crailsheim, K., Massen, J.J., 2015. Early maternal loss affects social integration of chimpanzees throughout their lifetime. Scientific Reports 5, 16439. https://doi.org/10.1038/srep16439

Keiper, R.R., 1986. Social structure. Veterinary Clinics of North America: Equine Practice 2, 465–484.

Kranz, V.A., Horback, K.M., Parsons, T.D., Pierdon, M.K., 2022. Sow behavior during introduction to a large dynamic group is influenced by familiarity and method. Applied Animal Behaviour Science 250, 105624. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2022.105624

Lansade L, Valenchon M, Foury A, Neveux C, Cole SW, Layé S, et al. 2014. Behavioral and Transcriptomic Fingerprints of an Enriched Environment in Horses (*Equus caballus*). PLoS ONE 9(12): e114384. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114384

Lenth, R.V., 2024. emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means.

Llorente, M., Riba, D., Ballesta, S., Feliu, O., Rostán, C., 2015. Rehabilitation and Socialization of Chimpanzees (Pan troglodytes) Used for Entertainment and as Pets: An 8-Year Study at Fundació Mona. International Journal of Primatology 36, 605–624. https://doi.org/10.1007/s10764-015-9842-4

Lüdecke, D., Ben-Shachar, M., Patil, I., Waggoner, P., & Makowski, D. (2021). performance: An R Package for Assessment, Comparison and Testing of Statistical Models. Journal of Open Source Software, 6(60), 3139. https://doi.org/10.21105/joss.03139

McDonnell, S.M., Haviland, J.C.S., 1995. Agonistic ethogram of the equid bachelor band. Applied Animal Behaviour Science 43, 147–188. https://doi.org/10.1016/0168-1591(94)00550-X

O'Connell, N.E., Wicks, H.C.F., Carson, A.F., McCoy, M.A., 2008. Influence of post-calving regrouping strategy on welfare and performance parameters in dairy heifers. Applied

Animal Behaviour Science 114, 319–329. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.03.004

Oliveira, V.E. de M., Neumann, I.D., Jong, T.R. de, 2019. Post-weaning social isolation exacerbates aggression in both sexes and affects the vasopressin and oxytocin system in a sex-specific manner. Neuropharmacology 156, 107504. https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2019.01.019

Romain, A., Renaux, L., Petit, O. La resocialisation de macaques rhésus isolés : une méthode progressive pour garantir le bien-être des individus. Colloque annuel de la Société Francophone de Primatologie, Le Guerno, 2-5 octobre 2019.

Salazar, L.C., Ko, H.-L., Yang, C.-H., Llonch, L., Manteca, X., Camerlink, I., Llonch, P., 2018. Early socialisation as a strategy to increase piglets' social skills in intensive farming conditions. Applied Animal Behaviour Science 206, 25–31. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.05.033

Sigurjónsdóttir, H., Dierendonck, M. van, Snorrason, S., Thórhallsdóttir, A., 2003. Social relationships in a group of horses without a mature stallion. Behaviour 140, 783–804. https://doi.org/10.1163/156853903322370670

Silk, J.B., 2007. The adaptive value of sociality in mammalian groups. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 362, 539–559. https://doi.org/10.1098/rstb.2006.1994

Søndergaard, E., Ladewig, J., 2004. Group housing exerts a positive effect on the behaviour of young horses during training. Applied Animal Behaviour Science 87, 105–118. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2003.12.010

Søndergaard, E., Turner, K.G., 2008. Timeframe for a novel horse to become familiar in a group. Presented at the Proceedings of the 2nd International Equine Science Meeting, Regensburg, Germany, p. 39.

Toth, M., Mikics, E., Tulogdi, A., Aliczki, M., Haller, J., 2011. Post-weaning social isolation induces abnormal forms of aggression in conjunction with increased glucocorticoid and autonomic stress responses. Hormones and Behavior 60, 28–36. https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2011.02.003

Tulogdi, Á., Tóth, M., Barsvári, B., Biró, L., Mikics, É., Haller, J., 2014. Effects of resocialization on post-weaning social isolation-induced abnormal aggression and social deficits in rats. Developmental psychobiology 56, 49–57. https://doi.org/10.1002/dev.21090

Valenchon, M.Petit, O. 2017. Prise en compte du bien-être social pour les espèces sociales : Pré-étude sur la resocialisation d'un groupe d'étalons. Journée d'information : actualités en éthologie équine, Saumur, France, Mai 2017, Actes du colloque, p. 9-10 https://mediatheque.ifce.fr/doc_num.php?explnum_id=22008

Van Leeuwen, E.J., Mulenga, I.C., Chidester, D.L., 2014. Early social deprivation negatively affects social skill acquisition in chimpanzees (Pan troglodytes). Animal Cognition 17, 407–414.

Vervaecke, H., Stevens, J.M.G., Vandemoortele, H., Sigurjónsdóttir, H., De Vries, H., 2007. Aggression and dominance in matched groups of subadult Icelandic horses (Equus caballus). Journal of Ethology 25, 239–248. https://doi.org/10.1007/s10164-006-0019-7

Waring, G., 2003. Horse Behavior, Noyes Series in Animal Behavior, Ecology, Conservation, and Management. William Andrew.

Zharkikh, T.L., Andersen, L., 2009. Behaviour of Bachelor Males of the Przewalski Horse (Equus ferus przewalskii) at the Reserve Askania Nova. Der Zoologische Garten 78, 282–299. https://doi.org/10.1016/j.zoolgart.2009.10.005

SUPPLEMENTARY MATERIAL

Figure S1: Picture of the social box used in the step 3



Table S1: Parameters of pairwise comparisons for the temporal evolution of interaction frequency during step 3 (social box)

Comparison between days	β ± SE	z	p-value
Day 1 – Day 2	0.7±0.207	2.36	0.22
Day 1 – Day 3	1.14±0.303	3.76	**0.003**
Day 1 – Day 4	0.76±0.205	2.59	0.13
Day 1 – Day 5	1.07±0.302	3.55	**0.0072**

Day 1 – Day 6	1.31±0.3	4.38	**0.0002**
Day 1 – Day 7	1.26±0.3	4.22	**0.0005**
Day 2 – Day 3	0.44 ± 0.297	1.47	0.76
Day 2 – Day 4	0.063 ± 0.297	0.21	1
Day 2 – Day 5	0.37 ± 0.296	1.25	0.87
Day 2 – Day 6	0.61 ± 0.301	2.04	0.39
Day 2 – Day 7	0.56 ± 299	1.88	0.49
Day 3 – Day 4	-0.37 ± 0.303	-1.24	0.88
Day 3 – Day 5	-0.67 ± 0.301	-0.22	1
Day 3 – Day 6	0.18 ± 0.306	0.57	1
Day 3 – Day 7	0.13 ± 0.303	0.41	1
Day 4 – Day 5	0.31 ± 0.3	1.028	0.95
Day 4 – Day 6	0.55 ± 0.302	1.82	0.53
Day 4 – Day 7	0.5 ± 0.301	1.66	0.64
Day 5 – Day 6	0.24 ± 0.306	0.79	0.99
Day 5 – Day 7	0.19 ± 0.304	0.63	1
Day 6 – Day 7	-0.05 ± 0.305	-0.16	1

Table S2: Parameters of pairwise comparisons from Day 2 for the temporal evolution of frequency of interaction categories during step 3 (social box)

Category	Comparison between days	β ± SE	z	p-value (adjusted with Bonferroni correction)
Affiliative	Day 2 – Day 3	0.12 ± 0.23	0.52	1
	Day 2 – Day 4	0.035 ± 0.23	0.15	1
	Day 2 – Day 5	0.31 ± 0.24	1.24	1
	Day 2 – Day 6	0.65 ± 0.27	2.44	0.55
	Day 2 – Day 7	0.31 ± 0.24	1.29	1
	Day 3 – Day 4	-0.084 ± 0.23	-0.36	1
	Day 3 – Day 5	0.18 ± 0.25	0.73	1
	Day 3 – Day 6	0.53 ± 0.27	1.95	1
	Day 3 – Day 7	0.19 ± 0.25	0.78	1
	Day 4 – Day 5	0.27 ± 0.25	1.09	1
	Day 4 – Day 6	0.61 ± 0.27	2.29	0.75

	Day 4 – Day 7	0.28 ± 0.24	1.13	1
	Day 5 – Day 6	0.35 ± 0.29	1.22	1
	Day 5 – Day 7	0.0095 ± 0.26	0.036	1
	Day 6 – Day 7	-0.34 ± 0.28	-1.21	1
Agonistic	Day 2 – Day 3	0.56 ± 0.23	2.39	0.6
	Day 2 – Day 4	0.11 ± 0.21	0.55	1
	Day 2 – Day 5	0.21 ± 0.21	0.98	1
	Day 2 – Day 6	0.6 ± 0.24	2.57	0.41
	Day 2 – Day 7	0.68 ± 0.24	2.83	0.21
	Day 3 – Day 4	-0.44 ± 0.24	-1.85	1
	Day 3 – Day 5	-0.35 ± 0.24	-1.43	1
	Day 3 – Day 6	0.046 ± 0.26	0.17	1
	Day 3 – Day 7	0.13 ± 0.27	0.47	1
	Day 4 – Day 5	0.094 ± 0.22	0.43	1
	Day 4 – Day 6	0.49 ± 0.24	2.042	1
	Day 4 – Day 7	0.57 ± 0.25	2.32	0.71

	Day 5 – Day 6	0.39 ± 0.25	1.61	1
	Day 5 – Day 7	0.48 ± 0.25	1.89	1
	Day 6 – Day 7	0.08 ± 0.27	0.3	1
Ritual/Investigative	Day 2 – Day 3	0.8 ± 0.26	3.15	0.083
	Day 2 – Day 4	0.79 ± 0.25	3.1	0.095
	Day 2 – Day 5	0.53 ± 0.24	2.23	0.84
	Day 2 – Day 6	1.25 ± 0.28	4.51	**0.0004**
	Day 2 – Day 7	1.54 ± 0.3	5.18	**<0.0001**
	Day 3 – Day 4	-0.013 ± 0.28	-0.046	1
	Day 3 – Day 5	-0.27 ± 0.27	-1.011	1
	Day 3 – Day 6	0.45 ± 0.3	1.48	1
	Day 3 – Day 7	0.74 ± 0.32	2.3	0.73
	Day 4 – Day 5	-0.26 ± 0.27	-0.97	1
	Day 4 – Day 6	0.46 ± 0.3	1.53	1
	Day 4 – Day 7	0.75 ± 0.32	2.35	0.67
	Day 5 – Day 6	0.72 ± 0.29	2.48	0.5
	Day 5 – Day 7	1.01 ± 0.31	3.27	0.056
	Day 6 – Day 7	0.29 ± 0.34	0.86	1

Table S3: Parameters of pairwise comparisons for the temporal evolution of interaction frequency during step 5 (group in pasture)

Comparison between days	β ± SE	z	p-value
Day 1 – Day 2	0.85 ± 0.27	3.14	**0.037**
Day 1 – Day 3	1.39 ± 0.32	4.34	**0.0004**
Day 1 – Day 4	0.76 ± 0.27	2.86	0.0803
Day 1 – Day 5	0.52 ± 0.245	2.1	0.42
Day 1 – Day 6	0.71 ± 0.256	2.73	0.11
Day 1 – Day 7	0.74 ± 0.26	2.84	0.086
Day 1 – Day 8	1.61 ± 0.34	4.76	**0.0001**
Day 2 – Day 3	0.55 ± 0.36	1.53	0.79
Day 2 – Day 4	-0.08 ± 0.31	-0.26	1

Day 2 – Day 5	-0.33 ± 0.3	-1.11	0.96
Day 2 – Day 6	-0.14 ± 0.31	-0.45	1
Day 2 – Day 7	-0.11 ± 0.31	-0.35	1
Day 2 – Day 8	0.77 ± 0.37	2.06	0.44
Day 3 – Day 4	-0.63 ± 0.36	-1.76	0.65
Day 3 – Day 5	-0.87 ± 0.34	-2.55	0.17
Day 3 – Day 6	-0.68 ± 0.35	-1.95	0.51
Day 3 – Day 7	-0.65 ± 0.35	-1.87	0.57
Day 3 – Day 8	0.22 ± 0.41	0.54	1
Day 4 – Day 5	-0.25 ± 0.3	-0.85	0.99
Day 4 – Day 6	-0.057 ± 0.3	-0.19	1
Day 4 – Day 7	-0.027 ± 0.3	-0.09	1
Day 4 – Day 8	0.85 ± 0.37	2.29	0.3
Day 5 – Day 6	0.19 ± 0.28	0.67	1
Day 5 – Day 7	0.22 ± 0.28	0.77	0.99
Day 5 – Day 8	1.093 ± 0.36	3.07	0.045

Day 6 – Day 7	0.029 ± 0.29	0.1	1
Day 6 – Day 8	0.9 ± 0.36	2.49	0.2
Day 7– Day 8	0.87 ± 0.36	2.41	0.24

Table S4: Model selection with Akaike's information criterion corrected for small sample size (AICc) for the affiliative interactions during step 5 (group in pasture)

Response	**Predictor**	***df***	**logLik**	**AICc**	**ΔAIC**	**Weight**
Number of interactions	-	3	-83.59	174.0	0	0.941
	Day	10	-74.54	179.6	5.53	0.059

logLik = log likelihood; AIC_c = Akaike information criterion corrected for small sample size

Table S5: Parameters of pairwise comparisons from Day 2 for the temporal evolution of frequency of interaction categories during step 5 (group in pasture)

Category	Comparison between days	β ± SE	z	p-value (adjusted with Bonferroni correction)
Agonistic	Day 2 – Day 3	1.099 ± 0.82	1.35	1
	Day 2 – Day 4	-0.61 ± 0.51	-1.19	1

	Day 2 – Day 5	-0.69 ± 0.50	-1.39	1
	Day 2 – Day 6	-0.77 ± 0.49	-1.57	1
	Day 2 – Day 7	-0.29 ± 0.54	-0.53	1
	Day 2 – Day 8	-0.29 ± 0.54	-0.53	1
	Day 3 – Day 4	-1.71 ± 0.77	-2.22	1
	Day 3 – Day 5	-1.79 ± 0.76	-2.35	0.81
	Day 3 – Day 6	-1.87 ± 0.76	-2.46	0.63
	Day 3 – Day 7	-1.39 ± 0.79	-1.75	1
	Day 3 – Day 8	-1.39 ± 0.79	-1.75	1
	Day 4 – Day 5	-0.087 ± 0.42	-0.21	1
	Day 4 – Day 6	-0.17 ± 0.41	-0.41	1
	Day 4 – Day 7	0.32 ± 0.47	0.69	1
	Day 4 – Day 8	0.32 ± 0.47	0.69	1
	Day 5 – Day 6	-0.08 ± 0.4	-0.2	1
	Day 5 – Day 7	0.41 ± 0.46	0.89	1
	Day 5 – Day 8	0.41 ± 0.46	0.89	1
	Day 6 – Day 7	0.49 ± 0.45	1.08	1
	Day 6 – Day 8	0.49 ± 0.45	1.08	1

Ritual/Investigative	Day 2 – Day 3	0.81 ± 0.38	2.15	1
	Day 2 – Day 4	0.29 ± 0.34	0.86	1
	Day 2 – Day 5	0.17 ± 0.34	0.5	1
	Day 2 – Day 6	0.15 ± 0.34	0.45	1
	Day 2 – Day 7	-0.0068 ± 0.33	-0.021	1
	Day 2 – Day 8	1.08 ± 0.40	2.67	0.4
	Day 3 – Day 4	-0.52 ± 0.39	-1.33	1
	Day 3 – Day 5	-0.64 ± 0.38	-1.68	1
	Day 3 – Day 6	-0.66 ± 0.38	-1.71	1
	Day 3 – Day 7	-0.82 ± 0.38	-2.16	1
	Day 3 – Day 8	0.27 ± 0.45	0.6	1
	Day 4 – Day 5	-0.13 ± 0.35	-0.37	1
	Day 4 – Day 6	-0.14 ± 0.35	-0.41	1
	Day 4 – Day 7	-0.3 ± 0.34	-0.88	1
	Day 4 – Day 8	0.78 ± 0.42	1.89	1
	Day 5 – Day 6	-0.015 ± 0.34	-0.044	1

	Day 5 – Day 7	-0.17 ± 0.34	-0.51	1
	Day 5 – Day 8	0.91 ± 0.41	2.22	1
	Day 6 – Day 7	-0.16 ± 0.34	-0.47	1
	Day 6 – Day 8	0.93 ± 0.41	2.25	0.96
	Day 7– Day 8	1.083 ± 0.41	2.68	0.39

Chapitre 6

Discussion générale

1. Synthèse des résultats

Au cours des travaux de cette thèse, je me suis intéressée à trois populations fréquemment hébergées individuellement dans la filière équine : les jeunes chevaux au débourrage, les chevaux de sport et les étalons reproducteurs. J'ai d'abord testé l'effet d'un enrichissement social sur l'état de bien-être des chevaux des deux premières populations. Par la suite, j'ai cherché à déterminer les capacités sociales des étalons ayant subi une privation sociale. Les résultats principaux de ces différentes études sont résumés dans le tableau ci- dessous (Tableau 5).

Tableau 5 - Résumé des résultats principaux :

Aspects étudiés	Résultats	Article
Effets des contacts sociaux sur le bien-être	Comportements anormaux moins fréquents au box	Article 1 & 2
	Moins de tension et de vigilance lors d'interactions avec l'humain	Article 1 & 2
	Plus d'expression d'inconfort au travail chez les jeunes chevaux	Article 1
	Comportements à valence négative moins exprimés au pansage chez les chevaux adultes	Article 2
	Biais optimiste	
Capacités sociales d'individus désocialisés	Conservation de la capacité à interagir et à former un groupe social	Article 3
	Mise en évidence de l'incompétence sociale de certains individus désocialisés	

2. L'importance du besoin social chez le cheval

Dans les deux premiers articles, j'ai mis en évidence les effets positifs des contacts sociaux sur le bien-être de jeunes chevaux et de chevaux adultes hébergés individuellement. Dans le troisième article, j'ai montré que des étalons désocialisés depuis plusieurs années sont capables de former un groupe social. L'ensemble de ces résultats soulève l'importance du besoin social chez le cheval. Bien que de nombreux travaux comparant l'hébergement en groupe et l'hébergement individuel ait déjà souligné combien ce besoin est nécessaire (Christensen *et al.*, 2002 ; Heleski *et al.*, 2002 ; Rivera *et al.*, 2002 ; Ruet *et al.*, 2020 ; Søndergaard & Ladewig, 2004 ; Visser *et al.*, 2008a ; Yarnell *et al.*, 2015), les effets portant sur un mode de contact temporaire associé à un hébergement individuel de **l'article 1** et **2** restent singuliers. Ils indiquent qu'une durée relativement restreinte de contacts sociaux quotidiens suffit à induire des effets positifs sur l'état de bien-être. Dans une perspective appliquée, ce résultat est particulièrement intéressant car il pourra être utilisé par les structures équestres pour lesquelles le temps est souvent une contrainte (IDELE, 2015).

De plus, au sein des trois populations étudiées, tous les chevaux ont exprimé un intérêt pour les congénères avec lesquels ils ont été mis en contact. Cette observation peut sembler mineure pour les jeunes chevaux qui vivaient en groupe avant le début de l'étude mais elle prend toute son importance dans le cas des deux autres populations hébergées individuellement depuis une longue période et pour lesquelles la question de la persistance du besoin social peut se poser. Pour certains auteurs, la recherche de contacts sociaux pourrait être limitée chez les chevaux dont l'hébergement et l'utilisation imposent un isolement prolongé (Jastrzębska *et al.*, 2023). Or, les résultats de cette thèse montrent que, malgré des années d'isolement social, les chevaux conservent une interattraction et une motivation à interagir, nécessaire à la formation d'un groupe social (Ward & Webster, 2016). Cette capacité de communication a été principalement traitée dans l'**article 3**, dans lequel j'ai mis en avant le fait que des étalons désocialisés pouvaient exprimer des comportements spécifiques aux rencontres entre mâles en conditions naturelles (ex : comportements ritualisés) alors qu'ils n'ont aucune expérience préalable de ce type d'interactions depuis leur maturité sexuelle. Ils sont également capables de créer des relations sociales par paire et de former en un temps restreint un groupe multi-mâles semblables à ceux existant en conditions naturelles. La durée relativement courte d'établissement des relations dans ce

contexte est d'autant plus intéressante que ce processus peut s'avérer bien plus long chez les individus privés de contacts sociaux ([chimpanzé] : Kalcher-Sommersguter *et al.*, 2013). Dans cet article**,** tous les étalons étaient hébergés en groupe jusqu'à leurs trois ans mais parmi eux, un individu n'a pas présenté les compétences sociales suffisantes pour s'intégrer dans un groupe social. Ce cas interroge sur l'impact de l'isolement social, pouvant entraîner l'altération des comportements sociaux ([bovin] : Veissier *et al.*, 1994 ; [campagnol des prairies *Microtus ochrogaster*] : Sun *et al.*, 2014 ; [chimpanzé] : Botero *et al.*, 2013 ; Kalcher *et al.*, 2008 ; [chien] : Freedman *et al.*, 1961 ; [rat] : Leser & Wagner, 2015 ; [souris domestique] : Makinodan *et al.*, 2012). Il souligne également l'existence de différences interindividuelles relatives aux effets de cet isolement, et de potentiels facteurs aggravants (expérience sociale précoce, durée d'isolement, état émotionnel négatif).

Une autre piste d'investigation pouvant expliquer l'incompétence sociale serait celle de la sélection artificielle. En sélectionnant des reproducteurs sur des critères comme la performance ou la personnalité (ex : grégarité peu marquée facilitant l'utilisation dans certaines pratiques équestres individuelles), il est possible que certains traits liés aux compétences sociales ne soient pas favorisés (Jastrzębska *et al.*, 2023). A l'inverse, le fait de sélectionner des individus dotés de meilleures compétences sociales est une idée qui a été testée dans les systèmes d'élevage d'animaux de production et qui semble apporter des résultats intéressants sur la diminution des interactions agonistiques (Rodenburg *et al.*, 2010). Bien que cette solution soit assez éloignée des réalités économiques actuelles de la filière, cela pourrait être un point à considérer pour accompagner la transition des modes d'hébergement vers plus de socialité. Dans cette optique, une autre alternative plus réaliste à court terme serait d'encourager la prise en compte des compétences sociales de l'animal lors d'un achat. En effet, la personnalité du cheval est déjà un critère de choix important dans ce contexte (Graf *et al.*, 2013), et son comportement envers ses congénères pourrait constituer une caractéristique supplémentaire si les pratiques d'hébergement venaient à évoluer. Les compétences sociales d'un individu sont d'ailleurs déjà un critère de sélection des pensionnaires pour les propriétaires de pensions équestres proposant de l'hébergement collectif (observation personnelle).

Concernant les jeunes chevaux isolés à partir de la maturité sexuelle (**article 2**), le manque d'expérience sociale pourra contribuer à l'altération des compétences sociales à l'âge adulte, comme dans le cas de l'étalon évoqué précédemment. Au contraire, pour les individus qui avaient accès à un partenaire social, le maintien d'un lien par le biais

d'interactions régulières a très probablement permis de poursuivre le développement de leurs compétences sociales (Hartmann *et al.*, 2012).

De plus, cette période, caractérisée par le commencement simultané de l'hébergement au box et du travail, expose le jeune cheval à de nombreux stresseurs. De ce fait, le besoin social pourrait s'être intensifié, le partenaire jouant alors un rôle de soutien social. Le soutien social est étudié à travers le concept de *social buffering* chez l'animal non-humain, qui peut être défini comme la capacité d'un partenaire social à atténuer l'impact de facteurs de stress sur un autre individu (Cohen & Wills, 1985). C'est un phénomène qui a été rapporté chez de nombreuses espèces ([bovins] : Boissy & Le Neindre, 1997 ; De Paula Vieira *et al.*, 2010 ; [cochon] : Reimert *et al.*, 2014 ; [cochon d'inde *Cavia porcellus* : Hennessy *et al.*, 2000 ; [rat] : Kiyokawa *et al.*, 2014 ; [singe écureuil] : Stanton *et al.*, 1985). L'importance de ce soutien social est illustrée par le fait que des individus stressés recherchent plus la proximité de leurs congénères que des individus non-stressés (Geverink *et al.*, 1998).

3. Effets de l'enrichissement

Le box individuel intérieur, classiquement utilisé dans les structures équestres pour les trois populations étudiées, représente un environnement extrêmement pauvre en stimulation (Arena *et al.*, 2021 ; Henderson, 2007) et dans lequel le cheval a très peu de contrôle sur son environnement et sur lui-même (Cooper & McGreevy, 2002). Les restrictions liées à ces conditions de vie sont à l'origine du développement de comportements anormaux relevés chez les jeunes chevaux et les chevaux de sport. L'expression de tels comportements est interprétée par certains auteurs comme une tentative de reprise de contrôle de l'animal sur son environnement, liée à des besoins non satisfaits, à un manque de stimulation et à une grande excitabilité provoquée par la restriction de comportements fondamentaux, tels que les comportements sociaux et locomoteurs (Cooper & Albentosa, 2005 ; Meehan & Mench, 2007). Il est donc possible que les comportements anormaux exprimés au box et lors du pansage aient joué un rôle d'autostimulation dans cet environnement sous-optimal (Mason & Latham, 2004 ; Waran, 2001). Dans ce contexte, l'expression moins importante de ces comportements chez les chevaux ayant accès à un partenaire social pourrait être le signe que la stimulation qu'apportent ces contacts sociaux engendre une diminution du besoin de compenser. Cette stimulation est en partie sensorielle, et se manifeste notamment par le biais de comportements d'exploration tactile, gustative et olfactive (mordiller, lécher) du corps, de l'urine et des fèces du partenaire

social. En effet, les odeurs véhiculent une quantité d'informations propres à chaque individu telles que la familiarité du congénère, le degré de parenté, le sexe, le statut reproducteur ou encore l'état de santé (Deshpande *et al.*, 2018 ; Hothersall *et al.*, 2010 ; Krueger & Flauger, 2011 ; Péron *et al.*, 2014). Ces informations, cruciales pour la communication sociale, permettent au cheval de s'adapter à son environnement social et stimulent ses capacités sensorielles et cognitives (Bini de Lima *et al.*, 2023 ; Guarneros *et al.*, 2020).

Selon Scherer (1999) certaines caractéristiques de l'environnement possèdent une place importante dans l'évaluation de la situation, telles que la familiarité ou la prédictibilité, et celles-ci vont influencer la perception de l'environnement de l'animal, et par extension son état de bien-être (Bassett & Buchanan-Smith, 2007 ; Bloomsmith & Lambeth, 1995 ; Greiveldinger *et al.*, 2007 ; Zhu *et al.*, 2014). Les rencontres sociales ont pu apporter un certain degré de familiarité (partenaire social, lieu des rencontres) et de prévisibilité (routine des mises en contacts) à l'environnement au fur et à mesure des répétitions. Par ailleurs, ces rencontres ont également pu procurer un certain contrôle sur l'environnement. En effet, dans les écuries traditionnelles le cheval ne peut que très rarement exprimer son comportement librement : lorsqu'il n'est pas au box, son mouvement est maintenu en permanence sous contrôle de l'humain (Lesimple *et al.*, 2020). Ainsi, la stimulation sociale a pu avoir un impact cognitif : elle favoriserait le développement de prises de décisions dans un environnement dans lequel l'animal était jusqu'alors privé de choix. Par ailleurs, plusieurs études ont montré que le contrôle de l'environnement joue un rôle important sur différents aspects relatifs au bien-être, notamment en atténuant le développement de l'anxiété et en favorisant un état émotionnel positif (Leotti *et al.*, 2010 ; [ours, *Ursus maritimus*] : Ross, 2006 ; [primates] : Badihi, 2006 ; Kurtycz *et al.*, 2014 ; Mineka *et al.*, 1986 ; Videan *et al.*, 2010). Par exemple, les agneaux ayant la possibilité de contrôler l'arrêt d'un stimulus aversif orientent plus souvent leurs oreilles vers l'avant, vocalisent moins fréquemment et présentent une fréquence cardiaque moins élevée que ceux qui n'ont pas de contrôle sur cet événement (Greiveldinger *et al.*, 2009). De même, chez les marmousets captifs (*Callithrix jacchus*), l'augmentation de la luminosité entraîne une diminution de la locomotion agitée et une augmentation du repos, et cet effet est amplifié lorsque les individus ont la possibilité de contrôler l'intensité lumineuse (Buchanan-Smith & Badihi, 2012).

Englund & Cronin (2023) définissent le contrôle de l'environnement comme la capacité à produire de manière prévisible un résultat attendu. Bien que le contrôle de l'environnement reste limité lors des rencontres par paire, ces situations correspondent en partie à cette définition car le cheval est libre de choisir d'interagir ou non. De plus, la répétition des interactions avec le même partenaire engendre certaines attentes vis-à-vis de ses réponses. Par

exemple, si un cheval initie un toilettage avec un congénère familier, il est probable que celui-ci réponde également par du toilettage ; inversement, une menace peut induire l'éloignement du partenaire. Ces attentes confèrent ainsi un caractère prévisible aux interactions.

La possibilité de s'exprimer n'existe pas dans son environnement habituel (box d'hébergement ou manipulation par l'humain), ce qui a pu contribuer aux effets positifs que j'ai observés dans d'autres contextes. Ainsi, l'ensemble des caractéristiques liées aux mises en contact (familiarité, prévisibilité, contrôle) ont probablement contribué à une perception plus positive de l'environnement, améliorant l'état de bien-être de ces chevaux.

D'autre part, la stimulation apportée par les contacts sociaux peut expliquer une inactivité plus importante au box individuel, exprimé par une immobilité plus fréquente chez les jeunes chevaux (**article 1**). La baisse d'activité chez les individus ayant accès à des contacts sociaux a également été rapportée chez d'autres espèces, ce que les auteurs interprètent comme une diminution du stress ou des animaux plus relaxés dans leur environnement ([babouin] : Kessel & Brent, 2001 ; [souris domestique] : Makinodan *et al.*, 2012). Ces résultats soulignent un possible état anxieux chez les chevaux isolés qui manifesteraient une hyperactivité marquée par des comportements d'agitation et des stéréotypies fréquentes, réduisant ainsi leur temps d'inactivité. J'ai fait un constat similaire chez les chevaux de sport isolés socialement (**article 2**). Par ailleurs, l'environnement extérieur semble également être perçu comme menaçant par ces individus, ce qui se traduit par une vigilance exacerbée en dehors du box et une tension corporelle plus marquée. De fait, il a été décrit que le stress provoqué par l'isolement social peut induire le développement d'états anxieux ou dépressif chez les espèces sociales ([souris] : Berry *et al.*, 2012 ; Ieraci *et al.*, 2016 ; Sullens *et al.*, 2021 ; [rat] : Raz, 2013). Dans ce travail, les chevaux isolés n'ont pas exprimé de comportements associés à un état dépressif (anhédonie[12], apathie). En revanche l'expression d'une hyperactivité et d'une hypervigilance dans l'environnement

[12] Perte d'intérêt ou de plaisir (Willner *et al.*, 1997). Dans l'**article 2**, l'absence d'anhédonie a été mise en évidence lors de l'entraînement des tests de biais de jugement lors desquels les chevaux des deux groupes ont montré de l'intérêt et une grande motivation à se déplacer pour les aliments utilisés pour l'apprentissage de la position positive. De plus, lors de la phase de test, la latence pour se rendre à cette position était courte et similaire pour les chevaux isolés et ayant des contacts sociaux, démontrant de nouveau un intérêt égal pour les récompenses alimentaires.

familier peut être considéré comme un indicateur de stress chronique et plus largement d'un état de mal-être (Salomons *et al.*, 2009).

4. Perception de l'environnement et états affectifs

Lors des rencontres sociales, les interactions entre les congénères ont pu induire des émotions, qui n'ont pas directement été analysées au cours de cette thèse mais dont on peut inférer la valence. Chez les étalons, le développement d'affinités par paire puis en groupe suggère que les individus ressentent des émotions positives lors de leurs interactions affiliatives. Chez les jeunes chevaux et les chevaux de sport, les sorties sociales ont influencé positivement leur état émotionnel dans les autres contextes d'étude (box individuel, interactions avec l'humain), ce qui laisse penser que les émotions ressenties lors de ces rencontres étaient globalement positives. Cet état a été mis en évidence dans **l'article 2** par un biais optimiste lors du test de biais de jugement. Un résultat similaire a été trouvé en comparant des chevaux en hébergement individuel et en hébergement collectif à l'extérieur (Henry *et al.*, 2017). Dans le cas des chevaux que j'ai étudiés, il est intéressant de constater que la perception de l'environnement est plus positive pour les chevaux ayant accès à des contacts sociaux malgré le fait que tous les sujets de l'étude soient hébergés individuellement.

Pour les espèces sociales vivant en conditions naturelles, la vie en groupe permet d'augmenter les chances de survie, ce qui confère une valeur élevée à la présence des congénères et aux interactions sociales (Kummer, 1978). D'autre part, les états affectifs orienteraient les prises de décision contribuant à augmenter la survie et les expériences issues de ces décisions influenceraient également les états affectifs (Mendl *et al.*, 2009 ; Rolls, 2000, 2005) : les interactions sociales, notamment affiliatives, seraient favorisées (McMillan, 2019) et ces interactions pourraient, à leur tour, renforcer les états affectifs positifs. De plus, il a été rapporté que les activités sociales stimulent une partie du système cérébral impliqué dans le circuit de la récompense, ce qui pourrait contribuer à l'émergence d'états affectifs positifs (Neumann, 2009). Par exemple, chez les étourneaux, des récepteurs aux opioïdes semblent impliqués dans des mécanismes de récompenses et de réduction d'un état émotionnel négatif lors d'interactions affiliatives (Riters *et al.*, 2019). Chez le titi roux (*Callicebus cupreus*), le maintien d'un lien social pendant plusieurs semaines entraîne une augmentation de l'activation du système de récompense dopaminergique (Hostetler *et al.*, 2017). En résumé, l'ensemble de ces résultats

soutient l'idée que les interactions, et plus particulièrement les interactions affiliatives, constituent des expériences émotionnelles positives chez les espèces sociales. Ainsi, pour favoriser un état de bien-être positif, il semble primordial de permettre aux animaux d'exprimer leurs comportements sociaux, une nécessité qualifiée d'"obligation éthique" par Mellor (2015).

Les résultats du biais de jugement peuvent être interprétés à la lumière des théories proposées par Mendl et collaborateurs (2010). Ces dernières, présentées en introduction (Tableau 1), proposent de lier le type d'environnement (à travers les notions de récompenses et de punitions), les attentes de l'animal et son état émotionnel. Elles permettent d'approfondir les pistes d'interprétations liées aux attentes de l'animal et de proposer des distinctions entre plusieurs états émotionnels de même valence. En effet, ces derniers peuvent avoir des effets différents sur les fonctions cognitives tout en conduisant à des résultats similaires (Lerner & Keltner, 2000 ; Mendl *et al.*, 2009). Par exemple, un individu, qu'il soit anxieux ou dépressif, pourra présenter un biais pessimiste sans que l'on sache si ses attentes sont liées à une diminution des attentes positives (récompense) ou à une augmentation des attentes négatives (punition). Le fait de mieux qualifier les attentes de l'animal et d'affiner les éléments liés à la perception de son environnement pourrait permettre de mieux cibler les effets de l'enrichissement social. Dans les travaux de cette thèse, on aurait pu émettre l'hypothèse que les chevaux en hébergement individuel perçoivent leur environnement comme apportant peu de récompenses (1), car plusieurs de leurs besoins ne sont pas satisfaits (alimentation fractionnée, absence de partenaire social et de locomotion libre), et pas ou peu menaçant (2), étant donné qu'il n'y a aucun risque de prédation ni de dangers réels relatifs à la survie. Cependant, l'état anxieux des individus isolés semble indiquer qu'ils perçoivent en réalité leur environnement de façon menaçante, entraînant une augmentation des attentes négatives et un profil entièrement pessimiste. Ainsi, on peut supposer que les individus ayant des contacts sociaux perçoivent leur environnement comme moins menaçant (soutien social, manipulations quotidiennes) et plus gratifiant (satisfaction du besoin social, possibilité de contrôle temporaire sur l'environnement), ce qui se traduirait par une augmentation des attentes positives et une diminution des attentes négatives.

5. Effets sur les interactions avec l'humain

Durant les interactions avec l'humain, les chevaux adultes et les jeunes chevaux ayant des contacts sociaux ont une attitude moins tendue que les individus isolés. Une posture tendue est associée à une température oculaire élevée et une augmentation du rythme cardiaque, indiquant une réponse au stress (Hall *et al.*, 2014 ; Visser *et al.*, 2009). Le fait que ces deux populations passent moins de temps dans cette attitude indique un niveau de stress moins élevé lors des interactions avec l'humain. De plus, les individus ayant accès à des contacts sociaux passent également plus de temps en attitude détendue que les individus isolés, suggérant un état émotionnel positif. Cette attitude est associée à une détente musculaire de la tête et de l'encolure, relativement similaire à la posture de repos debout (Warren-Smith & McGreevy, 2005). Elle abaisse la pression artérielle et a également été rapportée lors d'interactions positives avec l'humain (Lansade *et al.*, 2018). Ces résultats suggèrent que les chevaux ayant accès à un enrichissement social perçoivent les interactions avec les humains de manière moins négative, ce qui pourrait avoir un impact positif sur la relation humain-cheval à plus long terme. En effet, cette relation se construit par la répétition des interactions (Waiblinger *et al.*, 2019), ainsi, la valence positive associée aux moments de pansage contribuerait au développement d'une relation positive entre l'humain et le cheval.

Un autre point intéressant est celui de l'expressivité des jeunes chevaux. La mise au travail amène à une nouvelle relation entre l'humain et le cheval dans laquelle le cheval est fortement contraint à ne plus exprimer de comportements à l'exception de ceux demandés ou tolérés par l'humain, ce qui peut générer des situations conflictuelles (Sankey *et al.*, 2010). Le terme anglais de cette pratique, *breaking-in,* signifie d'ailleurs littéralement « casser » un cheval, et décrit ce processus d'extinction des comportements de défense du cheval et du choix de ses comportements dans le but de l'utiliser pour la pratique équestre (Hall *et al.*, 2008 ; Waran, 2002). Deux phénomènes peuvent être à l'origine de cette extinction au fil du temps : l'habituation et la résignation acquise. L'habituation est une diminution de la réponse comportementale résultant d'une stimulation répétée, sans impliquer d'adaptation sensorielle, de fatigue sensorielle ou de fatigue motrice (Rankin *et al.*, 2009). La résignation, désigne quant à elle un état mental résultant de l'apprentissage d'un individu du fait qu'il n'a aucun contrôle sur des situations aversives (Hall *et al.*, 2008). Dans cette thèse, les jeunes chevaux ayant des contacts sociaux ont présenté moins d'indicateurs de stress que les chevaux isolés lors des séances de travail mais en revanche, ils ont exprimé plus de comportements d'inconfort comme

des balancements de tête ou de queue. L'absence d'extinction de ces comportements pourrait être liée au maintien du lien social avec des congénères. Le fait d'exprimer des comportements qui engendrent des réponses attendues (ex : exprimer une menace qui mène à l'éloignement du congénère) pourrait favoriser le maintien de l'expression chez ces chevaux et ce, également lors d'interactions avec l'humain. Concernant les chevaux adultes isolés, leur état anxieux et vigilant peut également affecter la relation avec l'humain, en générant des conflits ou des situations dangereuses. Les comportements de fuite ou de défense exprimés de manière répétée sans menace réelle, peuvent entraîner des blessures non intentionnelles (réactions de sursaut) ou intentionnelles (morsures ou coups de pied) (Redondo *et al.*, 2009). Chez les chevaux ayant accès à des contacts sociaux, ces comportements sont moins fréquemment exprimés, suggérant un état mental plus positif que celui des individus isolés, et plus favorable à des interactions positives avec l'humain.

6. Conclusion générale

Les conditions de vie courantes imposent au cheval un certain degré d'isolement social auquel il peut s'adapter dans une certaine mesure mais les résultats de cette thèse prouvent que le besoin social, intrinsèque à l'espèce, conserve une importance extrêmement élevée. Ainsi, des contacts temporaires mais réguliers amènent des effets positifs sur l'état de bien-être du cheval, et plus particulièrement sur son état mental : l'expression de comportements anormaux est diminuée au box, l'attitude du cheval est moins tendue lors des interactions avec l'humain et il présente un biais de jugement optimiste. De plus, lors de rencontres avec des congénères, la capacité de communication est préservée chez des étalons désocialisés depuis de nombreuses années, se manifestant par des interactions agonistiques, rituelles et affiliatives. Ces derniers ont également été capables de créer des relations et former un groupe social partageant des caractéristiques similaires aux groupes observés en conditions naturelles. Chez les jeunes chevaux, le maintien d'un lien social a probablement permis le développement des compétences sociales et l'apport d'un soutien social lors de la période stressante du débourrage. Par ailleurs, le fait de pouvoir prendre des décisions et ce, même dans des conditions restreintes, permet au cheval de gagner un certain contrôle sur son environnement, et cette notion de contrôle revêt une importance particulière dans une perspective de bien-être. Durant les interactions avec l'humain, les chevaux ayant accès à des contacts sociaux sont dans une attitude plus détendue

que les chevaux isolés. Le maintien d'un lien social amène également plus d'expressivité du jeune cheval dans le contexte de la mise au travail. Chez les chevaux de sport adultes maintenus dans des conditions sous-optimales, l'enrichissement lié aux sorties sociales a conduit à une diminution de la vigilance, et des comportements négatifs au pansage. Cela fournit un contexte plus favorable aux interactions positives avec l'humain, pouvant contribuer, à terme, au développement d'une relation positive. Ces résultats suggèrent une amélioration de la perception de l'environnement, y compris durant les interactions avec l'humain, induite par la satisfaction partielle du besoin social.

7. Limites des travaux

Une des limites de ce travail vient des effectifs de chevaux étudiés. Cette limite est directement liée au modèle animal et aux problématiques que j'ai traitées. En France, rares sont les structures équestres (volontaires) avec un nombre important d'individus et au sein desquels il est possible de mettre en place une expérimentation sur plusieurs mois consécutifs, qui plus est si celle-ci porte sur la socialité. Cette thèse s'inscrit dans un cadre appliqué, avec la volonté de travailler dans les conditions de vie réelles des animaux afin de proposer des solutions applicables à la filière. Ce choix a contraint le nombre d'individus disponibles pour nos travaux. D'autre part, je n'ai pas pu choisir complètement ces individus sur des critères qui auraient permis une standardisation plus stricte (race, âge pour les **articles 2** et **3**, nombre d'années en hébergement individuel, expériences passées). Certains individus ont également été écartés de l'expérimentation car ils étaient trop dangereux pour être manipulés. Il aurait été intéressant d'intégrer dans ces études et réflexions ces animaux aux réactions très intenses, dont l'état de bien-être est particulièrement affecté par les conditions de vie domestique.

Une seconde limite porte sur le choix de la méthode de mise en contact. Dans cette thèse, j'ai choisi d'étudier uniquement des chevaux hébergés en box individuel afin de cibler spécifiquement les effets des contacts sociaux. De cette façon, j'ai pu écarter un certain nombre de facteurs confondants impliqués dans les comparaisons portant sur l'hébergement individuel et l'hébergement collectif (espace disponible, différences de stimulations de l'environnement physique, alimentation, nombre de partenaires, etc.) et ce sont les premiers travaux à effectuer une démonstration qui contrôle tous ces facteurs. Néanmoins, la manipulation quotidienne des individus ayant accès à une sortie sociale a pu influencer les résultats (**Articles 1** et **2**). Pour éviter ce biais, il aurait fallu manipuler de la même manière les individus isolés mais cela

représentait une contrainte pratique impossible à mettre en place (disponibilité des chevaux, accord des propriétaires). D'un point de vue appliqué, l'effet global de la sortie sociale peut être considéré comme un avantage pour les propriétaires car le fait de manipuler le cheval en dehors d'un cadre de travail (associé à des contraintes pour l'animal) peut aussi avoir un effet positif sur la relation à l'humain : l'animal peut ainsi associer l'humain à des moments positifs liés à la présence de congénères et au regain d'expression et de contrôle sur son environnement.

Enfin, dans cette thèse je n'ai pas directement exploré les émotions lors des rencontres sociales mais elles ont été inférées par le biais de l'état émotionnel des chevaux dans différents contextes (**Article 2**). Toutefois, j'ai collecté des mesures de fréquence cardiaque après 4 mois de mise en contact quotidien qui feront l'objet d'analyses complémentaires pour caractériser plus spécifiquement les émotions lors de ces interactions sociales.

8. Perspectives

8.1 Perspectives de recherches

Depuis que j'ai débuté cette thèse, le bien-être et sa perception sociétale ont encore pris de l'importance. Désormais certaines connaissances scientifiques sont largement diffusées et connues de nombreux équitants, ce qui n'était pas le cas encore quelques années auparavant. Les modes d'hébergements tendent progressivement vers l'hébergement en groupe mais ces changements nécessitent un accompagnement et des méthodes progressives (cf. **Article 3**). A la suite de ces travaux, certaines questions nécessitent d'être approfondies :

- Quels sont les facteurs qui entrent en jeu lors de rencontres de chevaux isolés qui ne se connaissent pas ? Plus particulièrement, quel est l'impact du contexte initial des premières rencontres sur le développement de la relation ? Permettre des rencontres sociales à des individus hébergés individuellement implique que leur état de bien-être soit affecté par des conditions d'hébergement non optimales, ce qui pourrait avoir des conséquences sur leur façon de communiquer. Dans quel état émotionnel arrivent-ils lors des premières mises en contact ? Et comment cet état émotionnel va influencer les interactions sociales et potentiellement la relation qui va se mettre en place ? Dans les cas des chevaux de sport étudiés dans l'**article 2**, les individus maintiennent également un niveau de vigilance important dans l'environnement extérieur, ce qui, pour certains

individus émotifs, a conduit à l'exclusion de l'expérimentation. Comment les placer dans des conditions favorables au bon déroulement de ces rencontres et sinon, quelles solutions alternatives apporter à ces individus ?

- Au-delà du contexte initial, les effets de l'état émotionnel du partenaire social sur l'autre individu lors des interactions constituent également une piste intéressante à explorer. En effet, c'est un facteur qui peut influencer les réactions du congénère (Boissy *et al.*, 1998) et provoquer un transfert émotionnel (comme la contagion émotionnelle[13]) dont l'impact sur le bien-être en fonction des émotions partagées et leur valence pourrait être intéressant à étudier (Špinka, 2012). De même, le rôle de soutien social que peut assurer le partenaire (Kiyokawa *et al.*, 2004) pourrait être approfondi en fonction du degré d'affinité qui lie deux individus. Dans les travaux de cette thèse, j'ai mis en évidence les effets positifs de contacts sociaux avec un congénère, il pourrait être intéressant d'affiner ces résultats selon les états émotionnels des individus lors des rencontres et la qualité de la relation qui lient les individus au sein de chacune des paires.

- Il serait intéressant de voir s'il existe des différences d'intensité des comportements sociaux exprimés au box social par rapport aux rencontres dans un cadre moins restreint. En effet, le box social représente un bon compromis pour permettre des contacts physiques directs dans un cadre sécurisant pour les propriétaires car le risque de blessure est limité mais cela modifie en partie les séquences d'interactions sociales, notamment le déroulement des conflits. Par exemple, l'intensité d'une interaction agonistique pourrait être diminuée dans le cas d'un individu qui ne reçoit pas une morsure parce qu'il a la possibilité d'être hors de portée, ce qui pourrait potentiellement modifier le déroulement des interactions suivantes et à terme, leur relation sociale.

- Afin de sélectionner les individus qui pourraient développer une très bonne relation sociale dans ces conditions, il pourrait être intéressant de tester un grand nombre de

[13] Correspondance de l'état émotionnel d'un individu émetteur et de celui d'un individu receveur (de Waal, 2008)

chevaux de races, âges et personnalités différentes pour évaluer l'importance de ces caractéristiques et d'autres plus spécifiquement liées à la socialité (motivation sociale à interagir, types de comportements sociaux exprimés) pour constituer des paires. Par exemple, la similarité de personnalité est associée au développement d'affinités fortes dans les groupes sociaux (Briard, 2015) mais dans **l'article 2** j'ai fait le choix de mettre en paire les individus les plus émotifs avec les moins émotifs pour diminuer les réactions de peur à l'extérieur du box (Scopa *et al.*, 2018). Cela s'est avéré efficace pour limiter l'effet de l'environnement extérieur sur les interactions sociales, et certaines de ces paires ont développé des affinités importantes (observation personnelle). Cependant, je n'ai pas exploré le degré d'affinités des paires en fonction de leur personnalité ni fait varier les traits de personnalité sur lesquels composer les paires, ce qui permettrait d'affiner la sélection des individus à apparier.

- Dans une perspective de transition de l'hébergement individuel vers l'hébergement collectif par une méthode progressive, comme celle utilisée dans l'**article 3** avec les étalons, il serait nécessaire d'approfondir l'étude des premières phases de contact (à travers une grille ou au box social). Cela permettrait de détecter les indicateurs précoces du développement d'affinités afin de renforcer les paires en fonction de ce critère. Des travaux portant sur la détection des chevaux présentant une incompétence sociale lors de ces phases permettraient de les écarter d'un protocole de transition vers un hébergement collectif et de chercher des solutions alternatives pour ces individus. Pour l'individu problématique de l'**article 3**, l'intensité des comportements agonistiques lors de ces phases de contact n'a pas permis de détecter cette problématique précocement mais certains de ses comportements méritent d'être explorés (interruption des interactions selon un pattern répété, absence de menaces préalables aux morsures). La liste des particularités liées aux interactions de cet individu permettrait de mieux cibler les indicateurs d'incompétence sociale pour de futures études.

1.2 Perspectives appliquées - De l'interaction au groupe social : implication de la socialité en conditions domestiques dans les questionnements sur le bien-être

Dans l'introduction, je définissais la socialité comme le fait de vivre en groupe, suivant des définitions généralement utilisées pour des espèces sauvages observées en milieu naturel (Rubenstein & Abbot, 2017). J'ai dû par la suite redéfinir ce terme pour qu'il s'accorde aux

possibilités plus restreintes existantes dans le cas du cheval en conditions domestiques. Sa socialité se caractérise alors par la possibilité de contacts sociaux dans son environnement, tels que les contacts visuels distants, les contacts olfactifs à travers des grilles ou encore les contacts physiques plus ou moins limités. Dans les protocoles d'évaluation du bien-être équin, la possibilité de contacts sociaux constitue un indicateur de la satisfaction du besoin social (Minero, 2015). Dans le protocole Cheval Bien-Être (IFCE, 2023b), celle-ci est ordonnée en trois catégories :

- « Satisfaisante » : si le cheval vit en groupe ou bien a la possibilité de contacts physiques directs avec un congénère (totalité du corps accessible, permettant le toilettage mutuel par exemple)
- « Intermédiaire » : si le cheval a la possibilité de contacts physiques partiels limités (une partie du corps accessible, permettant de se toucher avec le nez), de sentir ou d'avoir un contact visuel proche
- « Insatisfaisante » : si le cheval n'a aucune possibilité de contacts visuels ou physiques directs.

Les contacts sociaux sont utilisés comme synonyme d'interactions sociales et déclinés selon les canaux sensoriels utilisés par l'animal. Si l'on se réfère à ce qui caractérise la structure d'un groupe social, l'interaction en est le premier niveau mais l'établissement de niveaux plus complexes comme les relations sociales ou encore les réseaux sociaux semblent oubliés, ou tout au moins très peu valorisés, au niveau réglementaire et sociétal. En Suisse, les propriétaires d'équidés sont tenus d'héberger leur cheval dans des conditions permettant, au minimum, des contacts visuels avec un congénère. Quel type de relation est-il possible de créer avec un congénère que l'on voit uniquement à distance ? Et comment les interactions visuelles peuvent-elles être suffisantes pour combler le besoin social d'une espèce qui vit en groupes sociaux stables ? Les résultats de cette thèse témoignent d'une différence de bien-être entre les individus isolés, ayant des contacts visuels distants avec des congénères, et les individus ayant accès à des contacts physiques directs. Différents travaux suggèrent également que les contacts visuel ou tactile limités engendrent une frustration importante lorsque le cheval n'a pas la possibilité d'accéder à un contact physique intégral (McGreevy et al 1995 ; Redbo et al 1998 ; Hockenhull & Creighton 2014). De plus, le développement d'une relation sociale - qui plus est affiliative - nécessite cette possibilité de contacts physiques (Lindner *et al.*, 2022). En France, l'article L.214-1 du Code rural et de la pêche maritime stipule que : « tout animal étant un être sensible doit être placé par son propriétaire dans des conditions compatibles avec les impératifs biologiques de son espèce », mais dans les faits, cet article n'est pas appliqué car il impliquerait que tous les

chevaux puissent vivre en groupe. Les connaissances actuelles sur l'espèce et les résultats de cette thèse invitent à une reconsidération du minimum satisfaisant devant être considéré et appliqué au niveau réglementaire. La transition des structures équestres de l'hébergement individuel à collectif ne peut se faire de façon abrupte, c'est pourquoi des solutions comme celles testées au cours de cette thèse (box social et box de rencontre, cf. Chapitre 2, Figure 6) permettraient un accès aux contacts physiques directs dans tout type de structures. Ce flou juridique se ressent également à travers la perception de la socialité du cheval pour une majorité des acteurs de la filière. Au regard de ces acteurs, la vie sociale n'est pas considérée comme prioritaire sur les considérations pratiques, qui justifient encore actuellement le choix de l'hébergement individuel (Bouhamidi *et al.*, 2022). Des actions de sensibilisation semblent nécessaires pour parvenir à un changement de perception.

Les travaux de cette thèse amènent également à repenser le rapport à l'animal. En France, le cheval est majoritairement vu à travers le prisme de la relation que l'humain entretient avec lui dans la pratique équestre. Les termes liés au monde du travail sont utilisés de façon courante dans le vocabulaire des équitants (Dashper, 2016). L'expression « pension retraite » est d'ailleurs utilisée dans les écuries proposant d'accueillir des pensionnaires et fait référence à l'hébergement collectif au pré pour les chevaux qui ne sont plus montés. Or, l'usage des mots construit notre rapport au monde, et dans ce cas concret, notre rapport au cheval. Cette logique dichotomique (hébergement individuel pour les chevaux qui travaillent, hébergement collectif pour les chevaux à la retraite) est révélatrice de la place de la socialité au sein de la filière équine.

Néanmoins depuis une dizaine d'années, les questionnements sociétaux sur le bien-être animal ont progressivement conduit certains acteurs de la filière à reconsidérer ce schéma. Désormais, des chevaux de haut niveau, participant à des compétitions internationales ou aux Jeux Olympiques, vivent en groupes sociaux à l'extérieur, illustrant la conciliation entre les besoins de l'espèce et les pratiques équestres sportives.

Un autre aspect important concerne l'expressivité de l'animal. Dans la pratique équestre, le cheval est très peu confronté à des situations de prises de décision, le cavalier choisit sa direction et son allure. L'équitation est empreinte d'une tradition militaire encore très présente dans nos rapports à l'animal au sein de laquelle l'expression du cheval est souvent perçu comme une désobéissance et n'est acceptée que lorsqu'elle apporte à la performance d'un exercice (il est évoqué « l'expression des allures » d'un cheval lorsque celle-ci correspond aux standards attendus, Guide fédéral de la FFE, 2020). En compétition de dressage, il existe une note de

« soumission » du cheval qui, selon le règlement de la FEI[14], « *ne signifie pas une subordination mais une obéissance démontrée par l'attention, le bon vouloir et la confiance, constante dans tout le comportement du cheval […]. Si le cheval sort sa langue, s'il la passe au-dessus du mors, s'il la remonte complètement, s'il grince des dents ou fouaille de la queue, il y a le plus souvent signe de nervosité, de contraction, ou résistance de sa part et les juges doivent en tenir compte dans leurs notes, tant pour le mouvement considéré que dans la note d'ensemble "soumission"* » (FEI, 2006). Bien que le règlement nuance la définition de ce terme et qu'il date de 2006, l'utilisation de cette notation est encore appliquée en 2024 au niveau national et international (FEI, 2024 ; FFE, 2024) et perpétue une idée de domination où l'expression du mal-être au travail n'est pas questionnée mais sanctionnée (elle pourrait par exemple donner lieu à une inspection de l'équipement ou des conditions de vie et d'entraînement). Le cheval qui exprime une résistance obtient une mauvaise note de soumission, ce qui devrait interroger sur son état de bien-être, et peut au contraire pousser les cavaliers à chercher l'extinction de ces résistances par plus de contraintes au travail (une forme de résignation ou un équipement qui diminuerait la visibilité des mouvements de bouche ou de langue) sans chercher à faire disparaître la cause de cet inconfort. Si ces exemples semblent s'éloigner de la thématique spécifique de mes recherches, il s'agit en réalité de toute une vision de l'animal à repenser pour ne plus le considérer d'abord à travers l'utilisation à laquelle il est destiné, mais tendre vers une meilleure compréhension de ses besoins, des causes de ses comportements et redonner une place à l'expression libre des comportements propres à son espèce.

[14] Fédération d'Equitation Internationale



Chapitre 7

Références bibliographiques

A

Andersen, I., Andenæs, H., Bøe, K. E., Jensen, P., & Bakken, M. (2000). The effects of weight asymmetry and resource distribution on aggression in groups of unacquainted pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, *68*(2), 107-120. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00092-7

Andersen, I., Roussel, S., Ropstad, E., Braastad, B. O., Steinheim, G., Janczak, A. M., Jørgensen, G. meisfjord, & Bøe, K. E. (2008). Social instability increases aggression in groups of dairy goats, but with minor consequences for the goats' growth, kid production and development. *Applied Animal Behaviour Science*, *114*(1), 132-148. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.01.007

ANSES. (2018). Avis de l'Anses relatif au « Bien-être animal : Contexte, définition et évaluation » (Avis 2016-SA-0288). ANSES. https://www.anses.fr/fr/system/files/SABA2016SA0288.pdf

Arena, I., Marliani, G., Sabioni, S., Gabai, G., Bucci, D., & Accorsi, P. A. (2021). Assessment of horses' welfare : Behavioral, hormonal, and husbandry aspects. *Journal of Veterinary Behavior*, *41*, 82-90. https://doi.org/10.1016/j.jveb.2021.01.006

Aristote. (n.d.). L'histoire des animaux (Traduit par P. Pellegrin). Flammarion.

Armario, A. (2015). Studying Chronic Stress in Animals : Purposes, Models and Consequences. Dans *Neuroendocrinology of Stress* (p. 143 –168). https://doi.org/10.1002/9781118921692.ch7

Arnold, K., & Aureli, F. (2007). Postconflict reconciliation. Dans C. J. Campbell, A. Fuentes, A. C. MacKinnon, M. Panger, & S. Bearder (Eds.), *Primates in perspective* (Vol. 2, pp. 608-625). Oxford University Press.

Auer, U., Kelemen, Z., Engl, V., & Jenner, F. (2021). Activity Time Budgets—A Potential Tool to Monitor Equine Welfare? *Animals*, *11*(3). https://doi.org/10.3390/ani11030850

Aureli, F., Schaffner, C. M., Boesch, C., Bearder, S. K., Call, J., Chapman, C. A., Connor, R., Fiore, A. D., Dunbar, R. I. M., Henzi, S. P., Holekamp, K., Korstjens, A. H., Layton, R., Lee, P., Lehmann, J., Manson, J. H., Ramos-Fernandez, G., Strier, K. B., & Schaik, C. P. van. (2008). Fission-Fusion Dynamics : New Research Frameworks. *Current Anthropology*, *49*(4), 627-654. https://doi.org/10.1086/586708

B

Badihi, I. (2006). *The effects of complexity, choice and control on the behaviour and the welfare of captive common marmosets (Callithrix jacchus)* (Thèse de doctorat, Université de Stirling). http://hdl.handle.net/1893/120

Baker, K. C., Bloomsmith, M. A., Oettinger, B., Neu, K., Griffis, C., Schoof, V., & Maloney, M. (2012). Benefits of pair housing are consistent across a diverse population of rhesus macaques. *Applied Animal Behaviour Science*, *137*(3-4), 148-156. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.09.010

Barth, J., Schneider, S., & Von Känel, R. (2010). Lack of social support in the etiology and the prognosis of coronary heart disease : A systematic review and meta-analysis. *Psychosomatic medicine*, *72*(3), 229-238. https://doi.org/10.1097/PSY.0b013e3181d01611

Bassett, L., & Buchanan-Smith, H. (2007). Effects of predictability on the welfare of captive animals. *Applied Animal Behaviour Science*, *102*(3), 223-245. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.029

Bateson, M., Brilot, B., & Nettle, D. (2011). Anxiety : An Evolutionary Approach. *The Canadian Journal of Psychiatry*, *56*(12), 707-715. https://doi.org/10.1177/070674371105601202

Bateson, M., & Matheson, S. (2007). Performance on a categorisation task suggests that removal of environmental enrichment induces 'pessimism' in captive European starlings (*Sturnus vulgaris*). *Animal Welfare*, 16(S1), 33–36. https://doi.org/10.1017/S0962728600031705

Beauchaud, M. (2015). La communication animale. Dans *Éthologie animale : Une approche biologique du comportement* (1ère éd., pp. 101–115). De Boeck Supérieur.

Berger, J. (1977). Organizational Systems and Dominance in Feral Horses in the Grand Canyon. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 2(2), 131–146. http://www.jstor.org/stable/4599126

Berger, J. (1986). *Wild horses of the Great Basin*. University of Chicago Press.

Bergeron, R., Badnell-Waters, A., Lambton, S., & Mason, G. (2006). Stereotypic oral behaviour in captive ungulates: Foraging, diet and gastrointestinal function. Dans G. Mason & J. Rushen (Eds.), *Stereotypic animal behaviour: Fundamentals and applications to welfare* (2nd ed., pp. 19–57). CABI Publishing.

Bethell, E. J., Holmes, A., MacLarnon, A., & Semple, S. (2012). Evidence That Emotion Mediates Social Attention in Rhesus Macaques. PLoS ONE, 7(8), e44387. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044387

Berry, A., Bellisario, V., Capoccia, S., Tirassa, P., Calza, A., Alleva, E., & Cirulli, F. (2012). Social deprivation stress is a triggering factor for the emergence of anxiety- and depression-like behaviours and leads to reduced brain BDNF levels in C57BL/6J mice. *Psychoneuroendocrinology*, *37*(6), 762-772. https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2011.09.007

Binev, R. (2022). Tongue rolling stereotypy in cattle–etiological, epidemiological and clinical investigations. *Bulg. J. Vet. Med*, *25*(1), 80-88. https://doi.org/10.15547/bjvm.2336

Bini de Lima, A. C., Sebastião da Fé, V. C., Palermo Hernandes, M. S., & Oliveira dos Santos, V. M. (2023). Olfactory Stimulation as Environmental Enrichment for Domestic Horses—A Review. *Animals*, *13*(20). https://doi.org/10.3390/ani13203180

Black, J. M., & Hulme, M. (1996). *Partnerships in birds : The study of monogamy : The study of monogamy*. Oxford University Press.

Bloomsmith, M., & Lambeth, S. (1995). Effects of predictable versus unpredictable feeding schedules on chimpanzee behavior. *Applied Animal Behaviour Science*, *44*(1), 65-74. https://doi.org/10.1016/0168-1591(95)00570-I

Bock, B. B., Van Huik, M. M., Prutzer, M., Eveillard, F. K., & Dockes, A. (2007). Farmers' relationships with different animals: The importance of getting close to the animals. Case studies of French, Swedish, and Dutch cattle, pig, and poultry farmers. *Anthrozoös, 20*(2), 127–142. https://doi.org/10.2752/175303707X207278

Boissy, A. (1998). Fear and fearfulness in determining behavior. Dans *Genetics and the behavior of domestic animals*. Academic Press. https://hal.inrae.fr/hal-02841423

Boissy, A., Arnould, C., Chaillou, E., Désiré, L., Duvaux-Ponter, C., Greiveldinger, L., Leterrier, C., Richard, S., Roussel, S., Saint-Dizier, H., Meunier-Salaün, M., Valance, D., & Veissier, I. (2007). Emotions and cognition : A new approach to animal welfare. *Animal Welfare*, *16*(S1), 37-43. Cambridge Core. https://doi.org/10.1017/S0962728600031717

Boissy, A., & Le Neindre, P. (1997). Behavioral, cardiac and cortisol responses to brief peer separation and reunion in cattle. *Physiology & Behavior*, *61*(5), 693-699. https://doi.org/10.1016/S0031-9384(96)00521-5

Boissy, A., Terlouw, C., & Neindre, P. L. (1998). Presence of Cues from Stressed Conspecifics Increases Reactivity to Aversive Events in Cattle : Evidence for the Existence of Alarm Substances in Urine. *Physiology & Behavior*, *63*(4), 489-495. https://doi.org/10.1016/S0031-9384(97)00466-6

Boivin, X., Lensink, J., Tallet, C., & Veissier, I. (2003). Stockmanship and farm animal welfare. *Animal welfare*, *12*(4), 479-492. https://doi.org/10.1017/S0962728600026075

Boivin, X., Tournadre, H., & Le Neindre, P. (2000). Hand-feeding and gentling influence early-weaned lambs' attachment responses to their stockperson. *Journal of animal science*, *78*(4), 879-884. https://doi.org/10.2527/2000.784879x

Borland, J. M., Frantz, K. J., Aiani, L. M., Grantham, K. N., Song, Z., & Albers, H. E. (2017). A novel operant task to assess social reward and motivation in rodents. *Journal of neuroscience methods*, *287*, 80-88. https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2017.06.003

Botero, M., MacDonald, S. E., & Miller, R. S. (2013). Anxiety-related behavior of orphan chimpanzees (*Pan troglodytes schweinfurthii*) at Gombe National Park, Tanzania. *Primates*, *54*(1), 21-26. https://doi.org/10.1007/s10329-012-0327-1

Bouhamidi, A., Delanoue, E., Flamand, A., & Petit, O. (2022). Perception du bien-être et hébergement des chevaux : Enquête auprès de gérant.e.s de structures équestres. *Equ'idée*. https://hal.science/hal-03818790

Bouissou, M.-F., Boissy, A., Le Neindre, P., & Veissier, I. (2001). The social behaviour of cattle. Dans *Social behaviour in farm animals* (pp. 113-145). CABI Publishing. https://doi.org/10.1079/9780851993973.011

Bowlby, J. (1969). *Attachment and loss* (Vol. 79). Random House.

Boyd, L. E., Carbonaro, D. A., & Houpt, K. A. (1988). The 24-hour time budget of Przewalski horses. *Applied Animal Behaviour Science*, *21*(1-2), 5-17.

Boyd, L., & Keiper, R. (2005). Behavioural ecology of feral horses. Dans M. E. H. Jones & L. C. E. Evans (Eds.), *The domestic horse: The origins, development, and management of its behaviour* (pp. 55-82). Cambridge University Press.

Brajon, S., Laforest, J.-P., Bergeron, R., Tallet, C., Hötzel, M.-J., & Devillers, N. (2015a). Persistency of the piglet's reactivity to the handler following a previous positive or negative experience. *Applied Animal Behaviour Science*, *162*, 9-19. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.11.009

Brajon, S., Laforest, J.-P., Schmitt, O., & Devillers, N. (2015b). The Way Humans Behave Modulates the Emotional State of Piglets. *PLOS ONE*, *10*(8), e0133408. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133408

Brambell, F. W. R. (1965). *Report of the Technical Committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems* (Command Paper No. 2836, p. 85). HMSO.

Brent, L. J., Chang, S. W., Gariépy, J., & Platt, M. L. (2014). The neuroethology of friendship. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1316*(1), 1-17. https://doi.org/10.1111/nyas.12315

Bret, C., Sueur, C., Ngoubangoye, B., Verrier, D., Deneubourg, J.-L., & Petit, O. (2013). Social Structure of a Semi-Free Ranging Group of Mandrills (*Mandrillus sphinx*) : A Social Network Analysis. *PLOS ONE*, *8*(12), 1-9. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083015

Briard, L. (2015). *Étude des processus décisionnels lors des déplacements collectifs chez le cheval domestique* (*Equus ferus caballus*). (Thèse de doctorat, Université de Strasbourg et Université libre de Bruxelles). https://theses.fr/2015STRAJ010

Briard, L., Deneubourg, J.-L., & Petit, O. (2017). How stallions influence the dynamic of collective movements in two groups of domestic horses, from departure to arrival. *Behavioural Processes*, *142*, 56-63. https://doi.org/10.1016/j.beproc.2017.05.014

Briefer, E., Mandel, R., Maigrot, A.-L., Briefer Freymond, S., Bachmann, I., & Hillmann, E. (2017). Perception of emotional valence in horse whinnies. *Frontiers in zoology*, *14*, 1-12. https://doi.org/10.1186/s12983-017-0193-1

Brilot, B. O., & Bateson, M. (2012). Water bathing alters threat perception in starlings. *Biology Letters*, *8*(3), 379-381. https://doi.org/10.1098/rsbl.2011.1200

Broom, D. (1986). Indicators of poor welfare. *British veterinary journal*, *142*(6), 524-526. https://doi.org/10.1016/0007-1935(86)90109-0

Broom, D. (2001). *Coping with challenge: Welfare in animals including humans*. Dahlem University Press.

Broom, D. (2011). A History of Animal Welfare Science. *Acta Biotheoretica*, *59*(2), 121-137. https://doi.org/10.1007/s10441-011-9123-3

Broom, D., & Johnson, K. (1993). *Stress and animal welfare* (1st ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-024-0980-2

Brydges, N. M., Leach, M., Nicol, K., Wright, R., & Bateson, M. (2011). Environmental enrichment induces optimistic cognitive bias in rats. *Animal Behaviour*, *81*(1), 169-175. https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2010.09.030

Buchanan-Smith, H. M., & Badihi, I. (2012). The psychology of control : Effects of control over supplementary light on welfare of marmosets. *Applied Animal Behaviour Science*, *137*(3), 166-174. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.07.002

Bučková, K., Špinka, M., & Hintze, S. (2019). Pair housing makes calves more optimistic. *Scientific reports*, *9*(1), 20246. https://doi.org/10.1038/s41598-019-56798-w

Büttner, K., Czycholl, I., Basler, H., & Krieter, J. (2018). Effects of an intensified human–animal interaction on tail biting in pigs during the rearing period. *The Journal of Agricultural Science*, *156*(8), 1039-1046. https://doi.org/10.1017/S002185961800103X

C

Cacioppo, J. T., Hawkley, L. C., Norman, G. J., & Berntson, G. G. (2011). Social isolation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1231*(1), 17-22. https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06028.x

Cameron, E. Z., Setsaas, T. H., & Linklater, W. L. (2009). Social bonds between unrelated females increase reproductive success in feral horses. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *106*(33), 13850-13853. https://doi.org/10.1073/pnas.0900639106

Campan, R., & Scapini, F. (2002). *Ethologie. Approche systémique du comportement*. De Boeck.

Camus, S. M., Rochais, C., Blois-Heulin, C., Li, Q., Hausberger, M., & Bezard, E. (2014). Depressive-like behavioral profiles in captive-bred single-and socially-housed rhesus and cynomolgus macaques : A species comparison. *Frontiers in behavioral neuroscience*, *8*, 47. https://doi.org/10.3389/fnbeh.2014.00047

Carter, A. J., Lee, A. E., Marshall, H. H., Ticó, M. T., & Cowlishaw, G. (2015). Phenotypic assortment in wild primate networks : Implications for the dissemination of information. *Royal Society Open Science*, *2*(5), 140444. https://doi.org/10.1098/rsos.140444

Carvalho, R. R., Palme, R., & Vasconcellos, A. da S. (2018). An integrated analysis of social stress in laying hens : The interaction between physiology, behaviour, and hierarchy. *Behavioural Processes*, *149*, 43-51. https://doi.org/10.1016/j.beproc.2018.01.016

Carver, C. S. (2001). Affect and the Functional Bases of Behavior : On the Dimensional Structure of Affective Experience. *Personality and Social Psychology Review*, *5*(4), 345-356. https://doi.org/10.1207/S15327957PSPR0504_4

Casey, R. A. (2002). Clinical problems associated with the intensive management of performance horses. Dans N. Waran (Éd.), *The welfare of horses* (pp. 19–44). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-306-48215-1_2

Chapinal, N., de la Torre, J. R., Cerisuelo, A., Gasa, J., Baucells, M., Coma, J., Vidal, A., & Manteca, X. (2010). Evaluation of welfare and productivity in pregnant sows kept in stalls or in 2 different group housing systems. *Journal of Veterinary Behavior*, *5*(2), 82-93. https://doi.org/10.1016/j.jveb.2009.09.046

Cheney, D. L., & Seyfarth, R. M. (2007). *Baboon Metaphysics*. University of Chicago Press. https://doi.org/10.7208/9780226102429

Chou, J.-Y., & Parsons, T. D. (2022). A systematic review of the impact of housing on sow welfare during post-weaning and early pregnancy periods. *Frontiers in Veterinary Science*, *9*. https://doi.org/10.3389/fvets.2022.903822

Christensen, J., Ladewig, J., Søndergaard, E., & Malmkvist, J. (2002). Effects of individual versus group stabling on social behaviour in domestic stallions. *Applied Animal Behaviour Science*, *75*(3), 233-248. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(01)00196-4

Christensen, J., Søndergaard, E., Thodberg, K., & Halekoh, U. (2011). Effects of repeated regrouping on horse behaviour and injuries. *Applied Animal Behaviour Science*, *133*(3), 199-206. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.05.013

Chung, M., Wang, M.-Y., Huang, Z., & Okuyama, T. (2020). Diverse sensory cues for individual recognition. *Development, Growth & Differentiation*, *62*(9), 507-515. https://doi.org/10.1111/dgd.12697

Clark, J. E., Watson, S., & Friston, K. J. (2018). What is mood ? A computational perspective. *Psychological medicine*, *48*(14), 2277-2284. https://doi.org/10.1017/S0033291718000430

Cloutier, S., & Newberry, R. C. (2002). A note on aggression and cannibalism in laying hens following re-housing and re-grouping. *Applied Animal Behaviour Science*, *76*(2), 157-163. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00004-7

Clutton-Brock, T. (2021). Social evolution in mammals. *Science*, *373*(6561), eabc9699. https://doi.org/10.1126/science.abc9699

Clutton-Brock, T. H., Greenwood, P. J., & Powell, R. P. (1976). Ranks and relationships in Highland ponies and Highland cows. *Zeitschrift für Tierpsychologie, 41*, 202–216. https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1976.tb00477.x

Cohen, N. D. (2003). Factors predisposing to colic. Communication présentée lors du 8e Congrès sur la Médecine et la Chirurgie Équine, Genève, Suisse, 16-18 décembre.

Cohen, S., & Wills, T. A. (1985). Stress, social support, and the buffering hypothesis. *Psychological Bulletin*, *98*(2), 310-357. https://doi.org/10.1037/0033-2909.98.2.310

Collins, J., & Siegel, P. (1987). Human handling, flock size and responses to an E. coli challenge in young chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, *19*(1-2), 183-188. https://doi.org/10.1016/0168-1591(87)90215-2

Colonnello, V., Iacobucci, P., Fuchs, T., Newberry, R. C., & Panksepp, J. (2011). Octodon degus. A useful animal model for social-affective neuroscience research : Basic description of separation distress, social attachments and play. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *35*(9), 1854-1863. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.03.014

Connor, R. C., Smolker, R. A., & Richards, A. F. (1992). Two levels of alliance formation among male bottlenose dolphins (*Tursiops sp.*). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *89*(3), 987-990. https://doi.org/10.1073/pnas.89.3.987

Cooper, J., & Albentosa, M. (2005). Behavioural adaptation in the domestic horse : Potential role of apparently abnormal responses including stereotypic behaviour. *Livestock Production Science*, *92*(2), 177-182. https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.11.017

Cooper, J., & Mason, G. (1998). The identification of abnormal behaviour and behavioural problems in stabled horses and their relationship to horse welfare : A comparative review. *Equine Veterinary Journal*, *30*(S27), 5-9. https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1998.tb05136.x

Cooper, J., McDonald, L., & Mills, D. (2000). The effect of increasing visual horizons on stereotypic weaving : Implications for the social housing of stabled horses. *Applied Animal Behaviour Science*, *69*(1), 67-83. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00115-5

Cooper, J., & McGreevy, P. (2002). Stereotypic behaviour in the stabled horse: Causes, effects and prevention without compromising horse welfare. Dans N. Waran (Éd.), *The welfare of horses* (pp. 99–124). Springer.

Cords, M. (1997). Friendships, alliances, reciprocity and repair. Dans A. Whiten & R. W. E. Byrne (Éds.), *Machiavellian Intelligence II: Extensions and Evaluations* (p. 24-49). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511525636.003

Coss, R. G. (1991). Context and Animal Behavior III: The Relationship Between Early Development and Evolutionary Persistence of Ground Squirrel Antisnake Behavior. *Ecological Psychology*, *3*(4), 277-315. https://doi.org/10.1207/s15326969eco0304_1

Coulon, M., Baudoin, C., Heyman, Y., & Deputte, B. L. (2011). Cattle discriminate between familiar and unfamiliar conspecifics by using only head visual cues. *Animal Cognition*, *14*, 279-290. https://doi.org/10.1007/s10071-010-0361-6

Crowell-Davis, S. L. (1986). Spatial relations between mares and foals of the Welsh pony (*Equus caballus*). *Animal Behaviour*, *34*(4), 1007-1015. https://doi.org/10.1016/S0003-3472(86)80159-2

Crowell-Davis, S. L., Houpt, K. A., & Kane, L. (1987). Play development in Welsh pony (*Equus caballus*) foals. *Applied Animal Behaviour Science*, *18*(2), 119-131. https://doi.org/10.1016/0168-1591(87)90186-9

Cunha, F. C. R. da, Fontenelle, J. C. R., & Griesser, M. (2017). Predation risk drives the expression of mobbing across bird species. *Behavioral Ecology*, *28*(6), 1517-1523. https://doi.org/10.1093/beheco/arx111

D

Danchin, É., Giraldeau, L.-A., & Cézilly, F. (2005). *Écologie comportementale : Cours et questions de réflexion*. Dunod.

Dashper, K. (2016). *Human–animal relationships in equestrian sport and leisure*. Routledge. http://dx.doi.org/10.4324/9781315678139

Dawkins, M. S. (1983). Battery hens name their price : Consumer demand theory and the measurement of ethological 'needs'. *Animal Behaviour*, *31*(4), 1195-1205. https://doi.org/10.1016/S0003-3472(83)80026-8

de Waal, F. B. M., & Luttrell, L. M. (1989). Toward a comparative socioecology of the genus Macaca : Different dominance styles in rhesus and stumptail monkeys. *American Journal of Primatology*, *19*(2), 83-109. https://doi.org/10.1002/ajp.1350190203

de Waal, F. B. M. (2008). Putting the Altruism Back into Altruism : The Evolution of Empathy. In *Annual Review of Psychology* (Vol. 59, Numéro Volume 59, 2008, p. 279-300). Annual Reviews. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093625

Denommé, M. R., & Mason, G. J. (2022). Social Buffering as a Tool for Improving Rodent Welfare. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science : JAALAS*, *61*(1), 5-14. https://doi.org/10.30802/AALAS-JAALAS-21-000006

De Paula Vieira, A., Keyserlingk, M. A. G. von, & Weary, D. M. (2010). Effects of pair versus single housing on performance and behavior of dairy calves before and after weaning from milk. *Journal of Dairy Science*, *93*(7), 3079-3085. https://doi.org/10.3168/jds.2009-2516

Deshpande, K., Furton, K. G., & Mills, D. E. K. (2018). The Equine Volatilome : Volatile Organic Compounds as Discriminatory Markers. *Journal of Equine Veterinary Science*, *62*, 47-53. https://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.05.013

Désiré, L., Boissy, A., & Veissier, I. (2002). Emotions in farm animals : A new approach to animal welfare in applied ethology. *Behavioural processes*, *60*(2), 165-180. https://doi.org/10.1016/S0376-6357(02)00081-5

Dezfouli, M. M., Tavanaeimanesh, H., Naghadeh, B. D., Bokaei, S., & Corley, K. (2014). Factors associated with stereotypic behavior in Iranian stabled horses. *Comparative Clinical Pathology*, *23*(5), 1651-1657. https://doi.org/10.1007/s00580-013-1840-3

Doligez, P., Scemana de Gialluly, S., Lansade, L., & Vidament, M. (2014). Enquête sur la perception du bien-être du cheval. *Equ'idée*, Mai 2014, 1–10. https://hal.science/hal-01129936

Douglas, C., Bateson, M., Walsh, C., Bédué, A., & Edwards, S. A. (2012). Environmental enrichment induces optimistic cognitive biases in pigs. Applied Animal Behaviour Science, 139(1-2), 65□73. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.02.018

Drea, C. M., & Grebe, N. M. (2022). Intraspecific Aggression and Social Dominance. Dans *The Routledge International Handbook of Comparative Psychology* (1st ed., pp. 160-174). Routledge.

Drews, C. (1993). The Concept and Definition of Dominance in Animal Behaviour. *Behaviour*, *125*(3-4), 283-313. https://doi.org/10.1163/156853993X00290

Du Preez, A., Law, T., Onorato, D., Lim, Y. M., Eiben, P., Musaelyan, K., Egeland, M., Hye, A., Zunszain, P. A., & Thuret, S. (2020). The type of stress matters : Repeated injection and permanent social isolation stress in male mice have a differential effect on anxiety-and depressive-like behaviours, and associated biological alterations. *Translational psychiatry*, *10*(1), 325. https://doi.org/10.1038/s41398-020-01000-3

Duparcq, M., Jean, O., Verjat, A., Jaravel, L., Jacquet, D., Guerrero, F. R., Féron, C., & Rödel, H. G. (2019). Differences between fast and slow explorers in short-term tail temperature responses to handling in a rodent of wild origin. *Behavioural Brain Research*, *376*, 112194. https://doi.org/10.1016/j.bbr.2019.112194

Dutour, M., Cordonnier, M., Léna, J.-P., & Lengagne, T. (2019). Seasonal variation in mobbing behaviour of passerine birds. *Journal of Ornithology*, *160*, 509-514. https://doi.org/10.1007/s10336-019-01630-5

E

Edgar, J., Nicol, C. J., Pugh, C., & Paul, E. (2013). Surface temperature changes in response to handling in domestic chickens. *Physiology & behavior*, *119*, 195-200. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.06.020

Ekman, P. (2016). What Scientists Who Study Emotion Agree About. *Perspectives on Psychological Science*, *11*(1), 31-34. https://doi.org/10.1177/1745691615596992

Englund, M., & Cronin, K. (2023). Choice, control, and animal welfare : Definitions and essential inquiries to advance animal welfare science. *Frontiers in Veterinary Science*, *10*, 1250251. https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1250251

Estevez, I., Andersen, I.-L., & Nævdal, E. (2007). Group size, density and social dynamics in farm animals. *Too many, too few: The effects of group size and density in captive animals*, *103*(3), 185-204. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.025

Eysenck, M., Payne, S., & Santos, R. (2006). Anxiety and depression : Past, present, and future events. *Cognition and Emotion*, *20*(2), 274-294. https://doi.org/10.1080/02699930500220066

F

Farm Animal Welfare Council (FAWC). (1993). *Report on Priorities for Research and Development in Farm Animal Welfare*. Department of Environment, Food and Rural Affairs. https://edepot.wur.nl/134980

Favreau, F.-R. (2014). *How do herbivorous mammals adjust their trade-off between food and safety?* (Thèse de doctorat, Université Claude Bernard-Lyon I et University of Queensland). https://theses.hal.science/tel-01128307/

Feh, C. (1987). *Étude du développement des relations sociales chez des étalons de race Camargue et de leur contribution à l'organisation sociale du groupe.* (Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille).

Feh, C. (1990). Long-term paternity data in relation to different aspects of rank for camargue stallions, *Equus caballus*. Animal Behaviour, 40(5), 995-996. https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)81007-3

Feh, C., Boldsukh, T., & Tourenq, C. (1994). Are family groups in equids a response to cooperative hunting by predators? The case of Mongolian Kulans (*Equus hemionus luteus* Matschie). *Revue d'Écologie, 49*(1), 11–20. https://hal.science/hal-03529175v1

Feh, C. (1999). Alliances and reproductive success in Camargue stallions. *Animal Behaviour*, *57*(3), 705-713. https://doi.org/10.1006/anbe.1998.1009

Feh, C. (2005). Relationships and communication in socially natural horse herds. Dans *The domestic horse* (pp. 83-93). Cambridge University Press.

Feh, C., & De Mazières, J. (1993). Grooming at a preferred site reduces heart rate in horses. *Animal behaviour*, *46*(6), 1191-1194. https://doi.org/10.1006/anbe.1993.1309

FEI. (2006). *Règlement des concours de dressage*. http://equitationpassion.free.fr/reglement_international_de_dressage/reglement_inter_dressage.pdf

FEI. (2024). *FEI DRESSAGE JUDGING MANUAL*. https://inside.fei.org/sites/default/files/FEI%20Dressage%20Judging%20Manual%20-%20Effective%201%20January%202024_0.pdf

Feist, J. D., & McCullough, D. R. (1976). Behavior Patterns and Communication in Feral Horses. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, *41*(4), 337-371. https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1976.tb00947.x

FFE. (2020). *Echelle de progression. Les fondamentaux de la progression du cheval*. FFE. https://www.ffe.com/system/files/disciplines/ECHELLE_DE_PROGRESSION.pdf

FFE. (2024). *Règlement des compétitions de dressage*. https://www.ffe.com/system/files/disciplines-dressage/reglements/reglement-dressage-2025-version-de-travail-applicable-au-02-09-2024_4.pdf

Fisher, A., & Matthews, L. (2001). The social behaviour of sheep. Dans *Social behaviour in farm animals* (pp. 211-245). CABI publishing. https://doi.org/10.1079/9780851993973.0211

Foerster, S., McLellan, K., Schroepfer-Walker, K., Murray, C. M., Krupenye, C., Gilby, I. C., & Pusey, A. E. (2015). Social bonds in the dispersing sex : Partner preferences among adult female chimpanzees. *Animal behaviour*, *105*, 139-152. https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.04.012

Fontenot, B., Wilkes, M., & Lynch, C. (2006). Effects of outdoor housing on self-injurious and stereotypic behavior in adult male rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, *45*(5), 35-43.

Ford, J. K. (2019). Killer whales : Behavior, social organization, and ecology of the oceans' apex predators. Dans *Ethology and behavioral ecology of odontocetes* (pp. 239-259). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16663-2_11

Forgas, J. P. (2000). Introduction : Affect and social cognition. Dans J. P. Forgas (Éd.), *Handbook of affect and social cognition* (pp. 1-24). Psychology Press. https://doi.org/10.4324/9781410606181

Fraser, D. (1995). Science, Values and Animal Welfare : Exploring the 'Inextricable Connection'. *Animal Welfare*, *4*(2), 103-117. Cambridge Core. https://doi.org/10.1017/S0962728600017516

Fraser, D., Duncan, I. J. H., Edwards, S. A., Grandin, T., Gregory, N. G., Guyonnet, V., Hemsworth, P. H., Huertas, S. M., Huzzey, J. M., Mellor, D. J., Mench, J. A., Špinka, M., & Whay, H. R. (2013). General Principles for the welfare of animals in production systems : The underlying science and its application. *The Veterinary Journal*, *198*(1), 19-27. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.06.028

Freedman, D., King, J., & Elliot, O. (1961). Critical Period in the Social Development of Dogs. *Science*, *133*(3457), 1016-1017. https://doi.org/10.1126/science.133.3457.1016

Fureix, C., Gorecka-Bruzda, A., Gautier, E., & Hausberger, M. (2011). Cooccurrence of yawning and stereotypic behaviour in horses (*Equus caballus*). *International Scholarly Research Notices*, *2011*(1), 271209. https://doi.org/10.5402/2011/271209

Fureix, C., Jego, P., Henry, S., Lansade, L., & Hausberger, M. (2012). Towards an Ethological Animal Model of Depression? A Study on Horses. *PLoS ONE*, *7*(6), e39280. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039280

Fureix, C., Menguy, H., & Hausberger, M. (2010). Partners with Bad Temper : Reject or Cure? A Study of Chronic Pain and Aggression in Horses. *PLoS ONE*, *5*(8), e12434. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012434

G

Gable, T. D., Stanger, T., Windels, S. K., & Bump, J. K. (2018). Do wolves ambush beavers ? Video evidence for higher-order hunting strategies. *Ecosphere*, *9*(3), e02159. https://doi.org/10.1002/ecs2.2159

García, A. V. (2021). Housing and rabbit welfare in breeding does. Dans M.-J. Argente, M. L. Garcia Pardo, & K. Dalton (Éds.), *Lagomorpha characteristics* (p. 71). BoD – Books on Demand.

Geverink, N., Bühnemann, A., Burgwal, J., van de, Lambooij, E., Blokhuis, H., & Wiegant, V. (1998). Responses of Slaughter Pigs to Transport and Lairage Sounds. *Physiology & Behavior*, *63*(4), 667-673. https://doi.org/10.1016/S0031-9384(97)00513-1

Glasper, E., & DeVries, A. (2005). Social structure influences effects of pair-housing on wound healing. *Brain, Behavior, and Immunity*, *19*(1), 61-68. https://doi.org/10.1016/j.bbi.2004.03.002

Gonyou, H. W. (2001). The social behaviour of pigs. Dans *Social behaviour in farm animals* (pp. 147-176). CABI publishing. https://doi.org/10.1079/9780851993973.0147

Gottman, J. M. (1977). Toward a Definition of Social Isolation in Children. *Child Development*, *48*(2), 513-517. JSTOR. https://doi.org/10.2307/1128647

Goumon, S., Illmann, G., Leszkowová, I., Dostalová, A., & Cantor, M. (2020). Dyadic affiliative preferences in a stable group of domestic pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, *230*, 105045. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2020.105045

Graf, P., Borstel, U. K. von, & Gauly, M. (2013). Importance of personality traits in horses to breeders and riders. *Journal of Veterinary Behavior*, *8*(5), 316-325. https://doi.org/10.1016/j.jveb.2013.05.006

Gray, J. A. (1975). *Elements of a two-process theory of learning.* Academic Press.

Greenwood, P. J. (1980). Mating systems, philopatry and dispersal in birds and mammals. *Animal behaviour*, *28*(4), 1140-1162. https://doi.org/10.1016/S0003-3472(80)80103-5

Greiveldinger, L., Veissier, I., & Boissy, A. (2007). Emotional experience in sheep : Predictability of a sudden event lowers subsequent emotional responses. *Physiology & Behavior*, *92*(4), 675-683. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.05.012

Greiveldinger, L., Veissier, I., & Boissy, A. (2009). Behavioural and physiological responses of lambs to controllable vs. Uncontrollable aversive events. *Psychoneuroendocrinology*, *34*(6), 805-814. https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2008.10.025

Grigg, E. K., Nibblett, B. M., Robinson, J. Q., & Smits, J. E. (2017). Evaluating pair versus solitary housing in kennelled domestic dogs (*Canis familiaris*) using behaviour and hair cortisol : A pilot study. *Veterinary Record Open*, *4*(1), e000193. https://doi.org/10.1136/vetreco-2016-000193

Gross, W., & Siegel, P. (1983). Socialization, the sequencing of environmental factors, and their effects on weight gain and disease resistance of chickens. *Poultry Science*, *62*(4), 592-598.

Guarneros, M., Sánchez-García, O., Martínez-Gómez, M., & Arteaga, L. (2020). The underexplored role of chemical communication in the domestic horse, *Equus caballus*. *Journal of Veterinary Behavior*, *38*, 89-95. https://doi.org/10.1016/j.jveb.2020.05.008

Guesdon, V., Nowak, R., Meurisse, M., Boivin, X., Cornilleau, F., Chaillou, E., & Lévy, F. (2016). Behavioral evidence of heterospecific bonding between the lamb and the human caregiver and mapping of associated brain network. *Psychoneuroendocrinology*, *71*, 159-169. https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2016.05.020

Gutmann, A. K., Špinka, M., & Winckler, C. (2015). Long-term familiarity creates preferred social partners in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, *169*, 1-8. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.05.007

H

Hagen, K., & Broom, D. M. (2003). Cattle discriminate between individual familiar herd members in a learning experiment. *Applied Animal Behaviour Science*, *82*(1), 13-28. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(03)00053-4

Hale, E. B. (1962). Domestication and the evolution of behavior. Dans *The behavior of domestic animals* (2nd edn., pp. 22-42). Bailière, Tindall & Cassell.

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*(3), 249-266. https://doi.org/10.1080/10888700802101130

Hall, C., Kay, R., & Yarnell, K. (2014). Assessing ridden horse behavior : Professional judgment and physiological measures. *Journal of Veterinary Behavior*, *9*(1), 22-29. https://doi.org/10.1016/j.jveb.2013.09.005

Harding, E. J., Paul, E. S., & Mendl, M. (2004). Cognitive bias and affective state. Nature, 427(6972), 312-312. https://doi.org/10.1038/427312a

Hare, B., Brown, M., Williamson, C., & Tomasello, M. (2002). The domestication of social cognition in dogs. *Science*, *298*(5598), 1634-1636. https://doi.org/10.1126/science.1072702

Harlow, H. F., Dodsworth, R. O., & Harlow, M. K. (1965). Total social isolation in monkeys. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *54*(1), 90-97.

Harrison, R. (1964). *Animal machines : The new factory farming industry.* Vincent Stuart LTD.

Hartmann, E., Keeling, L. J., & Rundgren, M. (2011). Comparison of 3 methods for mixing unfamiliar horses (*Equus caballus*). *Journal of Veterinary Behavior*, *6*(1), 39-49. https://doi.org/10.1016/j.jveb.2010.09.023

Hartmann, E., Søndergaard, E., & Keeling, L. J. (2012). Keeping horses in groups : A review. *Applied Animal Behaviour Science*, *136*(2-4), 77-87. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.10.004

Haselton, M. G., & Nettle, D. (2006). The paranoid optimist : An integrative evolutionary model of cognitive biases. *Personality and social psychology Review*, *10*(1), 47-66. https://doi.org/10.1207/s15327957pspr1001_3

Heitor, F., Oom, M. do M., & Vicente, L. (2006a). Social relationships in a herd of Sorraia horses : Part I. Correlates of social dominance and contexts of aggression. *Behavioural Processes*, *73*(2), 170-177. https://doi.org/10.1016/j.beproc.2006.05.004

Heitor, F., Oom, M. do M., & Vicente, L. (2006). Social relationships in a herd of Sorraia horses : Part II. Factors affecting affiliative relationships and sexual behaviours. *Behavioural Processes*, *73*(3), 231-239. https://doi.org/10.1016/j.beproc.2006.05.005

Heleski, C. R., Shelle, A. C., Nielsen, B. D., & Zanella, A. J. (2002). Influence of housing on weanling horse behavior and subsequent welfare. *Equine Behavior*, *78*(2), 291-302. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00108-9

Henderson, A. (2007). Don't Fence Me In : Managing Psychological Well Being for Elite Performance Horses. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, *10*(4), 309-329. https://doi.org/10.1080/10888700701555576

Hennessy, M., Maken, D., & Graves, F. (2000). Consequences of the presence of the mother or unfamiliar adult female on cortisol, ACTH, testosterone and behavioral responses of periadolescent guinea pigs during exposure to novelty. *Psychoneuroendocrinology*, *25*(6), 619-632. https://doi.org/10.1016/S0306-4530(00)00014-7

Hennessy, M. B., McCowan, B., Jiang, J., & Capitanio, J. P. (2014). Depressive-like behavioral response of adult male rhesus monkeys during routine animal husbandry procedure. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, *8*, 309. https://doi.org/10.3389/fnbeh.2014.00309

Henry, S., Fureix, C., Rowberry, R., Bateson, M., & Hausberger, M. (2017). Do horses with poor welfare show 'pessimistic' cognitive biases? *The Science of Nature*, *104*(1-2), 8. https://doi.org/10.1007/s00114-016-1429-1

Henry, S., Richard-Yris, M.-A., & Hausberger, M. (2006). Influence of various early human–foal interferences on subsequent human–foal relationship. *Developmental Psychobiology, 48*(8), 712–718. https://doi.org/10.1002/dev.20189

Herborn, K. A., Jerem, P., Nager, R. G., McKeegan, D. E., & McCafferty, D. J. (2018). Surface temperature elevated by chronic and intermittent stress. *Physiology & Behavior*, *191*, 47-55. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.04.004

Hinde, R. A. (1976). Interactions, relationships and social structure. *Man*, *11*(1), 1-17. https://doi.org/10.2307/2800384

Hinde, R. A. (1985). Was 'The expression of the emotions' a misleading phrase? *Animal Behaviour*, *33*(3), 985-992. https://doi.org/10.1016/S0003-3472(85)80032-4

Hockenhull, J., & Creighton, E. (2014). Management practices associated with owner-reported stable-related and handling behaviour problems in UK leisure horses. *Applied Animal Behaviour Science*, *155*, 49-55. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.02.014

Hoffmann, A. (1985). On the development of social behaviour in immature males of a feral horse population (*Equus przewalskii* f. *caballus*). *Z. Säugetierkunde, 50*, 302–314.

Holm, L., Jensen, M. B., & Jeppesen, L. L. (2002). Calves' motivation for access to two different types of social contact measured by operant conditioning. *Applied Animal Behaviour Science*, *79*(3), 175-194. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00137-5

Holm-Hadulla, R. M., Wendler, H., Baracsi, G., Storck, T., Möltner, A., & Herpertz, S. C. (2023). Depression and social isolation during the COVID-19 pandemic in a student population : The effects of establishing and relaxing social restrictions. *Frontiers in Psychiatry*, *14*. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2023.1200643

Hoppe, S., Brandt, H. R., König, S., Erhardt, G., & Gauly, M. (2010). Temperament traits of beef calves measured under field conditions and their relationships to performance1. *Journal of Animal Science*, *88*(6), 1982-1989. https://doi.org/10.2527/jas.2008-1557

Hostetler, C., Hinde, K., Maninger, N., Mendoza, S., Mason, W., Rowland, D., Wang, G., Kukis, D., Cherry, S., & Bales, K. (2017). Effects of pair bonding on dopamine D1 receptors in monogamous male titi monkeys (*Callicebus cupreus*). *American Journal of Primatology*, 79(8), e22612. https://doi.org/10.1002/ajp.22612

Hostiou, N., Fagon, J., Chauvat, S., Turlot, A., Kling-Eveillard, F., Boivin, X., & Allain, C. (2017). Impact of precision livestock farming on work and human-animal interactions on dairy farms. A review. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement / Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, *21*(4), 268-275.

Hothersall, B., Harris, P., Sörtoft, L., & Nicol, C. J. (2010). Discrimination between conspecific odour samples in the horse (*Equus caballus*). *Applied Animal Behaviour Science*, *126*(1-2), 37-44. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2010.05.002

Houpt, K. A., & Keiper, R. (1982). The position of the stallion in the equine dominance hierarchy of feral and domestic ponies. *Journal of Animal Science, 54*(5), 945–950. https://doi.org/10.2527/jas1982.545945x

Houpt, K. A., Law, K., & Martinisi, V. (1978). Dominance hierarchies in domestic horses. *Applied Animal Ethology*, *4*(3), 273-283. https://doi.org/10.1016/0304-3762(78)90117-7

Howard, R. W., & Blomquist, G. J. (2005). Ecological, behavioral, and biochemical aspects of insect hydrocarbons. *Annu. Rev. Entomol.*, *50*(1), 371-393. https://doi.org/10.1146/annurev.ento.50.071803.130359

Hughes, B. O., & Black, A. J. (1973). The preference of domestic hens for different types of battery cage floor. *British Poultry Science*, *14*(6), 615-619. https://doi.org/10.1080/00071667308416071

I

IDELE. (2015). *Caractéristiques des modes d'hébergement équins et conséquences sur les conditions de travail*. https://www.ifce.fr/wp-content/uploads/2015/11/OESC-Modesh%C3%A9bergement-%C3%A9quins-Enqu%C3%AAte-2014.pdf

Ieraci, A., Mallei, A., & Popoli, M. (2016). Social Isolation Stress Induces Anxious-Depressive-Like Behavior and Alterations of Neuroplasticity-Related Genes in Adult Male Mice. *Neural Plasticity*, *2016*(1), 6212983. https://doi.org/10.1155/2016/6212983

IFCE. (2022). *Combien d'équidés en France ? Effectifs d'équidés.*

https://equipedia.ifce.fr/fileadmin/bibliotheque/6.Statistiques/6.5.Notes-thematiques/Combien-d-equides-en-france.pdf

IFCE. (2023a). *Annuaire ECUS 2023*.

https://equipedia.ifce.fr/fileadmin/bibliotheque/6.Statistiques/6.1.Ecus-depliant/Annuaire-ECUS-2023.pdf

IFCE. (2023b). Cheval Bien-Être v1.3 (Version 1.3). Perspicapp Studio

Iyasere, O. S., Durosaro, S. O., Oyeniran, V. J., & Daramola, J. O. (2022). Is an increase of glucocorticoid concentrations related to the degree of arousal or valence experienced by an animal to a stimulus? *Domestic Animal Endocrinology*, *81*, 106752. https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2022.106752

J

Jablonski, N. G. (2021). Social and affective touch in primates and its role in the evolution of social cohesion. *Neuroscience*, *464*, 117-125. https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2020.11.024

Janczarek, I., Wiśniewska, A., Chruszczewski, M. H., Tkaczyk, E., & Górecka-Bruzda, A. (2020). Social Behaviour of Horses in Response to Vocalisations of Predators. *Animals*, *10*(12). https://doi.org/10.3390/ani10122331

Jardat, P., Destrez, A., Damon, F., Menard--Peroy, Z., Parias, C., Barrière, P., Keller, M., Calandreau, L., & Lansade, L. (2023a). Horses discriminate human body odors between fear and joy contexts in a habituation-discrimination protocol. *Scientific reports*, *13*(1), 3285. https://doi.org/10.1038/s41598-023-30119-8

Jardat, P., Liehrmann, O., Reigner, F., Parias, C., Calandreau, L., & Lansade, L. (2023b). Horses discriminate between human facial and vocal expressions of sadness and joy. *Animal cognition*, *26*(5), 1733-1742. https://doi.org/10.1007/s10071-023-01817-7

Jastrzębska, E., Wiśniewska, A., Wilk, I., Próchniak, T., & Janczarek, I. (2023). Effect of selected factors on features of short-term social isolation of horses : A pilot study. *Medycyna Weterynaryjna*, *79*(3), 134-141.

Jeangène Vilmer, J.-B. (2015). Introduction. Dans *Éthique animale* (pp. 9–18). Presses Universitaires de France. https://shs.cairn.info/ethique-animale--9782130562429-page-9?lang=fr

Jeangène Vilmer, J.-B. (2015). Le welfarisme et l'abolitionnisme. Dans *L'éthique animale* (2e éd., pp. 52–65). Presses Universitaires de France. https://shs.cairn.info/article/PUF_JEANG_2015_01_0052?lang=fr

Jensen, M. B., & Larsen, L. E. (2014). Effects of level of social contact on dairy calf behavior and health. *Journal of Dairy Science*, *97*(8), 5035-5044. https://doi.org/10.3168/jds.2013-7311

Jones, R. B., & Waddington, D. (1993). Attenuation of the domestic chick's fear of human beings via regular handling : In search of a sensitive period. *Applied Animal Behaviour Science*, *36*(2-3), 185-195. https://doi.org/10.1016/0168-1591(93)90009-E

Jordan, L. A., Avolio, C., Herbert-Read, J. E., Krause, J., Rubenstein, D. I., & Ward, A. J. (2010). Group structure in a restricted entry system is mediated by both resident and joiner preferences. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *64*, 1099-1106. https://doi.org/10.1007/s00265-010-0924-1

K

Kalcher, E., Franz, C., Crailsheim, K., & Preuschoft, S. (2008). Differential onset of infantile deprivation produces distinctive long-term effects in adult ex-laboratory chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Developmental Psychobiology*, *50*(8), 777-788. https://doi.org/10.1002/dev.20330

Kalcher-Sommersguter, E., Franz-Schaider, C., Crailsheim, K., & Preuschoft, S. (2013). Social Competence of Adult Chimpanzees (*Pan troglodytes*) with Severe Deprivation History : A Relational Approach. *International Journal of Comparative Psychology*, *26*(2). https://doi.org/10.46867/ijcp.2013.26.02.03

Kanitz, E., Puppe, B., Tuchscherer, M., Heberer, M., Viergutz, T., & Tuchscherer, A. (2009). A single exposure to social isolation in domestic piglets activates behavioural arousal, neuroendocrine stress hormones, and stress-related gene expression in the brain. *Physiology & Behavior*, *98*(1), 176-185. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2009.05.007

Kappeler, P. (2019). A framework for studying social complexity. *Behavioral ecology and sociobiology*, *73*, 1-14. https://doi.org/10.1007/s00265-018-2601-8

Kappeler, P., & van Schaik, C. (2002). Evolution of primate social systems. *International journal of primatology*, *23*, 707-740. https://doi.org/10.1023/A:1015520830318

Karlen, G., Hemsworth, P., Gonyou, H., Fabrega, E., Strom, A., & Smits, R. (2007). The welfare of gestating sows in conventional stalls and large groups on deep litter. Applied Animal Behaviour Science, 105(1), 87-101. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.014

Kaseda, Y., & Khalil, A. (1996). Harem size reproductive success of stallions in Misaki feral horses. *Applied Animal Behaviour Science*, *47*(3), 163-173. https://doi.org/10.1016/0168-1591(95)00675-3

Keiper, R. (1986). Social structure. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, *2*(3), 465-484.

Kessel, A., & Brent, L. (2001). The rehabilitation of captive baboons. *Journal of Medical Primatology*, *30*(2), 71-80. https://doi.org/10.1034/j.1600-0684.2001.300201.x

Kieson, E., & Sams, J. (2021). A preliminary investigation of preferred affiliative interactions within and between select bonded pairs of horses : A first look at equine "Love Languages". *International Journal of Zoology and Animal Biology*, *4*(4), 000318. https://doi.org/10.23880/izab-16000318

Kiley-Worthington, M. (1997). *The behaviour of horses : In relation to management and training.* J. A. Allen.

Kim, K., Hosseindoust, A., Ingale, S., Lee, S., Noh, H., Choi, Y., Jeon, S., Kim, Y., & Chae, B. (2016). Effects of gestational housing on reproductive performance and behavior of sows with different backfat thickness. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, *29*(1), 142. https://doi.org/10.5713/ajas.14.0973

Kimura, R. (1998). Mutual grooming and preferred associate relationships in a band of free-ranging horses. *Applied Animal Behaviour Science*, *59*(4), 265-276. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(97)00129-9

Kiyokawa, Y., Honda, A., Takeuchi, Y., & Mori, Y. (2014). A familiar conspecific is more effective than an unfamiliar conspecific for social buffering of conditioned fear responses in male rats. *Behavioural Brain Research*, *267*, 189-193. https://doi.org/10.1016/j.bbr.2014.03.043

Kiyokawa, Y., Kikusui, T., Takeuchi, Y., & Mori, Y. (2004). Partner's stress status influences social buffering effects in rats. *Behavioral Neuroscience*, *118*(4), 798-804. https://doi.org/10.1037/0735-7044.118.4.798

Klinenberg, E. (2016). Social isolation, loneliness, and living alone : Identifying the risks for public health. *American journal of public health*, *106*(5), 786. https://doi.org/10.2105/AJPH.2016.303166

Klingel, H. (1982). Social organization of feral horses. *Journal of reproduction and fertility. Supplement*, *32*, 89—95.

Knight, S., Nunkoosing, K., Vrij, A., & Cherryman, J. (2003). Using Grounded Theory to Examine People's Attitudes Toward How Animals are Used. *Society & Animals*, *11*(4), 307-327. https://doi.org/10.1163/156853003322796064

Knolle, F., Goncalves, R. P., & Morton, A. J. (2017). Sheep recognize familiar and unfamiliar human faces from two-dimensional images. *Royal Society Open Science*, *4*(11), 171228.

Krakauer, D. C. (1995). Groups confuse predators by exploiting perceptual bottlenecks : A connectionist model of the confusion effect. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *36*, 421-429. https://doi.org/10.1007/BF00177338

Kret, M. E., Massen, J. J. M., & de Waal, F. B. M. (2022). My Fear Is Not, and Never Will Be, Your Fear : On Emotions and Feelings in Animals. *Affective Science*, *3*(1), 182-189. https://doi.org/10.1007/s42761-021-00099-x

Krueger, K., & Flauger, B. (2011). Olfactory recognition of individual competitors by means of faeces in horse (*Equus caballus*). *Animal Cognition*, *14*, 245-257. https://doi.org/10.1007/s10071-010-0358-1

Kummer, H. (1968). *Social organization of hamadryas baboons: A field study*. Karger.

Kummer, H. (1978). On the value of social relationships to nonhuman primates : A heuristic scheme. *Social Science Information*, *17*(4-5), 687-705. https://doi.org/10.1177/053901847801700418

Kurtycz, L. M., Wagner, K. E., & Ross, S. R. (2014). The Choice to Access Outdoor Areas Affects the Behavior of Great Apes. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, *17*(3), 185-197. https://doi.org/10.1080/10888705.2014.896213

L

Lagisz, M., Zidar, J., Nakagawa, S., Neville, V., Sorato, E., Paul, E. S., Bateson, M., Mendl, M., & Løvlie, H. (2020). Optimism, pessimism and judgement bias in animals : A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *118*, 3-17. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.07.012

Lalot, M., Ung, D., Péron, F., d'Ettorre, P., & Bovet, D. (2017). You know what ? I'm happy. Cognitive bias is not related to personality but is induced by pair-housing in canaries (*Serinus canaria*). *Behavioural processes*, *134*, 70-77. https://doi.org/10.1016/j.beproc.2016.09.012

Lansade, L., Nowak, R., Lainé, A.-L., Leterrier, C., Bonneau, C., Parias, C., & Bertin, A. (2018). Facial expression and oxytocin as possible markers of positive emotions in horses. *Scientific reports*, *8*(1), 14680. https://doi.org/10.1038/s41598-018-32993-z

Lescureux, N. (2001). *Etude de la hiérarchie de dominance d'un troupeau de chevaux de Przewalski (Equus przewalskii, Poliakov) en semi-liberté* (Mémoire de maîtrise, Université des Sciences et Technologies de Lille).

Lee, C., Verbeek, E., Doyle, R., & Bateson, M. (2016). Attention bias to threat indicates anxiety differences in sheep. *Biology Letters*, *12*(6), 20150977. https://doi.org/10.1098/rsbl.2015.0977

Ledoux, J. (2012). Rethinking the Emotional Brain. *Neuron*, *73*(4), 653-676. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.02.004

Le Goff, M., Hendrix, J. G., Webber, Q. M. R., Robitaille, A. L., & Vander Wal, E. (2024). Environmental, social and morphological drivers of fission–fusion dynamics in a social ungulate. *Animal Behaviour*, *207*, 267-276. https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2023.10.014

Leknes, S., & Tracey, I. (2008). A common neurobiology for pain and pleasure. *Nature Reviews Neuroscience*, *9*(4), 314-320. https://doi.org/10.1038/nrn2333

Lensink, B., Raussi, S., Boivin, X., Pyykkönen, M., & Veissier, I. (2001a). Reactions of calves to handling depend on housing condition and previous experience with humans. *Applied animal behaviour science*, *70*(3), 187-199. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00152-0

Lensink, B., Veissier, I., & Florand, L. (2001b). The farmers' influence on calves' behaviour, health and production of a veal unit. *Animal Science*, *72*(1), 105-116. https://doi.org/10.1017/S1357729800055600

Leotti, L., Iyengar, S., & Ochsner, K. (2010). Born to choose : The origins and value of the need for control. *Trends in Cognitive Sciences*, *14*(10), 457-463. https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.08.001

Lerner, J., & Keltner, D. (2000). Beyond valence : Toward a model of emotion-specific influences on judgement and choice. *Cognition and Emotion*, *14*(4), 473-493. https://doi.org/10.1080/026999300402763

https://doi.org/10.1080/026999300402763

Leser, N., & Wagner, S. (2015). The effects of acute social isolation on long-term social recognition memory. *Neurobiology of Learning and Memory*, *124*, 97-103.

https://doi.org/10.1016/j.nlm.2015.07.002

Lesimple, C., Reverchon-Billot, L., Galloux, P., Stomp, M., Boichot, L., Coste, C., Henry, S., & Hausberger, M. (2020). Free movement : A key for welfare improvement in sport horses? *Applied Animal Behaviour Science*, *225*, 104972. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2020.104972

Li, X., & Kokko, H. (2019). Sex-biased dispersal : A review of the theory. *Biological Reviews*, *94*(2), 721-736. https://doi.org/10.1111/brv.12475

Li, X., Xu, F., Xie, L., Ji, Y., Cheng, K., Zhou, Q., Wang, T., Shively, C., Wu, Q., & Gong, W. (2013). Depression-like behavioral phenotypes by social and social plus visual isolation in the adult female *Macaca fascicularis*. *PLoS One*, *8*(9), e73293. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073293

Librado, P., Fages, A., Gaunitz, C., Leonardi, M., Wagner, S., Khan, N., Hanghøj, K., Alquraishi, S. A., Alfarhan, A. H., & Al-Rasheid, K. A. (2016). The evolutionary origin and genetic makeup of domestic horses. *Genetics*, *204*(2), 423-434. https://doi.org/10.1534/genetics.116.194860

Lindberg, A. C. (2001). Group life. Dans *Social behaviour in farm animals* (pp. 37-58). CABI publishing. https://doi.org/10.1079/9780851993973.000

Lindner, E., Gingerich, K., Burke, K., Doyle, S., & Miller-Cushon, E. (2022). Effects of social housing on dairy calf social bonding. *Animals*, *12*(7), 821. https://doi.org/10.3390/ani12070821

Löckener, S., Reese, S., Erhard, M., & Wöhr, A.-C. (2016). Pasturing in herds after housing in horseboxes induces a positive cognitive bias in horses. *Journal of Veterinary Behavior*, *11*, 50-55. https://doi.org/10.1016/j.jveb.2015.11.005

Loi « Grammont » du 2 juillet 1850 relative aux mauvais traitements envers les animaux domestiques, 299 (1850).

Loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection des animaux, Article L214-1, *Code rural et de la pêche maritime* (1976). https://www.legifrance.gouv.fr/codes/id/LEGISCTA000006152208

Loi n° 2015-177 du 16 février 2015 relative à la modernisation et à la simplification du droit et des procédures dans les domaines de la justice et des affaires intérieures, article 515-14, *Code civil* (2015). https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/article_jo/JORFARTI000030248589

Loi n° 2021-1539 du 20 décembre 2021 relative à la lutte contre la maltraitance animale, *Code rural et de la pêche maritime* (2021). *Journal officiel de la République française*.

https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGIARTI000044389272/2024-10-23/?isSuggest=true

Loucks, E. B., Sullivan, L. M., D'Agostino Sr, R. B., Larson, M. G., Berkman, L. F., & Benjamin, E. J. (2006). Social networks and inflammatory markers in the Framingham Heart Study. *Journal of biosocial science*, *38*(6), 835-842. https://doi.org/10.1017/S0021932005001203

Lowe, G., McCane, B., Sutherland, M., Waas, J., Schaefer, A., Cox, N., & Stewart, M. (2020). Automated collection and analysis of infrared thermograms for measuring eye and cheek temperatures in calves. *Animals*, *10*(2), 292. https://doi.org/10.3390/ani10020292

Ludwiczak, A., Skrzypczak, E., Składanowska-Baryza, J., Stanisz, M., Ślósarz, P., & Racewicz, P. (2021). How housing conditions determine the welfare of pigs. *Animals*, *11*(12), 3484. https://doi.org/10.3390/ani11123484

Luna, D., Carrasco, C., Álvarez, D., González, C., Egaña, J. I., & Figueroa, J. (2020). Exploring Anhedonia in Kennelled Dogs : Could Coping Styles Affect Hedonic Preferences for Sweet and Umami Flavours? *Animals*, *10*(11), 2087. https://doi.org/10.3390/ani10112087

Lürzel, S., Reiter, D., Barth, K., Futschik, A., & Waiblinger, S. (2016). Milker behaviour affects the social behaviour of dairy cows. Dans C. Dwyer, M. Haskell, & V. Sandilands (Eds.), *Proceedings of the 50th Congress of the International Society for Applied Ethology*, 12-15th July, 2016, Edinburgh, United Kingdom (p. 418).

M

MacLeod, A. K., & Byrne, A. (1996). Anxiety, depression, and the anticipation of future positive and negative experiences. *Journal of abnormal psychology*, *105*(2), 286. https://doi.org/10.1037/0021-843X.105.2.286

MacLeod, C., Mathews, A., & Tata, P. (1986). Attentional bias in emotional disorders. *Journal of abnormal psychology*, *95*(1), 15. https://doi.org/10.1037/0021-843X.95.1.15

Makinodan, M., Rosen, K. M., Ito, S., & Corfas, G. (2012). A Critical Period for Social Experience–Dependent Oligodendrocyte Maturation and Myelination. *Science*, *337*(6100), 1357-1360. https://doi.org/10.1126/science.1220845

Malavasi, R., & Huber, L. (2016). Evidence of heterospecific referential communication from domestic horses (*Equus caballus*) to humans. *Animal cognition*, *19*(5), 899-909. https://doi.org/10.1007/s10071-016-0987-0

Marinier, S. L., Alexander, A. J., & Waring, G. H. (1988). Flehmen behaviour in the domestic horse : Discrimination of conspecific odours. *Applied Animal Behaviour Science*, *19*(3), 227-237. https://doi.org/10.1016/0168-1591(88)90003-2

Marks, I. fM, & Nesse, R. M. (1994). Fear and fitness : An evolutionary analysis of anxiety disorders. *Ethology and Sociobiology*, *15*(5), 247-261. https://doi.org/10.1016/0162-3095(94)90002-7

Martínez, L. S. (2020). *Leaving a solitary life behind : Evolutionary processes leading to sociality in animals*. Niedersächsische Staats-und Universitätsbibliothek Göttingen.

Mason, G. J. (1991). Stereotypies : A critical review. *Animal behaviour*, *41*(6), 1015-1037. https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80640-2

Mason, G. J., Cooper, J., & Clarebrough, C. (2001). Frustrations of fur-farmed mink. *Nature*, *410*(6824), 35-36. https://doi.org/10.1038/35065157

Mason, G. J., & Latham, N. R. (2004). Can't stop, won't stop: Is stereotypy a reliable animal welfare indicator? *Animal Welfare, 13*(Supplement), S57–S69.

Mason, G., & Rushen, J. (2006). *Stereotypic animal behaviour: Fundamentals and applications to welfare* (2nd ed.). CABI Publishing.

Mathews, A., & MacLeod, C. (2002). Induced processing biases have causal effects on anxiety. *Cognition and Emotion*, *16*(3), 331-354. https://doi.org/10.1080/02699930143000518

Matthews, J., Ridley, A., Kaplin, B., & Grueter, C. (2021). Ecological and reproductive drivers of fission-fusion dynamics in chimpanzees (*Pan troglodytes schweinfurthii*) inhabiting a montane forest. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *75*(1), 23. https://doi.org/10.1007/s00265-020-02964-4

McDonnell, S., & Haviland, J. (1995). Agonistic ethogram of the equid bachelor band. *Applied Animal Behaviour Science*, *43*(3), 147-188. https://doi.org/10.1016/0168-1591(94)00550-X

McFarland, D. (1993). *Animal behaviour : Psychobiology, ethology, and evolution* (2nd ed.). Longman Scientific and Technical.

Mcgreevy, P., Cripps, P., French, N., Green, L., & Nicol, C. (1995). Management factors associated with stereotypic and redirected behaviour in the Thoroughbred horse. *Equine Veterinary Journal*, *27*(2), 86-91. https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1995.tb03041.x

McGreevy, P., & Yeates, J. (2019). Horses (*Equus caballus*). Dans *Companion animal care and welfare : The UFAW companion animal handbook*. John Wiley & Sons.

McLeman, M., Mendl, M., Jones, R., & Wathes, C. (2008). Social discrimination of familiar conspecifics by juvenile pigs, Sus scrofa : Development of a non-invasive method to study the transmission of unimodal and bimodal cues between live stimuli. *Applied Animal Behaviour Science*, *115*(3-4), 123-137. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.06.010

McMillan, F. (2019). *Mental health and well-being in animals* (2nd ed.). CABI.

Meehan, C., Garner, J., & Mench, J. (2003). Isosexual pair housing improves the welfare of young Amazon parrots. *Applied Animal Behaviour Science*, *81*(1), 73-88. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00238-1

Meehan, C. L., & Mench, J. A. (2007). The challenge of challenge : Can problem solving opportunities enhance animal welfare? *Applied Animal Behaviour Science*, *102*(3-4), 246-261. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.031

Meier, H. E., Tickell, S., & Konjer, M. V. (2023). A tale of two scandals : Scale shift and the inefficacy of crisis communication management in Olympic scandals. *Frontiers in Communication*, *8*. https://doi.org/10.3389/fcomm.2023.1155747

Mellor, D. (2015). Positive animal welfare states and encouraging environment-focused and animal-to-animal interactive behaviours. *New Zealand Veterinary Journal*, *63*(1), 9-16. https://doi.org/10.1080/00480169.2014.926800

Mellor, D., Beausoleil, N., Littlewood, K., McLean, A., McGreevy, P., Jones, B, & Wilkins, C. (2020). The 2020 Five Domains Model : Including Human–Animal Interactions in Assessments of Animal Welfare. *Animals*, *10*(10). https://doi.org/10.3390/ani10101870

Mench, J., & Keeling, L. (2001). The social behaviour of domestic birds. Dans *Social behaviour in farm animals* (pp. 177-209). CABI Publishing. https://doi.org/10.1079/9780851993973.0177

Mendl, M., Burman, O. H. P., Parker, R. M. A., & Paul, E. S. (2009). Cognitive bias as an indicator of animal emotion and welfare : Emerging evidence and underlying mechanisms. Applied Animal Behaviour Science, 118(3-4), 161-181. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.02.023

Mendl, M., Burman, O. H., & Paul, E. S. (2010). An integrative and functional framework for the study of animal emotion and mood. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 277*(1696), 2895–2904. https://doi.org/10.1098/rspb.2010.0303

Mendl, M., & Held, S. (2001). Living in groups: An evolutionary perspective. Dans *Social behaviour in farm animals* (pp. 7-36). CABI Publishing.

Mendl, M., Neville, V., & Paul, E. S. (2022). Bridging the Gap : Human Emotions and Animal Emotions. Affective Science, 3(4), 703–712. https://doi.org/10.1007/s42761-022-00125-6

Mendl, M., & Paul, E. (2004). Consciousness, emotion and animal welfare : Insights from cognitive science. *Animal Welfare*, *13*(S1), S17-S25. https://doi.org/10.1017/S0962728600014330

Mendl, M., & Paul, E. S. (2020). Animal affect and decision-making. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *112*, 144-163. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.01.025

Mendl, M., Randle, K., & Pope, S. (2002). Young female pigs can discriminate individual differences in odours from conspecific urine. *Animal Behaviour*, *64*(1), 97-101.

Mendl, M., Zanella, A. J., & Broom, D. M. (1992). Physiological and reproductive correlates of behavioural strategies in female domestic pigs. *Animal Behaviour*, *44*(6), 1107-1121. https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80323-9

Mendl, M., & Paul, E. S. (2020). Animal affect and decision-making. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *112*, 144-163. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.01.025

Mendl, M., Randle, K., & Pope, S. (2002). Young female pigs can discriminate individual differences in odours from conspecific urine. *Animal Behaviour*, *64*(1), 97-101.

Mendl, M., Zanella, A. J., & Broom, D. M. (1992). Physiological and reproductive correlates of behavioural strategies in female domestic pigs. *Animal Behaviour*, *44*(6), 1107-1121. https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80323-9

Mendonça, R. S., Pinto, P., Inoue, S., Ringhofer, M., Godinho, R., & Hirata, S. (2021). Social determinants of affiliation and cohesion in a population of feral horses. *Applied Animal Behaviour Science*, *245*, 105496. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105496

Merkies, K., & Franzin, O. (2021). Enhanced Understanding of Horse–Human Interactions to Optimize Welfare. *Animals*, *11*(5). https://doi.org/10.3390/ani11051347

Mills, D., Taylor, K., & Cooper, J. (2005). Weaving, headshaking, cribbing, and other stereotypies. *AAEP Proceedings*, 51, 221-230. https://doi.org/10.5555/20063015027

Mineka, S., Gunnar, M., & Champoux, M. (1986). Control and early socioemotional development: Infant rhesus monkeys reared in controllable versus uncontrollable environments. *Child Development*, 57(5), 1241–1256. https://doi.org/10.2307/1130447

Mineka, S., Watson, D., & Clark, L. A. (1998). Comorbidity of anxiety and unipolar mood disorders. *Annual Review of Psychology, 49,* 377–412. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.49.1.377

Minero, M., Dalla Costa, E., & Dai, F. (2015). *AWIN Welfare assessment protocol for horses*. https://doi.org/10.13130/AWIN_HORSES_2015

Moe, R. O., Stubsjøen, S. M., Bohlin, J., Flø, A., & Bakken, M. (2012). Peripheral temperature drop in response to anticipation and consumption of a signaled palatable reward in laying hens (*Gallus*

domesticus). *Physiology & behavior*, *106*(4), 527-533. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2012.03.032

Mogg, K., & Bradley, B. P. (1998). A cognitive-motivational analysis of anxiety. *Behaviour research and therapy*, *36*(9), 809-848. https://doi.org/10.1016/S0005-7967(98)00063-1

Monard, A.-M. (1992). *Causes et conséquences du départ des jeunes femelles de leur groupe natal dans un troupeau de chevaux Camargue en semi-liberté.* (Thèse de doctorat, Université Rennes 1). https://theses.fr/1992REN10140

Monard, A.-M., & Duncan, P. (1996). Consequences of natal dispersal in female horses. *Animal Behaviour, 52*(3), 565–579. https://doi.org/10.1006/anbe.1996.0198

Monk, J. E., Belson, S., Colditz, I. G., & Lee, C. (2018). Attention Bias Test Differentiates Anxiety and Depression in Sheep. Frontiers in Behavioral Neuroscience, 12. https://doi.org/10.3389/fnbeh.2018.00246

Mota-Rojas, D., Broom, D. M., Orihuela, A., Velarde, A., Napolitano, F., & Alonso-Spilsbury, M. (2020). Effects of human-animal relationship on animal productivity and welfare. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, *8*(3), 196-205. http:/ / dx.doi.org/ 10.31893/ jabb.20026

Mormède, P., Andanson, S., Aupérin, B., Beerda, B., Guémené, D., Malmkvist, 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*(3), 317-339. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.12.003

Mormède, P., Boisseau-Sowinski, L., Chiron, J., Diederich, C., Eddison, J., Guichet, J.-L., Le Neindre, P., & Meunier-Salaün, M.-C. (2018). Bien-être animal : Contexte, définition, évaluation. *INRAE Productions animales*, *31*(2), 145-162. https://doi.org/10.20870/productions-animales.2018.31.2.2299

Morton, F. B., Weiss, A., Buchanan-Smith, H. M., & Lee, P. C. (2015). Capuchin monkeys with similar personalities have higher-quality relationships independent of age, sex, kinship and rank. *Animal Behaviour*, *105*, 163-171. https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.04.013

Mota-Rojas, D., Broom, D. M., Orihuela, A., Velarde, A., Napolitano, F., & Alonso-Spilsbury, M. (2020). Effects of human-animal relationship on animal productivity and welfare. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, *8*(3), 196-205. http:/ / dx.doi.org/ 10.31893/ jabb.20026

N

Napolitano, F., Bragaglio, A., Sabia, E., Serrapica, F., Braghieri, A., & De Rosa, G. (2020). The human–animal relationship in dairy animals. *Journal of Dairy Research*, *87*(S1), 47-52. https://doi.org/10.1017/S0022029920000606

Nawroth, C., Langbein, J., Coulon, M., Gabor, V., Oesterwind, S., Benz-Schwarzburg, J., & Von Borell, E. (2019). Farm animal cognition—Linking behavior, welfare and ethics. *Frontiers in veterinary science*, *6*, 24. https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00024

Neely, C., Lane, C., Torres, J., & Flinn, J. (2018). The Effect of Gentle Handling on Depressive-Like Behavior in Adult Male Mice : Considerations for Human and Rodent Interactions in the Laboratory. *Behavioural Neurology*, *2018*(1), 2976014. https://doi.org/10.1155/2018/2976014

Nettle, D., & Bateson, M. (2012). The evolutionary origins of mood and its disorders. *Current Biology*, *22*(17), R712-R721. https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.06.020

Neumann, I. (2009). The advantage of social living : Brain neuropeptides mediate the beneficial consequences of sex and motherhood. *Hormones & Social Behavior*, *30*(4), 483-496. https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2009.04.012

Neville, V., Nakagawa, S., Zidar, J., Paul, E. S., Lagisz, M., Bateson, M., Løvlie, H., & Mendl, M. (2020). Pharmacological manipulations of judgement bias : A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *108*, 269-286. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.11.008

Nielsen, B. L., Lawrence, A. B., & Whittemore, C. T. (1996). Effect of individual housing on the feeding behaviour of previously group housed growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, *47*(3-4), 149-161. https://doi.org/10.1016/0168-1591(95)01001-7

Nordenfelt, L. (2006). Theories of welfare in terms of needs. Dans *Animal and human health and welfare: A comparative philosophical analysis* (pp. 107–113). CABI Publishing. https://doi.org/10.1079/9781845930592.0107

Normando, S., Haverbeke, A., Meers, L., Ödberg, F., Ibáñez Talegón, M., & Bono, G. (2003). Effect of manual imitation of grooming on riding horses' heart rate in different environmental situations. *Veterinary research communications*, *27*, 615-617. https://doi.org/10.1023/b:verc.0000014230.52006.df

Novak, M., Meyer, J., Lutz, C., & Tiefenbacher, S. (2006). Deprived environments: Developmental insights from primatology. Dans G. Mason & J. Rushen (Eds.), *Stereotypic animal behaviour: Fundamentals and applications to welfare* (2nd ed., pp. 153–189). CABI Publishing.

O

Outram, A., Stear, N., Bendrey, R., Olsen, S., Kasparov, A., Zaibert, V., Thorpe, N., & Evershed, R. (2009). The earliest horse harnessing and milking. *Science*, *323*(5919), 1332-1335. https://doi.org/10.1126/science.1168594

P

Panksepp, J. (2011). The basic emotional circuits of mammalian brains : Do animals have affective lives? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *35*(9), 1791-1804. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.08.003

Paul, E. S., Browne, W., Mendl, M. T., Caplen, G., Trevarthen, A., Held, S., & Nicol, C. J. (2022). Assessing animal welfare : A triangulation of preference, judgement bias and other candidate welfare indicators. *Animal Behaviour*, *186*, 151-177. https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2022.02.003

Paul, E. S., Harding, E. J., & Mendl, M. (2005). Measuring emotional processes in animals : The utility of a cognitive approach. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *29*(3), 469-491. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2005.01.002

Pedersen, L. J., Jensen, M. B., Hansen, S. W., Munksgaard, L., Ladewig, J., & Matthews, L. (2002). Social isolation affects the motivation to work for food and straw in pigs as measured by operant conditioning techniques. *Applied Animal Behaviour Science*, *77*(4), 295-309. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00066-7

Penning, P., Parsons, A., Newman, J., Orr, R., & Harvey, A. (1993). The effects of group size on grazing time in sheep. *Applied Animal Behaviour Science*, *37*(2), 101-109. https://doi.org/10.1016/0168-1591(93)90103-V

Perera, T. D., Dwork, A. J., Keegan, K. A., Thirumangalakudi, L., Lipira, C. M., Joyce, N., Lange, C., Higley, J. D., Rosoklija, G., & Hen, R. (2011). Necessity of hippocampal neurogenesis for the therapeutic action of antidepressants in adult nonhuman primates. *PloS one*, *6*(4), e17600. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017600

Péron, F., Ward, R., & Burman, O. (2014). Horses (*Equus caballus*) discriminate body odour cues from conspecifics. *Animal Cognition*, *17*(4), 1007-1011. https://doi.org/10.1007/s10071-013-0717-9

Perret, A., Henry, L., Coulon, M., Caudal, J.-P., Richard, J.-P., Cousillas, H., Hausberger, M., & George, I. (2015). Social visual contact, a primary "drive" for social animals? *Animal cognition*, *18*, 657-666. https://doi.org/10.1007/s10071-015-0834-8

Perry, S., Manson, J. H., Dower, G., & Wikberg, E. (2003). White-faced capuchins cooperate to rescue a groupmate from a Boa constrictor. *Folia primatologica*, *74*(2), 109. https://doi.org/10.1159/000070008

Pierard, M., McGreevy, P., & Geers, R. (2019). Effect of density and relative aggressiveness on agonistic and affiliative interactions in a newly formed group of horses. *Journal of Veterinary Behavior*, *29*, 61-69. https://doi.org/10.1016/j.jveb.2018.03.008

Pitcher, B. J., Briefer, E. F., Baciadonna, L., & McElligott, A. G. (2017). Cross-modal recognition of familiar conspecifics in goats. *Royal Society open science*, *4*(2), 160346. https://doi.org/10.1098/rsos.160346

Posner, J., Russell, J. A., & Peterson, B. S. (2005). The circumplex model of affect : An integrative approach to affective neuroscience, cognitive development, and psychopathology. *Development and psychopathology*, *17*(3), 715-734. https://doi.org/10.1017/S0954579405050340

Powell, S. B., & Swerdlow, N. R. (2023). The relevance of animal models of social isolation and social motivation for understanding schizophrenia : Review and future directions. *Schizophrenia Bulletin*, *49*(5), 1112-1126. https://doi.org/10.1093/schbul/sbad098

Price, E. O. (1984). Behavioral Aspects of Animal Domestication. *The Quarterly Review of Biology*, *59*(1), 1-32. https://doi.org/10.1086/413673

Proops, L., & McComb, K. (2010). Attributing attention : The use of human-given cues by domestic horses (*Equus caballus*). *Animal cognition*, *13*, 197-205.

Proops, L., McComb, K., & Reby, D. (2009). Cross-modal individual recognition in domestic horses (*Equus caballus*). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *106*(3), 947-951. https://doi.org/10.1073/pnas.0809127105

Proops, L., Walton, M., & McComb, K. (2010). The use of human-given cues by domestic horses, *Equus caballus*, during an object choice task. *Animal Behaviour*, *79*(6), 1205-1209.

Pulliam, H. R. (1973). On the advantages of flocking. *Journal of Theoretical Biology*, *38*(2), 419-422.

Q

Quenette, P.-Y., & Gerard, J.-F. (1992). From individual to collective vigilance in wild boar (*Sus scrofa*). *Canadian Journal of Zoology*, *70*(8), 1632-1635. https://doi.org/10.1139/z92-226

R

Rankin, C. H., Abrams, T., Barry, R. J., Bhatnagar, S., Clayton, D. F., Colombo, J., Coppola, G., Geyer, M. A., Glanzman, D. L., Marsland, S., McSweeney, F. K., Wilson, D. A., Wu, C.-F., & Thompson, R. F. (2009). Habituation revisited : An updated and revised description of the behavioral characteristics of habituation. *Neurobiology of Learning and Memory*, *92*(2), 135-138. https://doi.org/10.1016/j.nlm.2008.09.012

Rankins, E., & Wickens, C. (2020). A systematic review of equine personality. *Applied Animal Behaviour Science*, *231*, 105076. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2020.105076

Rault, J.-L., Waiblinger, S., Boivin, X., & Hemsworth, P. (2020). The Power of a Positive Human–Animal Relationship for Animal Welfare. Frontiers in Veterinary Science, 7. https://doi.org/10.3389/fvets.2020.590867

Raussi, S., Boissy, A., Delval, E., Pradel, P., Kaihilahti, J., & Veissier, I. (2005). Does repeated regrouping alter the social behaviour of heifers? *Applied Animal Behaviour Science*, *93*(1), 1-12. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.12.001

Raz, S. (2013). Ameliorative effects of brief daily periods of social interaction on isolation-induced behavioral and hormonal alterations. *Physiology & Behavior*, *116-117*, 13-22. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.03.009

Réale, D., Reader, S. M., Sol, D., McDougall, P. T., & Dingemanse, N. J. (2007). Integrating animal temperament within ecology and evolution. *Biological Reviews*, *82*(2), 291-318. https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2007.00010.x

Redbo, I. (1990). Changes in duration and frequency of stereotypies and their adjoining behaviours in heifers, before, during and after the grazing period. *Applied animal behaviour science*, *26*(1-2), 57-67. https://doi.org/10.1016/0168-1591(90)90087-T

Redbo, I., Redbo-Torstensson, P., Ödberg, F. O., Hedendahl, A., & Holm, J. (1998). Factors affecting behavioural disturbances in race-horses. *Animal Science*, *66*(2), 475-481. https://doi.org/10.1017/S1357729800009644

Redondo, A., Carranza, J., & Trigo, P. (2009). Fat diet reduces stress and intensity of startle reaction in horses. *Applied Animal Behaviour Science*, *118*(1-2), 69-75. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.02.008

Reefmann, N., Muehlemann, T., Wechsler, B., & Gygax, L. (2012). Housing induced mood modulates reactions to emotional stimuli in sheep. *Applied Animal Behaviour Science*, *136*(2-4), 146-155. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.12.007

Reimert, I., Bolhuis, J. E., Kemp, B., & Rodenburg, T. B. (2014). Social support in pigs with different coping styles. *Physiology & Behavior*, *129*, 221-229. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.02.059

Réseau National Équin. (2020). *Synthèse nationale des exploitations du Réseau Équin : Repères technico-économiques 2020*.

Richter, S. H., Schick, A., Hoyer, C., Lankisch, K., Gass, P., & Vollmayr, B. (2012). A glass full of optimism : Enrichment effects on cognitive bias in a rat model of depression. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *12*(3), 527-542. https://doi.org/10.3758/s13415-012-0101-2

Rietmann, T., Stuart, A., Bernasconi, P., Stauffacher, M., Auer, J. A., & Weishaupt, M. A. (2004). Assessment of mental stress in warmblood horses : Heart rate variability in comparison to heart rate and selected behavioural parameters. *Applied Animal Behaviour Science*, *88*(1-2), 121-136. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.02.016

Rifá, H. (1990). Social facilitation in the horse (*Equus caballus*). *Applied Animal Behaviour Science*, *25*(1), 167-176. https://doi.org/10.1016/0168-1591(90)90078-R

Riters, L., Kelm-Nelson, C., & Spool, J. (2019). Why Do Birds Flock ? A Role for Opioids in the Reinforcement of Gregarious Social Interactions. *Frontiers in Physiology*, *10*. https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00421

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*(2-4), 235-252. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00091-6

Rodenburg, T., Bijma, P., Ellen, E., Bergsma, R., de Vries, S., Bolhuis, J., Kemp, B., & van Arendonk, J. (2010). Breeding amiable animals ? Improving farm animal welfare by including social effects in breeding programmes. *Animal Welfare*, *19*(S1), 77-82. https://doi.org/10.1017/S0962728600002268

Rolls, E. (2000). On the brain and emotion. *Behavioral and brain sciences*, *23*(2), 219-228.

Rolls, E. (2005). *Emotion explained*. Oxford University Press.

Rolls, E. (2014). *Emotion and Decision Making Explained*. OUP Oxford.

Romeyer, A., & Bouissou, M.-F. (1992). Assessment of fear reactions in domestic sheep, and influence of breed and rearing conditions. *Applied Animal Behaviour Science*, *34*(1-2), 93-119. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(05)80060-7

Rørvang, M., Nielsen, T., & Christensen, J. (2020). Horses failed to learn from humans by observation. *Animals*, *10*(2), 221.

Ross, S. (2006). Issues of choice and control in the behaviour of a pair of captive polar bears (*Ursus maritimus*). *Behavioural Processes*, *73*(1), 117-120. https://doi.org/10.1016/j.beproc.2006.04.003

Rubenstein, D. I. (1981). Behavioural ecology of island feral horses. *Equine Veterinary Journal*, *13*(1), 27-34. https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1981.tb03443.x

Rubenstein, D. & Abbot, P. (2017). *Comparative social evolution*. Cambridge University Press.

Ruckstuhl, K. (1998). Foraging behaviour and sexual segregation in bighorn sheep. *Animal behaviour*, *56*(1), 99-106. https://doi.org/10.1006/anbe.1998.0745

Ruet, A., Lemarchand, J., Parias, C., Mach, N., Moisan, M.-P., Foury, A., Briant, C., & Lansade, L. (2019). Housing Horses in Individual Boxes Is a Challenge with Regard to Welfare. *Animals*, *9*(9), 621. https://doi.org/10.3390/ani9090621

Ruet, A., Arnould, C., Levray, J., Lemarchand, J., Mach, N., Moisan, M.-P., Foury, A., Briant, C., & Lansade, L. (2020). Effects of a temporary period on pasture on the welfare state of horses housed in individual boxes. *Applied Animal Behaviour Science*, *228*, 105027. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2020.105027

Rushen, J., & De Passillé, A. M. (2010). The importance of good stockmanship and its benefits for the animals. Dans T. Grandin (Éd.), *Improving animal welfare: A practical approach* (pp. 50–63). CABI Publishing. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/abs/10.1079/9781845935412.0050

Russell, J. A. (2003). Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological review*, *110*(1), 145. https://doi.org/10.1037/0033-295X.110.1.145

Russell, J. A., & Barrett, L. F. (1999). Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion : Dissecting the elephant. *Journal of Personality and Social Psychology*, *76*(5), 805-819. https://doi.org/10.1037/0022-3514.76.5.805

S

Salomons, A. R., Arndt, S. S., & Ohl, F. (2009). Anxiety in relation to animal environment and welfare. *Scandinavian Journal of Laboratory Animal Science*, *36*(1), 37-45. https://doi.org/10.23675/sjlas.v36i1.167

Salter, R., & Hudson, R. (1982). Social organization of feral horses in western Canada. *Applied Animal Ethology*, *8*(3), 207-223. https://doi.org/10.1016/0304-3762(82)90205-X

Sankey, C., Henry, S., André, N., Richard-Yris, M.-A., & Hausberger, M. (2011). Do horses have a concept of person? *PLoS One*, *6*(3), e18331. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018331

Sankey, C., Richard-Yris, M.-A., Leroy, H., Henry, S., & Hausberger, M. (2010). Positive interactions lead to lasting positive memories in horses, *Equus caballus*. *Animal Behaviour*, *79*(4), 869-875. https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2009.12.037

Sarrafchi, A., & Blokhuis, H. J. (2013). Equine stereotypic behaviors : Causation, occurrence, and prevention. *Journal of Veterinary Behavior*, *8*(5), 386-394. https://doi.org/10.1016/j.jveb.2013.04.068

Scherer, K. R. (1984). On the nature and function of emotion: A component process approach. Dans J. F. McGaugh & R. A. R. (Éds.), *Approaches to emotion* (pp. 1-26). Psychology Press.

Scherer, K. R. (1999). Appraisal theory. Dans *Handbook of cognition and emotion.* (pp. 637-663). John Wiley & Sons Ltd. https://doi.org/10.1002/0470013494.ch30

Schino, G. (2007). Grooming and agonistic support : A meta-analysis of primate reciprocal altruism. *Behavioral Ecology*, *18*(1), 115-120. https://doi.org/10.1093/beheco/arl045

Schmied, C., Boivin, X., Scala, S., & Waiblinger, S. (2010). Effect of previous stroking on reactions to a veterinary procedure : Behaviour and heart rate of dairy cows. *Interaction Studies*, *11*(3), 467-481. https://doi.org/10.1075/is.11.3.08sch

Scopa, C., Greco, A., Contalbrigo, L., Fratini, E., Lanatà, A., Scilingo, E. P., & Baragli, P. (2020). Inside the interaction : Contact with familiar humans modulates heart rate variability in horses. *Frontiers in Veterinary Science*, *7*, 582759. https://doi.org/10.3389/fvets.2020.582759

Serra, M., Sanna, E., Mostallino, M., & Biggio, G. (2007). Social isolation stress and neuroactive steroids. *European Neuropsychopharmacology*, *17*(1), 1-11. https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2006.03.004

Sevi, A., Taibi, L., Albenzio, M., Muscio, A., Dell'Aquila, S., & Napolitano, F. (2001). Behavioral, adrenal, immune, and productive responses of lactating ewes to regrouping and relocation. *Journal of Animal Science*, *79*(6), 1457-1465. https://doi.org/10.2527/2001.7961457x

Seymour, B., O'Doherty, J. P., Koltzenburg, M., Wiech, K., Frackowiak, R., Friston, K., & Dolan, R. (2005). Opponent appetitive-aversive neural processes underlie predictive learning of pain relief. *Nature Neuroscience*, *8*(9), 1234-1240. https://doi.org/10.1038/nn1527

Sharp, J., Zammit, T., Azar, T., & Lawson, D. (2003). Stress-like Responses to Common Procedures in Individually and Group-Housed Female Rats. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, *42*(1), 9-18.

Shultz, S., Opie, C., & Atkinson, Q. D. (2011). Stepwise evolution of stable sociality in primates. *Nature*, *479*(7372), 219-222. https://doi.org/10.1038/nature10601

Sigurjónsdóttir, H., Dierendonck, M. van, Snorrason, S., & Thórhallsdóttir, A. (2003). Social relationships in a group of horses without a mature stallion. *Behaviour*, *140*(6), 783-804. https://doi.org/10.1163/156853903322370670

Silk, J. B., Alberts, S. C., & Altmann, J. (2003). Social bonds of female baboons enhance infant survival. *Science*, *302*(5648), 1231-1234. https://doi.org/10.1126/science.1088580

Silk, J. B., Altmann, J., & Alberts, S. C. (2006). Social relationships among adult female baboons (*papio cynocephalus*) I. Variation in the strength of social bonds. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *61*(2), 183-195. https://doi.org/10.1007/s00265-006-0249-2

Silk, J. B., Beehner, J. C., Bergman, T. J., Crockford, C., Engh, A. L., Moscovice, L. R., Wittig, R. M., Seyfarth, R. M., & Cheney, D. L. (2010). Female chacma baboons form strong, equitable, and enduring social bonds. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *64*(11), 1733-1747. https://doi.org/10.1007/s00265-010-0986-0

Sinnott, A., Bokkers, E., Murphy, J., & Kennedy, E. (2023). A survey of calf housing facilities pre-weaning, management practices and farmer perceptions of calf welfare on Irish dairy farms. *Animals*, *13*(6), 1019. https://doi.org/10.3390/ani13061019

Smith, A., Proops, L., Grounds, K., Wathan, J., & McComb, K. (2016). Functionally relevant responses to human facial expressions of emotion in the domestic horse (*Equus caballus*). *Biology letters*, *12*(2), 20150907. https://doi.org/10.1098/rsbl.2015.0907

Smith, A., Proops, L., Grounds, K., Wathan, J., Scott, S., & McComb, K. (2018). Domestic horses (*Equus caballus*) discriminate between negative and positive human nonverbal vocalisations. *Scientific Reports*, *8*(1), 1-8.

Smuts, B. (2017). Sex and Friendship in Baboons. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315129204

Søndergaard, E., Jensen, M. B., & Nicol, C. J. (2011). Motivation for social contact in horses measured by operant conditioning. *Applied Animal Behaviour Science*, *132*(3-4), 131-137. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.04.007

Søndergaard, E., & Ladewig, J. (2004). Group housing exerts a positive effect on the behaviour of young horses during training. *Applied Animal Behaviour Science*, *87*(1-2), 105-118. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2003.12.010

Špinka, M. (2012). Social dimension of emotions and its implication for animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, *138*(3), 170-181. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.02.005

Spruijt, B. M., Van den Bos, R., & Pijlman, F. T. (2001). A concept of welfare based on reward evaluating mechanisms in the brain : Anticipatory behaviour as an indicator for the state of reward systems. *Applied Animal Behaviour Science*, *72*(2), 145-171. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00204-5

Stanton, M. E., Patterson, J. M., & Levine, S. (1985). Social influences on conditioned cortisol secretion in the squirrel monkey. *Psychoneuroendocrinology*, *10*(2), 125-134. https://doi.org/10.1016/0306-4530(85)90050-2

Stewart, M., Stafford, K., Dowling, S., Schaefer, A., & Webster, J. (2008a). Eye temperature and heart rate variability of calves disbudded with or without local anaesthetic. *Physiology & Behavior*, *93*(4-5), 789-797. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.11.044

Stewart, M., Schaefer, A., Haley, D., Colyn, J., Cook, N., Stafford, K., & Webster, J. (2008b). Infrared thermography as a non-invasive method for detecting fear-related responses of cattle to handling procedures. *Animal Welfare*, *17*(4), 387-393. https://doi.org/10.1017/S0962728600027895

Stricklin, W. R. (2001). The evolution and domestication of social behaviour. Dans *Social behaviour in farm animals* (pp. 83-110). CABI publishing. https://doi.org/10.1079/9780851993973.0083

Stricklin, W. R., & Mench, J. A. (1987). Social organization. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, *3*(2), 307-322. https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)31154-3

Sullens, D., Gilley, K., Jensen, K., Vichaya, E., Dolan, S. L., & Sekeres, M. (2021). Social isolation induces hyperactivity and exploration in aged female mice. *PLOS ONE*, *16*(2), 1-12. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245355

Sun, P., Smith, A. S., Lei, K., Liu, Y., & Wang, Z. (2014). Breaking bonds in male prairie vole : Long-term effects on emotional and social behavior, physiology, and neurochemistry. *Behavioural Brain Research*, *265*, 22-31. https://doi.org/10.1016/j.bbr.2014.02.016

Swedell, L. (2002). Affiliation among females in wild hamadryas baboons (*Papio hamadryas hamadryas*). *International Journal of Primatology*, *23*, 1205-1226. https://doi.org/10.1023/A:1021170703006

T

Tamioso, P. R., Molento, C. F. M., Boivin, X., Chandèze, H., Andanson, S., Delval, É., Hazard, D., da Silva, G. P., Taconeli, C. A., & Boissy, A. (2018). Inducing positive emotions : Behavioural and cardiac responses to human and brushing in ewes selected for high vs low social reactivity. *Applied Animal Behaviour Science*, *208*, 56-65. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.08.001

Taylor, H. O., Taylor, R. J., Nguyen, A. W., & Chatters, L. (2018). Social isolation, depression, and psychological distress among older adults. *Journal of aging and health*, *30*(2), 229-246. https://doi.org/10.1177/089826431667351

Thierry, B. (2015). Les systèmes sociaux. Dans *Ethologie animale : Une approche biologique du comportement.* (1ère, pp. 85-96). De Boeck Supérieur.

Tibbetts, E. A., & Dale, J. (2007). Individual recognition : It is good to be different. *Trends in Ecology & Evolution*, *22*(10), 529-537. https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.09.001

Tomberg, C., Petagna, M., & de Selliers de Moranville, L.-A. (2023). Horses (*Equus caballus*) facial micro-expressions : Insight into discreet social information. *Scientific Reports*, *13*(1), 8625. https://doi.org/10.1038/s41598-023-35807-z

Travain, T., & Valsecchi, P. (2021). Infrared thermography in the study of animals' emotional responses : A critical review. *Animals*, *11*(9), 2510. https://doi.org/10.3390/ani11092510

Trocino, A., Majolini, D., Tazzoli, M., Filiou, E., & Xiccato, G. (2013). Housing of growing rabbits in individual, bicellular and collective cages : Fear level and behavioural patterns. *Animal*, *7*(4), 633-639. https://doi.org/10.1017/S1751731112002029

Trösch, M. (2020). *Cognition sociale interspécifique du cheval à l'égard de l'être humain.* (Thèse de doctorat, Université de Tours). https://theses.fr/s293746

Trösch, M., Cuzol, F., Parias, C., Calandreau, L., Nowak, R., & Lansade, L. (2019a). Horses categorize human emotions cross-modally based on facial expression and non-verbal vocalizations. *Animals*, *9*(11), 862. https://doi.org/10.3390/ani9110862

Trösch, M., Ringhofer, M., Yamamoto, S., Lemarchand, J., Parias, C., Lormant, F., & Lansade, L. (2019b). Horses prefer to solicit a person who previously observed a food-hiding process to access this food : A possible indication of attentional state attribution. *Behavioural processes*, *166*, 103906. https://doi.org/10.1016/j.beproc.2019.103906

Tyler, S. (1972). The Behaviour and Social Organization of the New Forest Ponies. *Animal Behaviour Monographs*, *5*, 87-196. https://doi.org/10.1016/0003-3472(72)90003-6

U

Udell, J. A., Steg, P. G., Scirica, B. M., Smith, S. C., Jr, Ohman, E. M., Eagle, K. A., Goto, S., Cho, J. I., Bhatt, D. L., & REduction of Atherothrombosis for Continued Health (REACH) Registry Investigators. (2012). Living Alone and Cardiovascular Risk in Outpatients at Risk of or With Atherothrombosis. *Archives of Internal Medicine*, *172*(14), 1086-1095. https://doi.org/10.1001/archinternmed.2012.2782

V

Van Dierendonck, M. C., & Spruijt, B. M. (2012). Coping in groups of domestic horses – Review from a social and neurobiological perspective. *Applied Animal Behaviour Science*, *138*(3-4), 194-202. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.02.007

Van Dierendonck, M. C. van, Sigurjónsdóttir, H., Colenbrander, B., & Thorhallsdóttir, A. G. (2004). Differences in social behaviour between late pregnant, post-partum and barren mares in a herd of Icelandic horses. *Applied Animal Behaviour Science*, *89*(3), 283-297. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.06.010

Vauclair, J. (1992). *L'intelligence de l'animal*. Edition du Seuil.

Veissier, I., Boissy, A., Nowak, R., Orgeur, P., & Poindron, P. (1998). Ontogeny of social awareness in domestic herbivores. *Applied Animal Behaviour Science*, *57*(3), 233-245. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(98)00099-9

Veissier, I., Gesmier, V., Neindre, P. L., Gautier, J. Y., & Bertrand, G. (1994). The effects of rearing in individual crates on subsequent social behaviour of veal calves. *Applied Animal Behaviour Science*, *41*(3), 199-210. https://doi.org/10.1016/0168-1591(94)90023-X

Veissier, I., & Miele, M. (2015). Petite histoire de l'étude du bien-être animal : Comment cet objet sociétal est devenu un objet scientifique transdisciplinaire. *INRAE Productions Animales*, *28*(5), 399-410. https://doi.org/10.20870/productions-animales.2015.28.5.3042

Videan, E. N., Fritz, J., Schwandt, M. L., Smith, H. F., & Howell, S. (2005). Controllability in Environmental Enrichment for Captive Chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Journal of Applied Animal Welfare Science*, *8*(2), 117-130. https://doi.org/10.1207/s15327604jaws0802_4

Vieira, A. D. P., Keyserlingk, M. A. G. von, & Weary, D. M. (2010). Effects of pair versus single housing on performance and behavior of dairy calves before and after weaning from milk. *Journal of Dairy Science*, *93*(7), 3079-3085. https://doi.org/10.3168/jds.2009-2516

Visser, E., Ellis, A., & Van Reenen, C. (2008a). The effect of two different housing conditions on the welfare of young horses stabled for the first time. *Applied Animal Behaviour Science*, *114*(3-4), 521-533. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.03.003

Visser, E., Van Dierendonck, M., Ellis, A., Rijksen, C., & Van Reenen, C. (2009). A comparison of sympathetic and conventional training methods on responses to initial horse training. *The Veterinary Journal*, *181*(1), 48-52. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2009.03.009

Visser, E., Van Reenen, C., Blokhuis, M., Morgan, E., Hassmén, P., Rundgren, T., & Blokhuis, H. (2008b). Does Horse Temperament Influence Horse–Rider Cooperation? *Journal of Applied Animal Welfare Science*, *11*(3), 267-284. https://doi.org/10.1080/10888700802101254

von Dürckheim, K. E., Hoffman, L. C., Poblete-Echeverría, C., Bishop, J. M., Goodwin, T. E., Schulte, B. A., & Leslie, A. (2022). A pachyderm perfume : Odour encodes identity and group membership in

African elephants. *Scientific Reports*, *12*(1), 16768. https://doi.org/10.1038/s41598-022-20920-2

von Goldschmidt-Rothschild, B., & Tschanz, B. (1978). Soziale Organisation und Verhalten einer Jungtierherde beim Camargue-Pferd. *Zeitschrift für Tierpsychologie, 46*(4), 372–400. https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1978.tb01458.x

W

Waiblinger, S., Boivin, X., Pedersen, V., Tosi, M.-V., Janczak, A. M., Visser, E. K., & Jones, R. B. (2006). Assessing the human–animal relationship in farmed species : A critical review. *Applied Animal Behaviour Science*, *101*(3-4), 185-242. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.02.001

Waiblinger, S., Hosey, G., & Melfi, V. (2019). Agricultural animals. Dans G. Hosey, V. Melfi, & S. Waiblinger (Eds.), *Anthrozoology: Human-animal interactions in domesticated and wild animals* (pp. 32-58). Cambridge University Press.

Waiblinger, S., Menke, C., & Coleman, G. (2002). The relationship between attitudes, personal characteristics and behaviour of stockpeople and subsequent behaviour and production of dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, *79*(3), 195-219. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00155-7

Walther, F. R. (1991). On herding behavior. *Applied Animal Behaviour Science*, *29*(1), 5-13. https://doi.org/10.1016/0168-1591(91)90235-P

Waran, N. K. (2001). The social behaviour of horses. Dans Social Behaviour in Farm Animals. (pp. 247-274). CABI Publishing. https://doi.org/10.1079/9780851993973.0247

Waran, N., McGreevy, P., & Casey, R. A. (2002). Training Methods and Horse Welfare. Dans N. Waran (Éd.), *The Welfare of Horses* (pp. 151–180). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-306-48215-1_7

Ward, A., & Webster, M. (2016). *Sociality : The behaviour of group-living animals*. Springer Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28585-6

Warren-Smith, A., & McGreevy, P. (2005). The use of head lowering in horses as a method of inducing calmness. Dans *Proceedings of the 1st International Equitation Science Symposium* (pp. 75-83). Post Graduate Foundation in Veterinary Science.

Waring, G. (2003). *Horse Behavior*. William Andrew.

Wathan, J., Burrows, A. M., Waller, B. M., & McComb, K. (2015). EquiFACS: The Equine Facial Action Coding System. *PLOS ONE*, *10*(8), e0131738. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131738

Wathan, J., Proops, L., Grounds, K., & McComb, K. (2016). Horses discriminate between facial expressions of conspecifics. *Scientific Reports*, *6*(1), 38322. https://doi.org/10.1038/srep38322

Webb, L. E., Veenhoven, R., Harfeld, J. L., & Jensen, M. B. (2019). What is animal happiness? *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1438*(1), 62-76. https://doi.org/10.1111/nyas.13983

Wells, S. M., & von Goldschmidt-Rothschild, B. (1979). Social behaviour and relationships in a herd of Camargue horses. *Zeitschrift für Tierpsychologie,* *49*(4), 363–380. https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1979.tb00299.x

Welp, T., Rushen, J., Kramer, D., Festa-Bianchet, M., & De Passille, A. (2004). Vigilance as a measure of fear in dairy cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, *87*(1-2), 1-13. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2003.12.013

Wemelsfelder, F. (1997). The scientific validity of subjective concepts in models of animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, *53*(1), 75-88. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(96)01152-5

West, S. A., Griffin, A. S., & Gardner, A. (2007). Social semantics : Altruism, cooperation, mutualism, strong reciprocity and group selection. *Journal of evolutionary biology*, *20*(2), 415-432. https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2006.01258.x

Wey, T., Blumstein, D. T., Shen, W., & Jordán, F. (2008). Social network analysis of animal behaviour : A promising tool for the study of sociality. *Animal Behaviour*, *75*(2), 333-344. https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2007.06.020

Whalin, L., Weary, D., & Von Keyserlingk, M. (2018). Pair housing dairy calves in modified calf hutches. *Journal of dairy science*, *101*(6), 5428-5433. https://doi.org/10.3168/jds.2017-14361

Widowski, T. M., Torrey, S., Bench, C. J., & Gonyou, H. W. (2008). Development of ingestive behaviour and the relationship to belly nosing in early-weaned piglets. *Applied Animal Behaviour Science*, *110*(1-2), 109-127. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.04.010

Willner, P. (1997). Validity, reliability and utility of the chronic mild stress model of depression : A 10-year review and evaluation. *Psychopharmacology*, *134*, 319-329. https://doi.org/10.1007/s002130050456

Wilson, E. O. (1975). *Sociobiology : The new synthesis.* Harvard University Press.

Wittig, R. M., Crockford, C., Lehmann, J., Whitten, P. L., Seyfarth, R. M., & Cheney, D. L. (2008). Focused grooming networks and stress alleviation in wild female baboons. *Hormones and behavior*, *54*(1), 170-177. https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2008.02.009

Wittig, R., Crockford, C., Weltring, A., Langergraber, K., Deschner, T., & Zuberbühler, K. (2016). Social support reduces stress hormone levels in wild chimpanzees across stressful events and

everyday affiliations. *Nature Communications*, *7*(1), 13361. https://doi.org/10.1038/ncomms13361

World Horse Welfare. (2023, 16 juin). Equestrian sport should be brave and proactive on welfare to maintain public acceptance. https://eu.worldhorsewelfare.org/news/equestrian-sport-should-be-brave-and-proactive-on-welfare-to-maintain-public-acceptance

Worobec, E. K., Duncan, I. J. H., & Widowski, T. M. (1999). The effects of weaning at 7, 14 and 28 days on piglet behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, *62*(2), 173-182. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(98)00225-1

Würbel, H. (2006). The motivational basis of caged rodents' stereotypies. Dans G. Mason & J. Rushen (Eds.), *Stereotypic animal behaviour: Fundamentals and applications to welfare* (2nd ed., pp. 86–120). CABI Publishing.

Y

Yang, S., Zheng, Q., & Yin, G. (2023). A 24-h restraint with food and water deprivation : A potential method to establish a model of depression in pigs. *Frontiers in Veterinary Science*, *10*, 1274497. https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1274497

Yarnell, K., Hall, C., Royle, C., & Walker, S. L. (2015). Domesticated horses differ in their behavioural and physiological responses to isolated and group housing. *Physiology & Behavior*, *143*, 51-57. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.02.040

Yeon, S. C. (2012). Acoustic communication in the domestic horse (*Equus caballus*). *Journal of Veterinary Behavior*, *7*(3), 179-185. https://doi.org/10.1016/j.jveb.2011.08.004

Young, T., Creighton, E., Smith, T., & Hosie, C. (2012). A novel scale of behavioural indicators of stress for use with domestic horses. *Applied Animal Behaviour Science*, *140*(1-2), 33-43. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.05.008

Yngvesson, J., Rey Torres, J., Lindholm, J., Pättiniemi, A., Andersson, P., & Sassner, H. (2019). Health and Body Conditions of Riding School Horses Housed in Groups or Kept in Conventional Tie-Stall/Box Housing. *Animals*, *9*(3), 73. https://doi.org/10.3390/ani9030073

Z

Żelazna, R., & Jezierski, T. (2018). Behavioural reactions of horses (*Equus caballus*) to separation stress in conspecifics. A pilot study on emotional contagion in the horse. *Animal Science Papers & Reports*, *36*(3), 333–338.

Zhou, Q., Sun, Q., Wang, G., Zhou, B., Lu, M., Marchant-Forde, J., Yang, X., & Zhao, R. (2014). Group housing during gestation affects the behaviour of sows and the physiological indices of offspring at weaning. *Animal*, *8*(7), 1162-1169. https://doi.org/10.1017/S1751731114001025

Zhu, S., Shi, R., Wang, J., Wang, J.-F., & Li, X.-M. (2014). Unpredictable chronic mild stress not chronic restraint stress induces depressive behaviours in mice. *NeuroReport*, *25*(14). http://doi.org/10.1097/WNR.0000000000000243

Zurita, A., Martijena, I., Cuadra, G., Brandão, M. L., & Molina, V. (2000). Early exposure to chronic variable stress facilitates the occurrence of anhedonia and enhanced emotional reactions to novel stressors : Reversal by naltrexone pretreatment. *Behavioural brain research*, *117*(1-2), 163-171. https://doi.org/10.1016/S0166-4328(00)00302-8

HORSE STOP®

Anna FLAMAND

Bien-être social du cheval : intégration et gestion de la dimension sociale dans les infrastructures équestres

Résumé

En France, le mode d'hébergement majoritaire du cheval domestique est encore le box individuel. Constitué de murs pleins ou de barreaux entre les boxes adjacents, il limite fortement voire supprime la possibilité pour les chevaux de communiquer entre eux. Or, en empêchant cette espèce sociale d'établir des liens avec ses congénères, ce type de gestion ne permet pas au cheval d'exprimer ses besoins fondamentaux. Les travaux de cette thèse portent sur l'intégration des contacts sociaux dans les pratiques des infrastructures équestres. Dans un premier temps, j'ai étudié les effets des contacts sociaux sur le bien-être chez le jeune cheval et le cheval adulte hébergés individuellement. Pour ce faire, j'ai testé l'impact d'un enrichissement social sur leur état émotionnel dans différents contextes quotidiens. J'ai montré que des contacts ponctuels mais réguliers améliorent l'état de bien-être des chevaux, et notamment leur attitude durant les interactions avec l'humain, suggérant un état émotionnel plus positif. Dans un second temps, je me suis intéressée aux capacités sociales d'étalons maintenus en isolement social sur le long-terme. Par le biais d'une méthode progressive, j'ai mis en évidence que ces chevaux étaient capables de créer des relations sociales et former un groupe stable. L'ensemble de ces résultats souligne l'importance du besoin social et invite à reconsidérer sa place dans les systèmes d'hébergements actuels.

Mots-clés : Contacts sociaux, état émotionnel, hébergement individuel, relation humain-animal

Abstract

In France, the predominant housing system for domestic horses is still the individual stall. Made up of solid walls or bars between adjacent stalls, it strongly limits or even completely suppresses the horses' ability to communicate with each other. By preventing this social species from establishing bonds with its conspecifics, this management style prevents the horse from expressing its fundamental needs. This thesis focuses on the integration of social contact into the practices used in equestrian facilities. In the first part of my research, I studied the effects of social contact on the welfare of individually housed young and adult horses. For this purpose, I tested the impact of social enrichment on their emotional state in various daily contexts. I demonstrated that regular but occasional contact improves the welfare of horses, and particularly their attitude during interactions with humans, suggesting a more positive emotional state. I then examined the social abilities of stallions maintained in long-term social isolation. Through a gradual method, I showed that these horses were capable of forming social relationships and establishing a stable group. Overall, these results highlight the importance of social needs and call for a reconsideration of their place in current housing systems.

Keywords: Social contacts, emotional state, individual housing, human-animal relationship