

Université catholique de Louvain
Ecole de biologie

Université de Namur
Département de biologie



INTERACTIONS COMPORTEMENTALES ENTRE CHEVAUX ET HERBIVORES DOMESTIQUES : UNE ANALYSE COMPARATIVE DES DYNAMIQUES INTRASPÉCIFIQUES ET INTERSPÉCIFIQUES DANS UN ENVIRONNEMENT PARTAGÉ

Boulenger Pauline

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme
de Master en Biologie des Organismes et Ecologie

Promoteur : Marc Pierard (University of Central Lancashire)

Co-promoteur : Renate Wesselingh (Université Catholique de Louvain)

Année académique 2024-2025

Résumé

Cette étude explore les interactions comportementales entre chevaux et herbivores domestiques dans des environnements de pâturage partagés, en se concentrant sur les dynamiques intraspécifiques et interspécifiques. Bien que les interactions entre différentes espèces d'herbivores aient été largement étudiées, les comportements des chevaux dans des groupes multispécifiques ont peu été étudiés. Cette recherche a permis de mieux comprendre les facteurs qui influençaient le comportement des chevaux notamment dans des groupes multispécifiques. Ces comportements analysés étaient les comportements socialement neutres, les comportements sociaux intra- et interspécifiques et le comportement spatial des chevaux.

L'étude a été menée dans quatre groupes : deux groupes monospécifiques (composés uniquement de chevaux) et deux groupes multispécifiques (composés de chevaux et de moutons dans une prairie et de chevaux et de vaches dans une autre prairie). Chaque groupe a été observé pendant une durée totale de 20h d'avril à août. Nous avons utilisé une méthode de *continuous behavioral sampling* afin d'enregistrer les comportements socialement neutres (pâturage et repos) et les comportements sociaux des chevaux. Afin d'enregistrer la répartition spatiale des chevaux, nous avons utilisé une méthode de *instant scan sampling* avec un intervalle de 15 minutes. Chaque jour d'observations de nombreux facteurs externes étaient également soigneusement notés (date, conditions météorologiques, températures et heure) et leur influence sur les divers comportements a également été analysée.

Les résultats montrent que la présence de ruminants n'influence pas significativement les comportements socialement neutres ni les comportements sociaux des chevaux. La localisation des ruminants influence cependant la localisation des chevaux. Les facteurs externes influencent significativement les comportements mais diffèrent selon le type de comportement. Les résultats mettent également en lumière l'importance de la variabilité individuelle dans les analyses comportementale. Enfin, l'analyse des résultats a également révélé l'importance de la configuration des prairies et de la présence d'abris.

Cette recherche a permis de mettre en avant que le pâturage mixte ne semble pas avoir d'effet négatif sur le bien-être des chevaux mais qu'il est important d'intégrer l'écologie comportementale dans les systèmes de pâturage mixte afin d'optimiser le bien-être des deux espèces présentes. Il est ainsi important d'étudier les comportements des deux espèces incluses pour avoir une vue plus globale de l'influence sur leur comportement et ainsi sur leur bien-être.

Université catholique de Louvain
Ecole de biologie

Université de Namur
Département de biologie



BEHAVIORAL INTERACTIONS BETWEEN HORSES AND DOMESTIC HERBIVORES: A COMPARATIVE ANALYSIS OF INTRASPECIFIC AND INTERSPECIFIC DYNAMICS IN A SHARED ENVIRONMENT

Boulenger Pauline

Thesis presented to obtain the diploma of Master
in Biology of the Organisms and Ecology

Supervisor : Marc Pierard (University of Central Lancashire)

Co- Supervisor: Renate Wesselingh (Université Catholique de Louvain)

Academic year 2024-2025

Abstract

This study explores behavioural interactions between horses and domestic herbivores in a shared environment, focusing on intraspecific and interspecific dynamics. While interactions between different herbivore species have been widely studied, the behaviours of horses in multispecies groups have been less investigated. This research has allowed to have a deeper understanding of the factors influencing horse behaviour, especially in multispecies groups. The analysed behaviours were socially neutral behaviours, intraspecific and interspecific social behaviours, and the spatial behaviour of horses.

The study was conducted in four groups: two monospecific (composed only of horses) and two multispecies groups (composed of horses and sheep in one pasture and horses and cows in another pasture). Each group was observed for a total of 20 hours between April and August. We used a continuous behavioural sampling method to record socially neutral behaviours (grazing and resting) and horses' social behaviours. To record horses' spatial distribution, we used an instant scan sampling method with a 15-minute interval. During each observation day, several external factors were also carefully noted (date, weather conditions, temperature, and time) and their influence on the various behaviours was also analysed.

The results show that the presence of ruminants does not significantly influence nor the socially neutral behaviours neither the horses' social behaviours. The location of ruminants does, however, influence the location of horses. External factors significantly influence behaviours, but their influence differs depending on the type of behaviour. The results also highlight the importance of individual variability in behavioural analyses. Finally, the results' analysis also revealed the importance of pasture configuration and the presence of shelters.

This research highlights that mixed pasture does not appear to negatively affect horses' welfare but that it is important to integrate behavioural ecology into mixed pasture systems in order to optimize the well-being of both species. It is thus essential to study the behaviours of both species to have broader understanding of the influence on their behaviour and, thereby, their welfare.

Table des matières

Introduction	5
1. Contextualisation	5
2. Les chevaux, des animaux grégaires : Fondements théoriques	5
3. Interactions interspécifiques	8
3.1 Cohabitation et isolement chez les animaux grégaires	8
3.2 Cohabitation et préférences alimentaires	10
4. Facteurs externes influençant le comportement des animaux grégaires	11
4.1 Taille de l'environnement	11
4.2 Le rythme circadien	13
5. Objectifs et Hypothèses de l'étude	16
Matériel et Méthode	19
1. Description des groupes	20
2. Méthodes d'échantillonnages	22
2.1 Ethogramme	22
2.2 Continuous behavioral sampling	24
2.3 Instant scan sampling	25
3. Analyses statistiques	26
3.1 Analyse de la répartition des facteurs externes	26
3.2 Analyse des comportements socialement neutres	26
3.3 Analyse de l'utilisation de l'espace	27
3.3.1 Analyse de la localisation des chevaux	27
3.3.2 Analyse de la distance entre les individus	28
3.3.3 Analyse de la différence d'utilisation des abris entre chevaux et ruminants	28
3.4 Analyse des comportements sociaux	29
Résultats	29
1. Comportements socialement neutres	29
2. Utilisation de l'espace	37
2.1 Localisation des chevaux	37
2.2 Distance entre les individus, selon les groupes	42
2.3 Utilisation des abris	47
3. Comportements sociaux	48
Discussion	53
1. Comportements socialement neutres	54
2. Utilisation de l'espace	56
3. Comportements sociaux	59
Conclusions	61
Remerciements	64
Références	65
Annexes	71

Introduction

1. Contextualisation

Les interactions entre diverses espèces, tant en milieu naturel que domestiqué, ont fait l'objet de nombreuses études dans le milieu des sciences comportementales.

Une grande variété d'interactions a été décrite allant des comportements sociaux, aux relations hiérarchiques jusqu'à la description des interactions agonistes et affiliatives.

De nombreuses études se sont également intéressées aux interactions interspécifiques entre diverses espèces allant des plus petits individus appartenant à la microfaune terrestre ou aquatique ^{1,2}, jusqu'à la mégafaune ^{3,4}.

Bien que cela ait été étudié pour de nombreuses espèces en milieu naturel ainsi qu'en milieu domestiqué ⁶, l'analyse comportementale des chevaux dans un groupe multi-espèces en présence d'une autre espèce d'herbivore n'a que très peu été étudiée.

De fait, il existe déjà des études sur les herbivores en pâturage tels que les bovins pour lequel on retrouve des recherches sur leurs comportements en présence d'autres espèces tel que les volailles, ou encore les moutons ⁵⁻⁷. Cependant, il serait également intéressant de développer plus en profondeur les études liées aux chevaux en présence de ces espèces d'herbivores car connaître le changement de comportement dans un groupe d'équidés lorsqu'il est en présence d'une autre espèce pourrait se révéler intéressant pour la gestion des pâturages, le bien-être des équidés ainsi que des ruminants et également pour des projets de conservation. Bien que peu étudié, il se pourrait que l'utilisation de plusieurs espèces d'herbivores soit en effet efficace pour la gestion de certaines zones du paysages ⁸⁻¹⁴ si l'on tient compte de leurs régimes alimentaires respectifs ¹⁴. Ainsi, étudier l'utilisation de l'espace et les changements de comportement d'une espèce d'herbivore en présence d'une autre pourrait se révéler utile dans le futur.

2. Les chevaux, des animaux grégaires : Fondements théoriques

Les chevaux sont des animaux grégaires, c'est-à-dire qu'ils vivent en groupe et plus précisément en groupes sociaux ¹⁵.

Un groupe de chevaux sauvages s'organise généralement en harem, comprenant un mâle dominant (étalon) et plusieurs femelles apparentées ou non, ainsi que leur progéniture immature ^{16,17}.

Chez les chevaux domestiques, cette organisation n'est cependant pas respectée. Il est très rare qu'un étalon domestique soit en présence de femelles. Il est ainsi plus fréquent d'observer des groupes formés de mâles castrés et de femelles.

Il existe une hiérarchie dans chaque groupe, étant fortement caractérisée par des relations de dominance ¹⁷. Cependant ce concept de dominance est complexe ¹⁵ : bien que dans la nature, le groupe est généralement composé d'un mâle dominant, en captivité ce n'est pas la cas. En effet, il existe de nombreux facteurs qui vont influencer les relations de dominance dans un groupe domestiqué tel que l'agressivité de l'individu ou encore le poids, la taille ou l'âge ^{17,18}. La dominance est cependant flexible et peut varier selon le contexte social. La flexibilité de la dominance peut être observée dans des contextes variables, tels que les fluctuations dans la disponibilité alimentaire. Lorsque les chevaux font face à une raréfaction ou restriction de nourriture, la compétition pour les ressources peut intensifier leurs comportements agressifs, un facteur qui influence la dynamique de dominance chez les équidés ^{19,20}. Cependant, cette intensité dans le comportement agressif peut diminuer lorsque la disponibilité alimentaire est plus abondante, entraînant des changements potentiels dans la hiérarchie de dominance.

Etant donné la complexité du phénomène, il existe probablement d'autres facteurs supplémentaires qui pourraient également avoir une influence ¹⁷.

Ce sont entre autre ces relations de dominance en plus de l'âge et du temps de résidence (= durée durant laquelle un individu reste au sein d'un groupe) qui vont déterminer le rang de chaque cheval au sein du groupe ¹⁷. Ce rang peut influencer les comportements intraspécifiques des chevaux tel que la fréquence d'allogrooming (= toilettage mutuel) ^{15,17}. En effet, les comportements dit affiliatifs (majoritairement approche et allogrooming) peuvent augmenter lorsque les femelles adultes, dans un groupe formé exclusivement de femelles, ont un rang relativement proche. Cela est également vrai lorsque les individus sont proches en âge ¹⁷.

Les relations affiliatives représentent des bénéfices pour le bien-être physique et psychologique des individus. En effet, si l'on prend l'allogrooming comme exemple, en dehors d'avoir une fonction de toilettage, il va resserrer les liens entre ces individus ¹⁷ et peut également diminuer le

rythme cardiaque des chevaux selon la zone du corps où il est performé. Enfin, cette action pourrait également avoir un effet apaisant ²¹.

Hormis les bénéfices liés à l'allogrooming, les relations dues aux groupes ont d'autres effets positifs sur les chevaux : elles permettent notamment d'éviter les comportements anormaux liés à l'isolement.

En effet, l'isolement social a un impact négatif sur les chevaux et les animaux grégaires en général : de nombreuses réponses physiologiques et comportementales sont observées. L'une des réponses les plus courante est l'augmentation de l'anxiété qui se manifeste par des changements comportementaux (comportements stéréotypés, stress, réactivité, etc.) et physiologiques ^{15,22-24} (augmentation de l'hémoglobine, du cortisol²² et de la fréquence cardiaque par exemple ^{22,24}). C'est pour ces raisons qu'il est essentiel que les chevaux vivent en groupe. Cependant, il est important de garder une certaine constance dans les groupes car la cohésion et la stabilité au sein d'un groupe sont deux éléments essentiels afin de réduire les comportements d'agressivité ^{25,26}.

En vivant en troupeau, les chevaux vont ainsi exprimer une série de comportements envers leurs congénères. Ces comportements peuvent être repris dans trois grands groupes différents : les comportements agonistes, les comportements affiliatifs et les comportements socialement neutres. Dans cette étude, les comportements sont définis comme agoniste lorsqu'ils s'apparentent à l'agression : morsure, coup de pied (ainsi que les avertissements liés à ces comportements), évitement et poursuite. Ces comportements ont pour but de créer plus de distance entre les individus. Ensuite, les comportements affiliatifs s'apparentent à des comportements amicaux tel que l'allogrooming, l'approche, la poursuite sans signe de comportement agoniste (oreilles en arrière par exemple). Ces comportements affiliatifs sont associés au maintien ou à la réduction de la distance interindividuelle. Enfin, les comportements socialement neutres seront définis comme tout comportement n'impliquant aucune interaction sociale (repos et pâturage).

3. Interactions interspécifiques

3.1 Cohabitation et isolement chez les animaux grégaires

La vie grégaire est un mode de vie qui implique qu'il y ait un certain soutien social au sein d'un troupeau ²⁴. Bien que les groupes mono-espèces suffisent à ces espèces grégaires, il existe également de nombreux avantages lorsque deux espèces différentes cohabitent ^{14,24}. En effet, il peut y avoir une influence marquante sur les individus lorsque deux espèces de bétails partagent un même espace ⁵. Cependant, les interactions multi-espèces peuvent prendre du temps à se mettre en place car il faut un temps d'adaptation avant que les deux espèces ne se mélangent au sein d'une pâture ^{14,27} et donc interagissent de manière plus directe. Ce temps d'adaptation est souvent nécessaire afin que les espèces s'assurent de leur sécurité mutuelle. Cela a notamment été observé dans un pâturage mixte où, après s'être familiarisés, un groupe de moutons et de chevaux s'est mélangé, indiquant une augmentation de ce sentiment de sécurité mutuelle²⁷.

Une fois, que les espèces se sentent en sécurité, les avantages liés au pâturage mixte peuvent être observés sur ces individus. L'étude de Wiśniewska, A. et al (2022) démontre par exemple que les chèvres peuvent avoir un effet calmant sur les chevaux en troupeau en diminuant leur excitabilité émotionnelle. Dans cette étude, cet effet n'était cependant pas significatif sur des chevaux isolés ²⁴ alors que Yildirim, F. et al (2023) ont établi que leur présence serait tout de même bénéfique chez les chevaux hébergés individuellement car elles permettrait de diminuer certains comportements anormaux liés à l'ennui ou le stress tel que mordiller divers objets, marcher en rond dans un box, ou encore jouer avec leurs pieds antérieurs ²⁸.

Les chèvres peuvent avoir d'autres influences sur le comportement des chevaux. Effectivement, elles pourraient également favoriser la diversification des activités locomotrices de chevaux : ils passeraient, par exemple, plus de temps immobile (en repos) en présence de chèvres qu'ils soient isolés ou en groupe et les chevaux isolés réduiraient significativement leur activité locomotrice en leur présence ²⁴. Cela suggère que le pâturage mixte, tel qu'avec des chèvres, pourrait influencer le comportement global des chevaux et permettrait de minimiser les effets de l'isolement social en réduisant les comportements anormaux et en impactant leur activité locomotrice ^{24,28} et ainsi leur temps de repos.

Ces effets positifs ne sont pas uniquement observés chez les espèces de bétails ou animaux domestiques mais ont également pu être observés dans les parcs animaliers et les parcs de safaris⁵. Dans les zoos, la majorité du temps d'activité des espèces n'est pas passé à trouver de la nourriture ou surveiller les prédateurs comme elles le feraient dans un environnement naturel. Elles passent en réalité la plupart de leur temps inoccupées ce qui pourrait avoir un impact négatif sur leur santé physique et mentale. Une augmentation du niveau d'activité a ainsi été observée dans des groupes multi-espèces²⁹. Cela est particulièrement observé dans les groupes de primates ; mélanger des espèces permet entre autre d'apporter plus de complexité au sein de l'environnement captif, ce qui pourrait permettre de promouvoir l'augmentation de comportements positifs spécifiques aux espèces et de se rapprocher des comportements naturels et moins stéréotypés de celles-ci²⁹⁻³¹.

Plusieurs études sur diverses espèces en captivité ont ainsi montré une augmentation des interactions interspécifiques et intraspécifiques. Par exemple, un accroissement des comportements de jeu a été observée entre deux groupes de lémuriens d'espèces différentes, tandis que d'autres interactions affiliatives, telles que le toilettage, ont été observées entre des Geladas et des Mouflons²⁹.

Il ressort donc qu'un environnement partagé peut avoir divers effets positifs sur de nombreuses espèces, que ce soient des mammifères domestiques ou captifs, en enrichissant leur environnement.

Bien qu'il y ait de nombreux effets positifs, les cohabitations multi-espèces peuvent également avoir des effets négatifs. Etant donné qu'une densité plus élevée peut être corrélée avec une augmentation des comportements agonistes chez les chevaux^{26,32}, l'ajout d'un groupe d'une espèce différente pourrait engendrer une augmentation de cette fréquence de comportements agressifs car l'espace par individu serait alors plus limité et donc la densité plus élevée.

De plus, la cohabitation de deux espèces herbivores pourrait signifier que celles-ci doivent partager les ressources, pouvant ainsi créer de la compétition. Une étude sur les bovins et les ovins en pâturage a montré qu'en présence de bovins, les moutons broutaient dans des zones alternatives par rapport à leurs zones préférentielles lorsqu'ils sont en pâturage monospécifique. Cela montrerait la dominance des vaches qui déplacent ainsi les moutons, résultant en une augmentation de la distance parcourue par ces ovins indépendamment de la composition de la prairie⁶.

Une seconde étude qui portait sur les interactions entre un groupe de bovins et poulets a montré que les bovins déplaçaient fréquemment les poulets, ce qui est une interaction agoniste, et pourrait

être interprété comme un comportement de dominance des vaches. Cette étude conclut que les deux types d'interactions, agonistes et affiliatives, se produisent plus fréquemment dans les groupes multi-espèces ⁵. Une cohabitation peut donc changer le comportement d'au moins une espèce sans que cela ne lui soit nécessairement bénéfique.

3.2 Cohabitation et préférences alimentaires

Les préférences alimentaires des espèces vont également influencer leurs interactions car des espèces ayant le même régime alimentaire risquent de se retrouver en compétition si elles partagent le même domaine vital. Peu de chevauchement dans les préférences alimentaires de deux espèces serait bénéfique pour que la cohabitation fonctionne ^{5,29} et réduise ainsi au maximum les comportements agonistes.

En effet, bien que toutes ces espèces soient des herbivores, les chevaux, les bovins et les moutons ont des préférences et des besoins alimentaires légèrement différents. Lorsqu'il y a compétition pour la nourriture en situation de co-pâturage, les espèces vont changer leur schéma de broutage ^{5,6,33}.

Prenons comme exemple un co-pâturage entre bovins et moutons ; l'étude de Cuchillo-Hilario et al. (2017)⁶ démontre que les moutons parcourent des distances plus longues en présence de bovins, ce qui pourrait être dû au fait qu'ils soient repoussés des endroits de pâturage que les bovins préfèrent. Les bovins, quant à eux, broutent plus rapidement en présence de moutons et passent ainsi plus de temps à ruminer et se reposer. Cela pourrait être dû à la compétition pour la nourriture avec les moutons⁶. Cependant, cette compétition n'est pas toujours observée : sur certains sites, les vaches et les moutons semblent adopter des stratégies alimentaires adaptatives complémentaires ⁷. Les bovins semblent, effectivement être moins sélectifs que les moutons car ils privilégient les sites où la biomasse est plus abondante et ainsi les zones d'herbes plus hautes ^{6,7,34} ayant une valeur nutritionnelle plus élevée, par rapport aux moutons qui favorisent les herbes plus courtes ayant une teneur en protéines plus élevée ^{6,7}. Cette sélectivité des bovins sur la végétation influencerait ainsi la distribution spatiale de ces espèces ⁶.

Des résultats similaires ont été observés dans les co-pâturages de chevaux et de vaches. Alors que les bovins préfèrent les zones de végétation plus hautes ^{33,34}, les chevaux sélectionnent plutôt les zones de végétations plus courtes à intermédiaires (jusqu'à 8 cm de hauteur) ³³ afin d'optimiser au maximum l'assimilation des protéines digestibles ³⁵.

Les chevaux, les moutons et les vaches ont ainsi des préférences alimentaires différentes. Cela signifie que le pâturage multi-espèces permet une utilisation variée de la végétation, ce qui pourrait se révéler utile pour la gestion de pâtures ou encore pour la gestion de zones semi-naturelles. Le pâturage mixte peut ainsi aider à maintenir un certain équilibre écologique ²⁷ et favoriser la biodiversité. Cependant, selon le type de gestion recherché, il faudra choisir un modèle de pâturage différent. En effet, d'après Tóth et al. (2016), les enclos pâturés par des moutons présentent une biodiversité moindre que ceux pâturés par des bovins ³⁶. Une seconde étude a démontré qu'un pâturage mixte bénéficiait également à la biodiversité en augmentant la richesse spécifique, en limitant les plantes les plus compétitrices et en promouvant une diversité structurelle des espaces ³⁷.

Les différences alimentaires entre les diverses espèces d'herbivores ainsi que leur comportement en présence d'une autre espèce, vont donc être des facteurs significatifs ayant un impact sur la composition végétale et ainsi sur de possibles stratégies de conservation ou de gestion de parcelles ^{14,37}.

4. Facteurs externes influençant le comportement des animaux grégaires

4.1 Taille de l'environnement

Le type d'alimentation joue ainsi un rôle essentiel pour les herbivores, et jouera un rôle sur leur comportement en termes de répartition spatiale. Cela est également vrai pour la taille de leur domaine vital.

De fait, les herbivores domestiques sont habituellement logés dans un environnement restreint. Cependant, plus l'espace est limité, plus les comportements de types agonistes sont observés chez la plupart des herbivores domestiques ^{26,32,38-42}. Prenons l'exemple des bovins adultes : lorsqu'un groupe de ces bovins vit dans un enclos, il a été observé qu'il existait une corrélation entre les comportements agonistes et le carré de l'espace disponible ^{38,42}. Il faut également prendre en compte que la fréquence des divers comportements agonistes (agression physique ou non physique) varie avec la taille du groupe et l'espace disponible ³⁸. Des résultats similaires ont pu être observés pour un groupe de truies pour lequel la fréquence des interactions sociales ainsi que les comportements agonistes étaient négativement corrélés avec l'augmentation de l'espace disponible ³⁹.

Cela est également vrai pour les chevaux. De fait, les comportements de soumissions et d'agressivités diminuent lorsque des groupes de chevaux (de 3 à 20 individus) se trouvent dans un enclos de taille supérieure à un hectare ²⁶. Alors que pour les truies, Weng et al (1998) nous informent qu'il fallait, lors de leur expérience, un espace minimum compris entre 2,4 et 3,6 mètres carrés par truie afin de contribuer à leur bien-être ³⁹, pour les chevaux il est préférable d'avoir plus de 331 mètres carrés par cheval. Cela permettrait d'avoir un faible niveau d'agression ²⁶.

Les herbivores ont dès lors besoin d'un espace différent selon l'espèce à laquelle ils appartiennent, ce qui pourrait rendre les études multi-espèces plus complexes.

Dans notre étude, nous nous intéressons aux chevaux et prendrons donc en compte les besoins de ceux-ci.

Chez les chevaux, il a été démontré que le nombre d'interactions sociales augmente lorsque l'espace est réduit ^{26,43}. Il existe une corrélation entre la taille des enclos et les comportements agressifs et de soumissions des chevaux en groupe lorsque ces enclos sont d'une taille inférieure à un hectare ²⁶. De fait, un espace plus restreint signifie que les individus vont se croiser plus fréquemment et ainsi envahir de manière plus fréquente l'espace personnel des autres individus ⁴³. Ces augmentations d'interactions sociales peuvent, dès lors, être liées à une augmentation des comportements agonistes ^{26,43} tels que les agressions mais elles peuvent aussi être liées à une augmentation de comportements affiliatifs et en particulier une augmentation dans le comportement d'allogrooming. En effet, une augmentation de l'allogrooming pourrait être observée en raison d'une continuelle proximité et un manque d'espace pouvant laisser place aux activités individuelles ⁴³. Des espaces plus grands donnent l'opportunité aux chevaux de s'adonner à leurs activités individuelles car ils peuvent s'écarter du groupe plus aisément et permettent également aux chevaux soumis de s'éloigner des individus plus agressifs ^{26,44}.

La taille d'un enclos va également influencer les schémas d'alimentations des animaux, ce qui influencera également leurs interactions sociales. Effectivement, se nourrir en captivité est différent que dans la nature. La recherche de nourriture ne demande pas de marcher longtemps lorsque les animaux sont en captivité, ce qui pourrait signifier que l'animal ne va pas atteindre le nombre de pas normal que l'espèce à laquelle il appartient devrait faire en milieu sauvage ⁴³. En effet, un groupe de chevaux sauvages va devoir parcourir une distance pouvant aller d'environ 8 km à 30

km par jour à la recherche de ressources alimentaires et de sources d'eau ⁴⁵ alors qu'un cheval en captivité ne va réaliser qu'une moyenne de 10 000 pas par jour lorsqu'il se trouve en pâturage ⁴⁶. Les chevaux faisant nettement moins de pas en captivité, il est important qu'ils gardent un schéma d'alimentation normal, c'est-à-dire qu'ils broutent de l'herbe en marchant afin de trouver les végétaux convenant à leur alimentation en quantité suffisante pour arriver à satiété.

Une étude sur les chevaux de Przewalski vivant dans un enclos en présence de foin, leur permettant ainsi de se nourrir jusqu'à satiété plus rapidement, avait montré que ces chevaux, ne faisaient plus un nombre de pas normal par jour étant donné qu'ils n'avaient plus besoin de se déplacer pour se nourrir comme ils l'auraient fait en broutant. Ces chevaux montraient des signes de comportements stéréotypés dus à l'ennui du fait qu'ils avaient de l'énergie non dépensée ⁴³.

Pour résumer, il est nécessaire d'avoir des enclos herbeux de taille suffisante permettant d'avoir 331 m² par cheval ou ayant une taille supérieure à un hectare afin de permettre aux chevaux d'avoir un espace personnel, réduisant ainsi les interactions sociales si cela est nécessaire à un individu. Cela est également important pour favoriser la marche dans la recherche de nourriture afin que les chevaux utilisent leur énergie dans l'investigation, limitant les comportements anormaux liés à un excès d'énergie non dépensée.

4.2 Le rythme circadien

En étudiant le comportement des mammifères, il est essentiel de prendre en compte leur rythme circadien.

Il faut cependant différencier rythme circadien et rythme diurne. La différence entre les deux définitions réside principalement dans les conditions expérimentales. Le rythme diurne est observé en fonction de stimuli réguliers tels que les changements de photopériode, les régimes alimentaires diurnes ou les routines d'exercice programmées. Le rythme circadien se base sur la nature endogène du rythme : celui-ci doit ainsi persister même en l'absence des stimuli du rythme diurne. En résumé, les rythmes diurnes sont souvent des réponses à des stimuli régulièrement chronométrés, tandis que les rythmes circadiens sont régulés par une horloge interne et persistent même en l'absence de stimuli externes réguliers ⁴⁷. Le rythme circadien permet ainsi aux mammifères, et de manière général à tous les êtres vivants, d'anticiper les ajustements nécessaires aux changements environnementaux saisonniers et d'ainsi optimiser leur métabolisme ⁴⁸. Il existe cependant un

dilemme entre ces deux rythmes. En effet, même si le rythme circadien n'est pas considéré comme diurne, il peut tout de même être une composante de nombreux rythmes diurnes ⁴³. Bien que nous discuterons principalement du rythme circadien, nous utiliserons ici le terme « rythme » afin d'éviter toute confusion.

Ce rythme va ainsi exercer une influence importante sur l'activité quotidienne des mammifères : cette influence pourra non seulement être observée entre les différents moments de la journée mais également entre la journée et la nuit. Un changement dans la fréquence des activités et dans leur organisation peut également être observé entre les saisons ^{47,49-52}.

Il existe diverses études décrivant les activités quotidiennes des mammifères herbivores qui démontrent que le comportement peut varier en fonction de l'heure de la journée ⁴⁷.

Tant chez les moutons que chez les chèvres, les vaches ou encore les chevaux, l'activité principale se concentre durant la photophase (= période de la lumière du jour) ^{43,47,51}. Si l'on se concentre sur le comportement des équidés, de nombreuses études ont établi que le pic de pâturage se passe entre l'aube et la matinée et ensuite du début d'après-midi jusqu'au soir ⁴³.

L'allogrooming peut également être plus fréquemment observé à certains moments de la journée. Par exemple, un pic est souvent observé le matin et un second vers 12h00. Cela pourrait être dû au fait que les chevaux se reposent proches les uns des autres, permettant de faciliter cet allogrooming⁴⁹.

Cependant, ces schémas de comportement peuvent changer en fonction des températures. En effet, Boyd, L. E., Carbonaro, D. A. & Houpt, K. A (1988) ont observé qu'en été le pic de pâturage survenait la nuit, entre 20h et 4h00, lorsque les températures étaient en baisse ⁴⁹. La consommation d'eau peut également suivre un rythme et est également influencée par le moment de la journée ainsi que la température : en raison des températures élevées en été, le pic de consommation d'eau se situe dans l'après-midi (entre 13h00 et 17h00) pour la plupart des équidés ^{49,53}, passant ainsi moins de temps à brouter ⁴⁹. C'est pour ces raisons qu'il est donc important de prendre en compte l'influence de la température dans l'étude du rythme quotidien des équidés.

L'âge des individus est également important. En effet, les poulains ne suivent pas le même rythme que les chevaux adultes : ceux-ci se nourrissent en général le matin et en début de soirée, laissant la majorité du temps pour d'autres activités durant la journée. Quant au comportement de

consommation d'eau, il est nettement plus rare de l'observer chez les jeunes poulains ⁵³ que chez les chevaux adultes.

Bien que le modèle d'activité soit principalement diurne chez les herbivores ^{50,51}, la plupart des comportements peuvent également être observés durant la nuit ^{47,51}. Néanmoins, la fréquence de ceux-ci varie. Par exemple, chez les vaches, on observe qu'elles se couchent plus fréquemment la nuit et pâturent plus fréquemment durant la photophase ⁴⁷. Cela est également vrai chez les chevaux : le repos en position couché est plus fréquemment observé durant la scotophase (= période d'obscurité) tandis que durant la photophase, ceux-ci se reposent plus fréquemment en position debout.

Par ailleurs, comme nous l'avons mentionné précédemment, ces fréquences de comportement peuvent changer avec l'augmentation des températures ; effectivement, une étude sur les chevaux Przewalski, en pâturage en été, a montré qu'ils passaient plus de temps à chercher de la nourriture la nuit alors qu'ils se reposaient debout et buvaient plus fréquemment le jour.

Enfin, il existe une influence des saisons sur ce rythme : cela serait notamment dû à la température et la photopériode ^{47,50} mais également à certains facteurs endogènes. Parmi ces facteurs endogènes on peut par exemple citer l'annualité influençant la reproduction des herbivores domestiques. Ainsi la fréquence d'ovulation, l'activité spermatogénique et le comportement sexuel de manière plus générale peuvent tous influencer le comportement des espèces ⁵⁴.

Chaque comportement, qu'il soit diurne ou nocturne peut donc être influencé par la période. Des températures plus élevées, telles qu'en été, peuvent créer un stress thermique chez certains herbivores, diminuant ainsi la recherche de nourriture durant les heures les plus chaudes ⁴⁷. Effectivement, des études sur les vaches ont pu démontrer que lors des périodes de chaleurs excessives, des mécanismes homéostatiques de leur corps s'activent afin de réguler leur équilibre thermique interne, réduisant leur consommation alimentaire ⁵⁵. Cependant, ces herbivores sont capables de changer leur rythme afin de limiter le stress thermique en se levant plus tôt durant ces périodes ⁴⁷ et ainsi en changeant leur rythme d'alimentation et de consommation d'eau.

Cette diminution du pourcentage de temps utilisé à s'alimenter a également pu être observée durant les heures de midi en été chez certains chevaux, comme l'a montré l'étude de Rubenstein, D (1981) sur les chevaux de l'île Shackleford ⁵⁶. Cela démontre bien que les chevaux vont également changer

le moment de pâturage selon les saisons, pâturant la majorité de la journée durant les hivers et diminuant cette fréquence durant les périodes plus chaudes d'été ^{52,56}.

Hormis le comportement de pâturage, de nombreux autres comportements vont être influencés par la saisonnalité. De manière générale, le niveau d'activité maximal quotidien est plus souvent observé pendant l'équinoxe de printemps et le niveau minimal pendant l'équinoxe d'hiver ⁵⁰. Une quantité moindre d'activité en hiver pourrait ainsi être due à la photopériode plus courte ainsi qu'aux températures plus basses : l'influence que cela exerce sur les caractéristiques physiologiques et comportementales des équidés est sous contrôle endogène afin de préparer le métabolisme de ces animaux aux changements ⁵⁷. La quantité d'activité durant la photophase au solstice d'été est également moindre par rapport aux équinoxes de printemps et d'automne. Cela est probablement dû, comme mentionné précédemment, aux températures élevées, déplaçant certaines activités majoritaires durant la scotophase ⁵⁰. Les activités impactées durant les différentes saisons peuvent inclure divers comportements tels que le déplacement dans les paddocks, le pâturage, la consommation d'eau, le repos ainsi que les interactions telles que l'allogrooming ou certains comportements d'agressions.

5. Objectifs et Hypothèses de l'étude

De nombreuses études sur les dynamiques interspécifiques ont déjà été réalisées, mais très peu ont porté sur les chevaux en pâturage multi-espèces. La plupart des études se focalisent soit sur les comportements de pâturage des herbivores, y compris les chevaux, soit sur l'effet de la présence d'une espèce sur les comportements causés par l'isolement social chez les chevaux. C'est pourquoi il est intéressant de réaliser une étude comparative des dynamiques interspécifiques et intraspécifiques de groupes de chevaux vivant en présence ou non d'un groupe de ruminants : cela permettra de fournir des données complémentaires et d'enrichir les connaissances déjà existantes en écologie des interactions et en écologie comportementale.

Dès lors, le but de ce travail est d'étudier l'impact de la présence des ruminants sur le comportement d'un groupe de chevaux en milieu pâturé. Les objectifs de cette étude seront donc de suivre la fréquence de chaque comportement défini dans le tableau 1 ainsi que la répartition de chaque cheval

dans les prairies afin d'analyser l'impact qu'aurait un groupe de ruminants d'une autre espèce sur l'utilisation de l'espace et les zones de pâturage des chevaux.

Dans notre étude, nous voulons analyser de manière générale si les chevaux changent leur comportement en présence d'une autre espèce d'herbivores, peu importe l'espèce. Nous analyserons donc une prairie multi-espèce avec un groupe d'ovins en présence de chevaux et une seconde prairie multi-espèce avec un groupe de bovins en présence de chevaux. Celles-ci seront comparées à deux prairies mono-espèce de chevaux.

Nos hypothèses sont que les chevaux n'utiliseront pas l'espace des prairies de la même manière en présence d'une autre espèce, peu importe la composition de la prairie. De plus, étant donné que la densité sera plus élevée dans les groupes multispécifiques, un changement dans la fréquence des comportements agonistes pourrait être observé, peu importe le type d'espèce présente (ovins ou bovins). Finalement, nous pensons que les interactions seront plus fréquemment intraspécifiques qu'interspécifiques. Un impact du moment de la journée est à prévoir sur ces interactions et devra donc être pris en compte dans l'analyse.

Nous avons mentionné plusieurs facteurs pouvant influencer le comportement des chevaux en groupe mono- ou multi-espèce. Il existe plusieurs interactions entre ces facteurs influençant ainsi les comportements des herbivores. Ces interactions sont illustrées dans la figure 1.

Synthèse des interactions entre les facteurs influant sur le comportement des chevaux en groupe mono- et multi-espèces

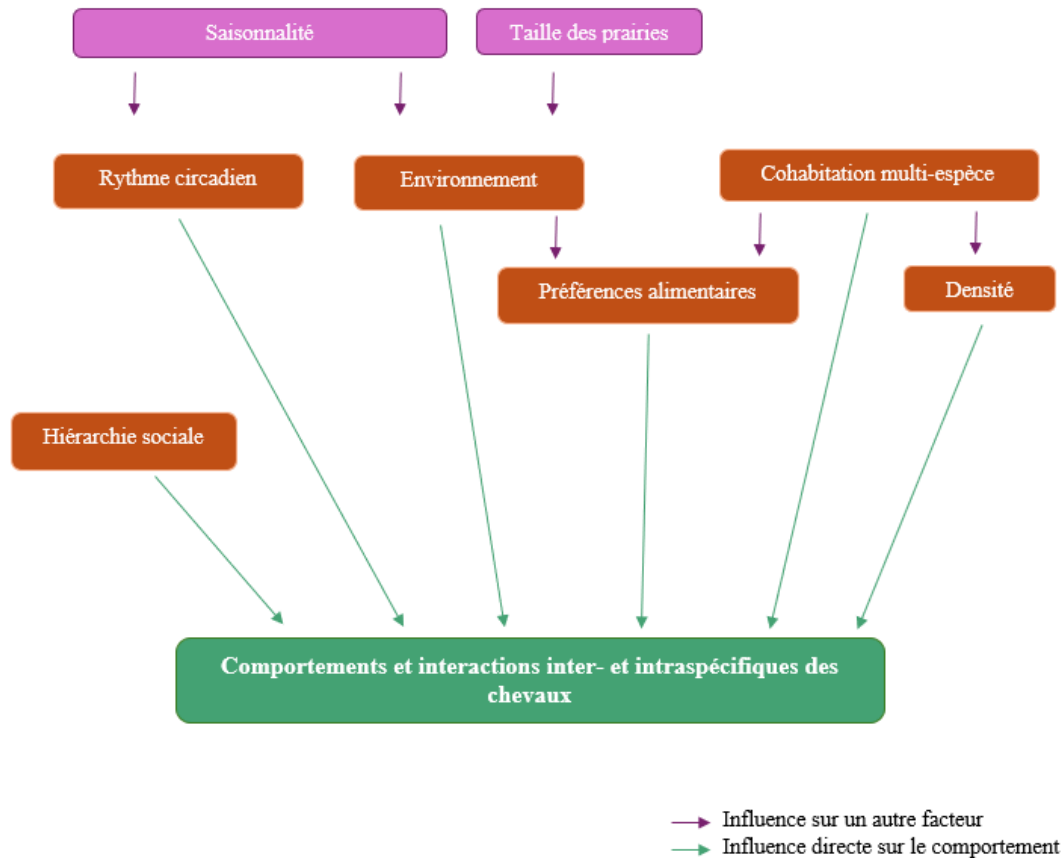


Figure 1. Représentation synthétique des interactions entre les facteurs pouvant influencer les comportements des chevaux en groupe mono- et multi-espèces. Les flèches mauves représentent les facteurs n'influençant pas directement les comportements mais exerçant une influence sur un autre facteur qui lui-même influence ces comportements. Les flèches vertes représentent les impacts directs d'un facteur sur le comportement des chevaux en groupe.

Nos hypothèses ne prennent cependant pas en compte tous les facteurs externes pouvant influencer le comportement des chevaux car l'impact de ceux-ci sera limité : nous n'utiliserons, par exemple, que des prairies d'une taille minimale de 10 000 m², cela nous permet de s'attendre à un impact non significatif de la taille de la prairie sur le comportement des chevaux étudiés. De plus, notre étude se déroulera de début mai à mi-septembre. Selon les températures en Belgique, dans le Brabant Wallon, nous devons donc nous attendre à une diminution du taux de pâturage des

chevaux. Se faisant majoritairement pendant l'été, l'impact de la saisonnalité ne sera cependant pas analysé dans notre étude mais nous ferons tout de même une analyse de l'influence du moment de la journée ainsi que de la météo sur les comportements des chevaux en groupe mono- et multi-espèce.

Cette étude pourrait être utile afin de gérer de manière plus efficace des pâturages tout en tenant compte du bien-être des animaux. En étant combinée aux études analysant les préférences alimentaires de chaque espèce, cela pourrait également être profitable pour des projets de conservation qui veulent utiliser des animaux pour maintenir des parcelles en état : connaître les interactions interspécifiques pourrait non seulement se révéler avantageux pour s'assurer du bien-être des animaux utilisés, mais également pour comprendre les interactions qui fonctionneraient le mieux en fonction de la fréquence des comportements agonistes. Parmi ces comportements agonistes, le déplacement d'une espèce par une autre, l'empêchant ainsi de brouter à ces zones préférentielles, est important à prendre en compte car cela pourrait impacter le potentiel projet de conservation ou même la gestion d'un pâturage.

Matériel et Méthode

Afin d'étudier les relations intraspécifiques des chevaux et interspécifiques entre les chevaux et un autre herbivore, nous avons eu besoin de quatre prairies : deux prairies contrôle composées uniquement de chevaux, et deux prairies multispécifiques composées d'un groupe de chevaux et d'un groupe d'une autre espèce d'herbivore. Ces deux prairies multispécifiques devaient avoir une seconde espèce d'herbivore différente l'une de l'autre.

Ces quatre prairies ont été sélectionnées en fonction de leur disponibilité dans la région étudiée (Brabant Wallon) et en fonction de leur taille : celles-ci devaient avoir une superficie supérieure à un hectare afin d'éviter que la superficie ait une influence importante sur les comportements observés.

Seuls des chevaux adultes (plus de 10 ans) ont été inclus dans notre étude. Des caractéristiques plus précises des animaux observés, telles que le sexe et l'âge exact, n'ont cependant pas été prises en compte.

1. Description des groupes

Nous avons observé quatre groupes différents. Les groupes 1 et 2 étaient monospécifiques tandis que les groupes 3 et 4 étaient multispécifiques.

Chaque cheval individuel a été nommé avec une initiale, permettant de l'identifier. Dans les groupes multi-espèces, les ruminants n'ont pas été identifiés individuellement mais ont été étudiés en tant que groupe.

- **Groupe 1** : le groupe 1 est composé de 3 chevaux, que nous avons nommé *v*, *f* et *j*.
- **Groupe 2** : le groupe 2 est composé de 3 chevaux, que nous avons nommé *l*, *n* et *w*.
- **Groupe 3** : le groupe 3 est composé de 3 chevaux, que nous avons nommé *a*, *b* et *c*, ainsi que de 4 moutons.
- **Groupe 4** : le groupe 4 est composé de 4 chevaux, que nous avons nommé *bn*, *bb*, *g* et *bai*, ainsi que de 7 vaches.

Il est important de noter qu'après le 11 juillet, cette prairie ne comptait plus que 3 chevaux (*bn*, *g* et *bai*) et toujours 7 vaches.

Chaque prairie avait une composition différente (figure 2) avec un nombre d'abris artificiels (= construits par l'homme) et naturels (= éléments de la nature pouvant fournir de l'ombre tel que les arbres) différents.

Leur superficie variait également mais était toujours supérieure à un hectare. La prairie 1 avait une superficie d'environ 2.7 hectares, la prairie 2 avait une superficie d'environ 3 hectares, la prairie 3 avait une superficie d'environ 1.7 hectares et enfin la prairie 4 avait une superficie d'environ 2.5 hectares.

Etant donné que chaque prairie a une forme, une taille et un nombre d'abris naturels et artificiels différents, cela pourrait avoir une influence sur nos résultats. Nous en tiendrons donc compte dans notre discussion.



Figure 2. Représentation de la composition des 4 prairies utilisées pour nos observations. Ces schémas permettent de visualiser la forme de chaque prairie, l'emplacement et le nombre d'abris artificiels ainsi que les abris naturels et les différents points d'eau (artificiels : abreuvoirs)

2. Méthodes d'échantillonnages

Les observations ont été effectuées pendant un total de 80 heures, réparties de manière équitable entre chaque groupe. Les 4 groupes ont donc eu une période totale de 20 heures d'observation chacun. Chaque session d'observation durait deux heures. Durant les deux heures d'observations, toutes les données récoltées ont été notées sur place dans un cahier.

Afin de ne pas perturber les animaux ni d'influencer leur comportement, l'observateur restait hors de la prairie. Lorsque cela n'était pas adapté pour avoir une observation assez précise des individus, l'observateur rentrait dans la prairie mais s'assurait de ne pas faire de bruit et d'être le moins visible possible pour les animaux.

Dans le but d'étudier les comportements des chevaux, nous avons utilisé deux méthodes, selon nos objectifs.

La première méthode est le *continuous behavioral sampling* qui permet d'étudier les différents comportements sociaux intraspécifiques et interspécifiques ainsi que les comportements socialement neutres. Cette analyse se base sur un éthogramme des comportements que nous avons construit, reprenant toutes les définitions des comportements pertinents à notre étude.

La seconde méthode est le *instant scan sampling* qui permet d'étudier l'emplacement des animaux dans la prairie à différents moments de notre étude.

Pour chaque analyse nous avons noté plusieurs paramètres dont : l'heure exacte à laquelle chaque observation a été faite, la date, la température¹ ainsi que les conditions météorologiques² (ensoleillé, semi-ensoleillé, nuageux). Aucune observation n'a été réalisée sous la pluie afin de limiter l'impact des conditions météorologiques sur le comportement des individus.

2.1. Ethogramme

Nous avons construit un éthogramme des comportements sociaux et des comportements socialement neutres (tableau 1) des chevaux afin d'avoir une base solide sur laquelle nous nous sommes appuyés pour réaliser nos observations.

¹ La température était vérifiée deux fois durant les deux heures d'observation afin de relever les variations de température éventuelles.

² Les conditions météorologiques relevées représentent la couverture du ciel : ensoleillé lorsque le ciel ne présentait pas ou presque pas de nuages, semi-ensoleillé lorsque le ciel était partiellement couvert par des nuages, et nuageux lorsqu'il était majoritairement ou totalement couvert de nuages.

Chaque comportement observé devait correspondre aux définitions de cet éthogramme, dans le cas contraire, le comportement n'était pas noté.

Nous avons également associé chaque comportement à une catégorie : « Agoniste » pour les comportements s'apparentant à l'agression ou aux tentatives d'agression. « Affiliatif » pour les comportements amicaux. Et enfin « Neutre » signifiant que les comportements sont socialement neutres. Cela signifie qu'aucune interaction avec un autre individu ne se passe.

Tableau 1 Ethogramme des comportements sociaux des chevaux, avec leur définition.

Cet éthogramme a été influencé par les travaux de Pierard M, McGreevy P & Geers R (2019)¹⁵ ainsi que Flauger B & Krueger K (2013)²⁶ dans leurs définitions des comportements sociaux provenant de leur propre éthogramme.

<i>Ethogramme des comportements agonistes, affiliatifs et neutres avec leurs définitions</i>		
Comportement	Définition	Catégorie
Morsure	Extension de l'encolure vers un autre cheval et ouverture de la bouche pour saisir la chair de l'autre avec les dents.	<i>Agoniste</i>
Menace de mordre	Extension de l'encolure vers un autre cheval. Ouverture et fermeture de la bouche, mais sans contact avec l'autre cheval.	<i>Agoniste</i>
Coup de pied arrière	Une ou deux jambes postérieures se lèvent du sol, s'étendent et touchent un autre cheval	<i>Agoniste</i>
Coup de pied avant	Une ou deux jambes antérieures se lèvent du sol, s'étendent et touchent un autre cheval	<i>Agoniste</i>
Menace de coup de pied arrière	Une ou deux jambes postérieures se lèvent légèrement du sol, se contractent et peuvent s'étendre vers un autre cheval sans qu'il touche l'autre cheval.	<i>Agoniste</i>
Menace de coup de pied avant	Une ou deux jambes antérieures se lèvent légèrement du sol, se contractent et peuvent s'étendre vers un autre cheval sans qu'il touche l'autre cheval.	<i>Agoniste</i>
Poursuite	Un cheval court après un autre cheval qui s'enfuit, pouvant tenter de mordre ce dernier. Les oreilles sont en arrière. Cette poursuite se fait sur une distance minimale de 3 pas.	<i>Agoniste</i>

Menace de tête	Mouvement de tête vers un autre cheval, avec extension de l'encolure. Les oreilles sont en arrière.	<i>Agoniste</i>
Evitement	Un cheval s'éloigne d'un autre qui se rapproche, sans pour autant prendre sa place.	<i>Agoniste</i>
Remplacement	Un cheval bouge vers un autre en prenant l'emplacement exact de cet autre cheval après qu'il s'est éloigné.	<i>Agoniste</i>
Allogrooming	Toilettage mutuel entre deux chevaux : deux chevaux sont positionnés l'un à côté de l'autre et mordillent ou frottent les poils de l'autre	<i>Affiliatif</i>
Approche	Un cheval se rapproche d'un autre jusqu'à une distance égale à moins d'une longueur de corps et s'arrête à côté de ce cheval (l'approche est le mouvement pour arriver près d'un autre cheval). Les oreilles ne sont pas en arrière et cette approche n'est pas suivie d'un comportement agoniste.	<i>Affiliatif</i>
Repos	Posture immobile et détendue. Le cheval peut être debout ou couché. Aucun comportement affiliatif ou agoniste avec un autre cheval n'est observé, mais un autre cheval peut se trouver à proximité (moins d'une longueur de corps).	<i>Neutre</i>
Pâturage	Consommation d'herbe ou d'autres végétaux en utilisant les dents et les lèvres pour arracher et mâcher les plantes. Aucun comportement affiliatif ou agoniste avec un autre cheval n'est observé.	<i>Neutre</i>

2.2. Continuous behavioral sampling

Afin d'étudier les comportements sociaux interspécifiques et intraspécifiques ainsi que les comportements socialement neutres des chevaux, nous avons observé, pendant deux heures d'observation continue, tous les comportements répertoriés dans l'éthogramme (tableau 1) qui ont été effectués par les chevaux, de manière individuelle, envers un autre cheval ou envers un ruminant.

Chaque comportement a été attribué à un individu précis (que nous répertorions avec l'initiale permettant de l'identifier) et l'individu avec lequel ce dernier interagissait était également identifié.

L'heure exacte du début de chaque comportement était également relevée. Pour les comportements socialement neutres, la durée de ces comportements telle que la durée du repos ou durée du pâturage était également soigneusement notée, ce qui n'a pas été fait pour les comportements sociaux.

Le repos a été différencié selon qu'il se faisait en position debout ou couchée, et si l'animal se trouvait sous un abri naturel, sous un abri artificiel ou s'il n'utilisait pas d'abri.

2.3. Instant scan sampling

Afin d'étudier l'utilisation de l'espace des chevaux en prairie monospécifique et multispécifique, nous avons enregistré toutes les 15 minutes, pendant deux heures d'observation continue, l'emplacement exact de chaque individu ainsi que de chaque mouton ou vache pour les prairies multispécifiques. Pour enregistrer l'emplacement, les prairies ont été orientées selon un cadran géographique afin de pouvoir noter de manière la plus précise possible la position de chaque individu grâce aux 16 coordonnées géographiques (nord, nord-nord-est, etc.). Nous avons également noté si les individus se trouvaient en bordure ou en milieu de prairie. Nous avons donc un total de 32 coordonnées possibles, permettant de déterminer le plus précisément possible l'utilisation de l'espace de chaque individu.

Nous avons également mesuré la distance entre chaque cheval et le cheval le plus proche ainsi qu'entre chaque cheval et le ruminant (mouton ou vache) le plus proche en utilisant une unité arbitraire de mesure basée sur la longueur du corps d'un cheval.

Les prairies étant équipées de différents abris (naturels et artificiels), nous avons veillé à noter si les chevaux et autres herbivores utilisaient ces abris. Dans les cas où plusieurs abris artificiels étaient présents, nous avons comparé si les chevaux et les ruminants préféraient les mêmes abris ou des abris différents.

3. Analyses statistiques

Afin de réaliser l'analyse statistique de nos données, nous avons utilisé l'outil RStudio 2023.06.1, version R 4.3.1.

Nous avons divisé nos données en 3 tableaux afin de répondre de la manière la plus précise possible à nos hypothèses.

Le premier tableau inclut les données relatives aux comportements socialement neutres, le second tableau inclut les données relatives aux comportements sociaux et enfin, le troisième tableau inclut les données relatives à l'emplacement.

3.1. Analyse de la répartition des facteurs externes

Afin d'analyser nos données de la manière la plus juste possible, nous avons vérifié la moyenne d'occurrence des facteurs externes entre chaque prairie grâce à de multiples graphiques.

Nous avons ainsi analysé la répartition de la température, la répartition des conditions météorologiques (nuageux, ensoleillé, semi-ensoleillé) et la répartition de la période de la journée (matin, midi, après-midi et soir) entre chaque groupe.

La période de la journée a été déterminée selon des tranches horaires : le matin correspond aux observations réalisées entre 8h et 11h59, le midi est la tranche entre 12h et 13h59, l'après-midi se situe entre 14h et 17h59 et enfin le soir correspond aux observations réalisées à partir de 18h.

3.2. Analyse des comportements socialement neutres

Afin de déterminer si la présence de ruminants a une influence sur les comportements socialement neutres tels que la durée de pâturage et la durée de repos des chevaux, nous avons réalisé un test de Kruskal-Wallis.

Nous avons utilisé ce test en raison de la complexité de notre modèle, de sa non-linéarité et de son déséquilibre important qui empêchait d'autres tests statistiques de fonctionner correctement et de manière fiable. En effet, nous avons très peu d'observations de repos par rapport à celles de pâturage, ce qui était détecté comme des outliers par d'autres modèles et qui créait une hétéroscédasticité importante même après diverses transformations de nos variables. Le test de

Kruskal-Wallis permet d'analyser nos données à travers des modèles moins complexes et permet de comparer la distribution de la variable dépendante (durée des comportements) entre plusieurs groupes.

Nous avons ainsi pu analyser quelles variables influençaient significativement la durée des comportement socialement neutres des chevaux.

La durée du comportement en fonction du groupe a été testée, ainsi qu'en fonction de chaque individu, en fonction du type de ruminant présent, en fonction de la date, de l'heure ou de la période, et enfin en fonction de la température et des conditions météorologiques.

Nous avons réalisé de multiples graphiques pour illustrer l'influence des variables qui étaient significatives dans le test de Kruskal-Wallis.

Afin de prendre en compte l'influence que pourrait avoir la présence d'abris sur la durée du comportement de repos, nous avons testé statistiquement, à l'aide d'un test de Kruskal-Wallis, l'influence du groupe sur l'utilisation des abris. Cela a également été testé avec l'influence de chaque individu et donc la variabilité individuelle.

Nous avons ensuite réalisé un graphique afin d'illustrer la fréquence de l'emplacement (sous un abri naturel, artificiel ou sous aucun abri) des chevaux lors des comportements de repos.

3.3. Analyse de l'utilisation de l'espace

3.3.1. Analyse de la localisation des chevaux

Afin d'analyser l'utilisation de l'espace des chevaux ainsi que des ruminants dans les prairies multispécifiques, nous avons utilisé un modèle de régression logistique multinomiale. Ce modèle s'adapte bien à nos données car la variable dépendante (localisation des chevaux) est catégorielle et comprend 32 niveaux. Ce modèle permet également d'intégrer plusieurs facteurs explicatifs : la localisation des ruminants, la date, l'heure, la météo, la température.

Nous avons donc créé un modèle de régression logistique multinomiale de base reprenant tous les facteurs explicatifs et avons ensuite appliqué la méthode de sélection pas à pas (stepwise) pour simplifier ce modèle.

Notre analyse se base ainsi sur un modèle final comprenant comme variables explicatives la localisation des ruminants, la date, l'heure et les conditions météorologiques.

Afin d'estimer la proportion de territoire utilisée sur toute la période d'observation par les chevaux et les ruminants dans chaque groupe, nous avons réalisé un calcul sur base du nombre total d'emplacements utilisés sur toute la période d'observation divisé par le nombre total d'emplacements différents possibles qui équivaut à 32 emplacements.

Ensuite, nous avons généré divers graphiques permettant de comparer les emplacements privilégiés par les chevaux et par les ruminants, et permettant d'illustrer l'influence des diverses variables explicatives sur l'utilisation de l'espace par les chevaux.

3.3.2. Analyse de la distance entre les individus

Afin d'analyser comment la distance entre les individus évolue en présence ou non de ruminants, nous avons créé un modèle mixte à effets aléatoires. Ce modèle permet d'inclure les effets aléatoires afin de modéliser la variabilité spécifique à certains sous-groupes (chevaux individuels).

Afin de respecter les hypothèses d'homoscédasticité, nous avons réalisé une transformation logarithmique sur notre variable dépendante.

Nous avons également dû redimensionner nos variables grâce à la fonction « *scale* » de RStudio afin que le modèle fonctionne mieux. En effet, nos variables explicatives étaient sur des échelles fortement différentes, ce qui aurait pu rendre notre modèle moins fiable.

Le modèle mixte choisi examine donc le logarithme de la distance entre les chevaux (avec une valeur de +1 ajoutée) en fonction de la date, l'heure, la température, les conditions météorologiques et l'effet aléatoire lié à chaque individu. Après analyse des p-valeurs et de l'AIC entre différents modèles comprenant les variables non significatives ou ne les incluant pas, nous avons choisi d'enlever la variable de l'heure afin de simplifier le modèle.

De nombreux graphiques ont ensuite été tracés afin d'illustrer l'influence de chaque variable explicative sur la distance entre les individus.

3.3.3. Analyse de la différence d'utilisation des abris entre chevaux et ruminants

Nous avons ensuite testé statistiquement grâce à un test de Fisher si la différence d'utilisation des abris entre chevaux et ruminants était significative. Pour cela nous avons, dans un premier temps, filtré nos données pour le groupe 3 (groupe multispécifique avec présence d'ovins) uniquement et ensuite pour le groupe 4 (groupe multispécifique avec présence de bovins) uniquement. Afin

d'illustrer cette différence d'utilisation des abris entre chevaux et ruminants, nous avons généré un histogramme.

3.4. Analyse des comportements sociaux

Pour terminer, afin de déterminer si la présence de ruminants a une influence sur les comportements sociaux interspécifiques et intraspécifiques, nous avons réalisé une régression logistique multivariée avec sélection de variables (Régression stepwise).

Afin de réaliser cette analyse, nous avons créé une colonne de comportement « binaire » qui indique « 1 » si le comportement est agoniste et « 0 » si celui-ci est affiliatif.

Etant donné que le cheval « bb » n'était plus dans la prairie après le 11 juillet, nous avons créé une colonne indiquant « 1 » avant le 11 Juillet et « 0 » après le 11 juillet afin de créer une interaction entre chaque individu et cette nouvelle colonne pour ne pas manquer ou ajouter un effet dû à l'absence d'un cheval.

Nous avons ainsi créé un premier modèle *glm binomial* dont l'équation initiale décrit le comportement binaire (agoniste ou affiliatif) en fonction de la variabilité individuelle (nom de chaque individu), du type de ruminant, de la date, de l'heure, de la température, des conditions météorologiques, du nombre de chevaux dans chaque prairie et du nombre de ruminants.

La sélection stepwise a ensuite permis de simplifier ce modèle en ne gardant que les variables et les interactions significatives : individus (sans l'interaction « avant le 11 juillet »), la date et les conditions météorologiques.

Nous avons ensuite tracé divers graphiques démontrant l'influence des variables significatives sur la variable dépendante.

Résultats

1. Comportements socialement neutres

Le test de Kruskal-Wallis a permis de révéler quels facteurs influençaient significativement la durée des comportements socialement neutres. Nous avons choisi un seuil de p-valeur valant 0.05 pour déterminer la significativité de nos variables.

Le type de ruminant ($X^2 = 4.724$, $dl = 2$, $p = 0.094$), le groupe ($X^2 = 7.699$, $dl = 3$, $p = 0.053$) et les individus ($X^2 = 12.450$, $dl = 12$, $p = 0.410$) ne sont pas des variables significatives pour expliquer la durée de comportement. En effet, leur p-valeur indique qu'il n'y a pas de différence significative au seuil de 0.05 entre les groupes de ruminants, les groupes 1 à 4 et les groupes d'individus concernant la durée du comportement.

Les variables pouvant significativement faire varier la durée du comportement sont la date ($X^2 = 110.17$, $dl = 30$, $p < 0.001$), l'heure ($X^2 = 4290.71$, $dl = 166$, $p < 0.001$) ou la période ($X^2 = 56.776$, $dl = 3$, $p < 0.001$), la température ($X^2 = 61.642$, $dl = 16$, $p < 0.001$) et les conditions météorologiques ($X^2 = 6.5356$, $dl = 2$, $p = 0.038$).

La durée des comportements socialement neutres varie dans tous les groupes en fonction de la date (Figure 3). La durée de pâturage et de repos couché semble diminuer au fil du temps tandis que la durée de repos debout semble augmenter au fil du temps, ayant ainsi une tendance inverse à la durée de pâturage. En effet, alors que la durée de pâturage diminue en moyenne de 75 minutes en mai, sur un total de 120 minutes d'observations, à environ 40 minutes en moyenne en août, la durée de repos debout passe d'en moyenne 12 minutes en mai à 35 minutes en août.

Cependant, bien que le test de Kruskal-Wallis ne montre pas que le groupe explique la variance dans la durée des comportements socialement neutres, il existe une différence entre chaque groupe lorsque l'on analyse l'évolution de chaque type de comportement neutre en

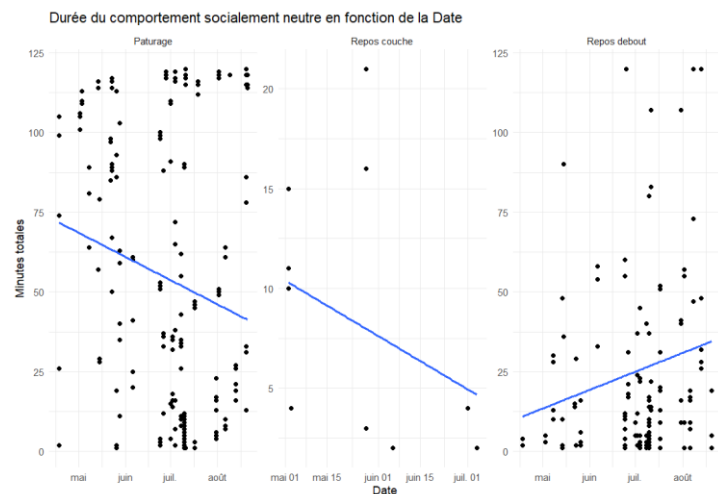


Figure 3. Durée, sur une période d'observation de 120 minutes, des comportements socialement neutres des chevaux en fonction de la date d'observation. Chaque point représente la durée de comportement d'un individu pour un jour spécifique. Les lignes de tendance bleues montrent comment la durée totale (en minutes) des comportements évolue en fonction de la date pour chaque type de comportement.

fonction de la date (Figure 4). En effet, alors que la durée du comportement de pâturage diminue fortement au fil du temps pour les groupes 1 et 2, la durée de ce comportement dans le groupe 3 a tendance à rester relativement stable au fil du temps et celle du groupe 4 a tendance à augmenter.

Le repos de type couché est très peu observé : il a uniquement été observé en mai pour le groupe 2

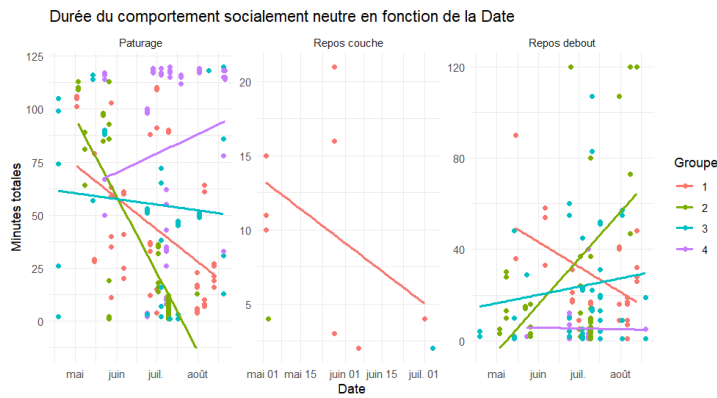


Figure 4. Durée, sur une période d'observation de 120 minutes, des comportements socialement neutres des chevaux en fonction de la date d'observation et du groupe. Chaque couleur représente un groupe différent. Chaque point représente une observation pour un jour donné. Les lignes de tendance indiquent comment la durée totale (en minutes) des comportements évolue en fonction de la date pour chaque type de comportement.

et en juillet pour le groupe 3. Le groupe 1 présente plus souvent ce comportement et la durée, bien qu'elle soit parfois plus élevée au mois de juin, semble en moyenne diminuer au fil du temps. Enfin, le repos debout est un comportement qui, en moyenne a une durée plus faible que le pâturage pour tous les groupes. Tout comme le comportement de pâturage, le groupe 1 diminue sa durée de repos au fil du temps. Au contraire les groupes 2 et 3 augmentent leur durée de repos debout au fil du temps. Ce comportement est très peu observé en termes de minutes totales chez les chevaux du groupe 4 mais reste stable au fil du temps.

La période de la journée fait également varier la durée moyenne des comportements socialement neutres (Figure 5). La médiane de la durée moyenne de pâturage, sur une durée totale de 120 minutes, est nettement plus élevée le matin, avec une valeur de 90 minutes, que le midi, avec une valeur d'environ 30 minutes. L'après-midi la valeur de la médiane est plus proche de celle du matin, valant environ 80 minutes.

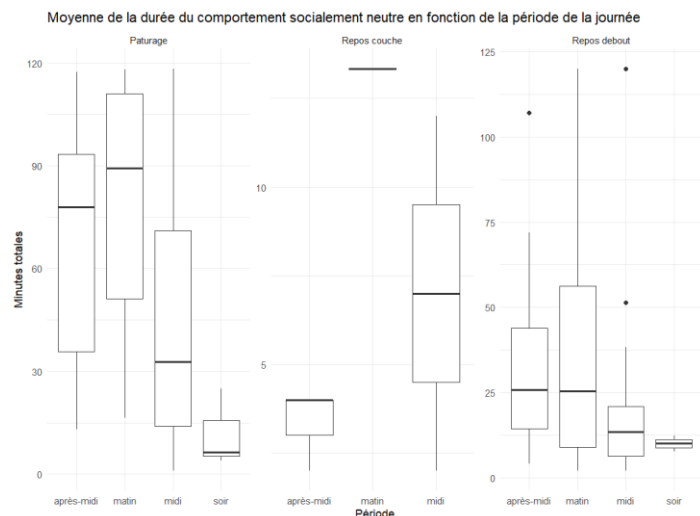


Figure 5. Durée médiane, sur une période d'observation de 120 minutes, des comportements socialement neutres des chevaux en fonction du moment de la journée au cours duquel les observations ont été réalisées.

Durant nos observations, le repos couché n'a presque pas été observé en matinée mais a surtout été observé durant les heures de midi. La durée de ce comportement est cependant assez faible par rapport aux durées de pâturage et de repos debout. Enfin, la médiane de la durée moyenne de repos debout varie peu en fonction de la période. Elle est aux alentours de 25 minutes en matinée et l'après-midi et d'environ 13 minutes sur la période de midi.

En regardant cette variance par groupe, on remarque que la durée moyenne des comportements socialement neutres observés sur des périodes de 120 minutes ne varie pas de la même manière entre chaque groupe (Figure 6).

Le groupe 1 a une durée de pâturage qui est en moyenne plus longue le matin et l'après-midi que le midi. Cette durée de pâturage est cependant relativement variable tout comme dans le groupe 2. En effet, dans ce groupe la durée de pâturage pouvait varier de 10 minutes à 120 minutes, en après-midi, sur un temps

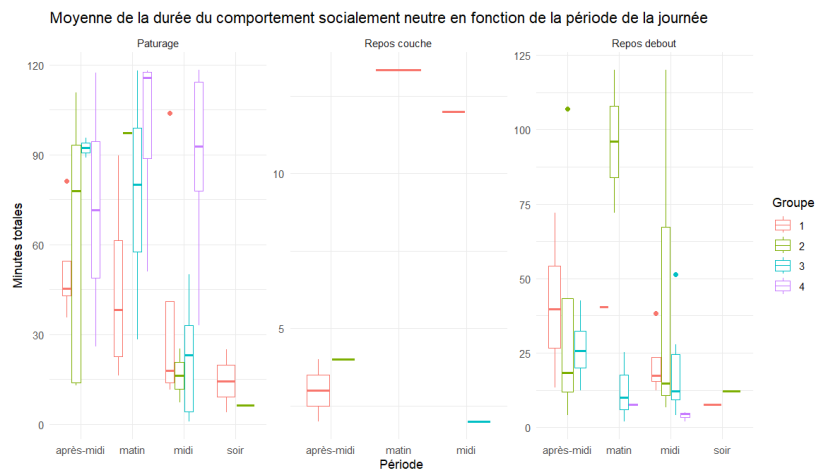


Figure 6. Durée médiane, sur une période d'observation de 120 minutes, des comportements socialement neutres des chevaux en fonction du moment de la journée au cours duquel les observations ont été réalisées et en fonction du groupe. Les couleurs représentent respectivement un groupe spécifique.

d'observation de 120 minutes. Cette durée de pâturage semble plus longue en matinée et en après-midi et est relativement faible sur le temps de midi.

Une tendance similaire est observée dans le groupe 3, bien que cette durée soit plus variable dans la matinée. Enfin, contrairement aux autres groupes, le groupe 4 présente une durée de pâturage relativement constante au cours de la journée.

La durée de repos debout est par ailleurs beaucoup plus variable entre les groupes, selon la période de la journée. Effectivement, on peut voir que dans le groupe 1 ce comportement debout est plus fréquent à partir de midi et est surtout présent en après-midi alors que pour le groupe 2 c'est le matin que cela a été observé sur de plus longues durées. A midi, cette durée est plus variable. Enfin, pour le groupe 3, la durée de repos est relativement constante au cours de la journée, ce qui contraste avec les deux groupes précédents qui étaient plus variables. Dans le groupe 4 la durée de repos est très faible et ce comportement était rare durant nos observations.

Tout comme les deux facteurs externes précédents, la température fait varier la durée des comportements socialement neutres (Figure 7). Effectivement, avec l'augmentation des

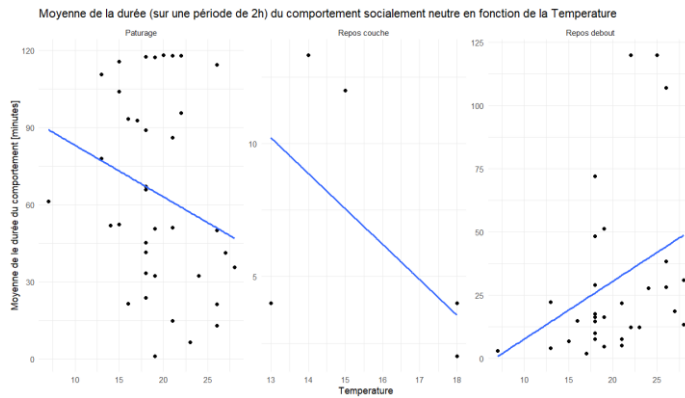


Figure 7. Durée, sur une période d'observation de 120 minutes, des comportements socialement neutres des chevaux en fonction des températures au cours desquelles les observations ont été réalisées. Chaque point représente une observation isolée à une température spécifique. Les lignes de tendance bleues indiquent comment la durée totale (en minutes) des comportements évolue en fonction de la température pour chaque type de comportement.

températures la durée moyenne de pâturage diminue fortement allant d'en moyenne 90 minutes sur 120 minutes d'observations lorsque les températures sont inférieures à 10°C à 45 minutes en moyenne lorsque les températures se rapprochent des 30°C. Le comportement de repos debout a une tendance inverse montrant une augmentation de sa durée moyenne avec l'augmentation des températures.

Cependant une forte variabilité existe dans

chacun de ces comportements.

Cette variabilité pourrait être due aux différents groupes (Figure 8).

Dans les groupes 1 et 2, la durée moyenne du pâturage, sur une période de 2h, diminue avec l'augmentation de la température. Dans le groupe 1, la durée diminue d'environ 65 minutes à 15°C à 30 minutes à 26°C. Dans le groupe 2, à des températures au-delà de 20°C, les chevaux passent beaucoup moins de temps à pâturer, voire arrêtent de pâturer pour privilégier le repos debout. Dans les groupes 3 et 4, la durée de pâturage ne varie pas beaucoup avec la température. Dans le groupe 3, les chevaux passent environ 60 min, sur une période de 120 minutes, à pâturer peu importe la température et dans le groupe 4, la durée

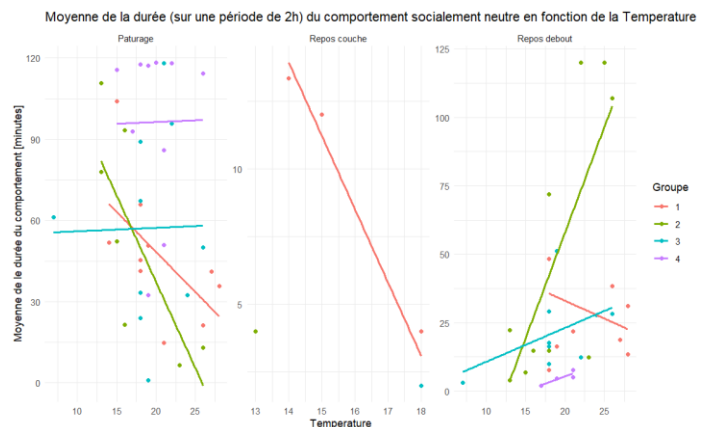


Figure 8. Durée, sur une période d'observation de 120 minutes, des comportements socialement neutres des chevaux en fonction des températures au cours desquelles les observations ont été réalisées et en fonction du groupe. Chaque point représente une observation isolée à une température spécifique et chaque couleur représente un groupe spécifique. Les lignes de tendance indiquent comment la durée totale (en minutes) des comportements évolue en fonction de la date pour chaque type de comportement.

de pâturage est d'environ 100 minutes sur une période de 120 minutes.

La tendance de la durée du repos couché est inverse à celle du pâturage avec l'augmentation des températures pour tous les groupes sauf pour le groupe 1. Effectivement, tout comme pour le pâturage, le groupe 1 a tendance à diminuer légèrement sa durée de repos debout et de repos couché avec l'augmentation des températures, consacrant leur temps à d'autres activités non enregistrées lors des jours de températures plus élevées. Cette durée varie entre 20 et 40 minutes selon la température. Dans les groupes 2 et 3, la durée du repos debout augmente avec l'augmentation de la température. Cette tendance est particulièrement forte dans le groupe 2 montrant que lorsque les températures sont plus élevées, les chevaux de ce groupe privilégient le repos debout au pâturage. Par ailleurs, cette augmentation est moins marquée dans le groupe 3 : la durée du repos debout augmente légèrement avec une moyenne de 30 minutes de repos, sur une période de 120 minutes, lorsqu'il fait plus de 22°C. Dans le groupe 4 cette durée reste faible et semble relativement stable, ne variant pas de manière significative avec l'augmentation de la température. Ce comportement est très peu observé dans ce groupe.

Enfin, c'est également avec les conditions météorologiques que la durée des comportements socialement neutres varie (Figure 9). La

médiane de la durée de pâturage, observée sur une période de 120 minutes, est en effet plus élevée en temps semi-enseillé avec une valeur d'environ 68 minutes qu'en temps nuageux et enseillé avec des valeurs d'environ 52 minutes. La médiane du comportement de repos debout est plus faible que celle du pâturage quel que soit la condition

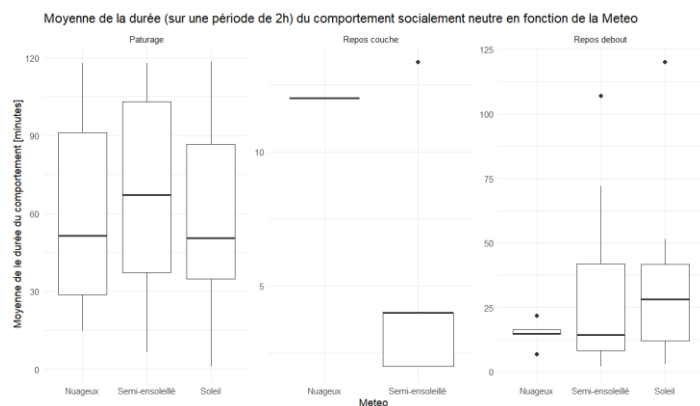


Figure 9. Durée médiane, sur une période d'observation de 120 minutes, des comportements socialement neutres des chevaux en fonction des conditions météorologiques au cours desquelles les observations ont été réalisées.

météorologique. Ce comportement a cependant une durée moyenne un peu plus élevée en temps enseillé avec une médiane valant environ 28 minutes. En temps nuageux et semi-enseillé la valeur de cette médiane est d'environ 16 minutes. La taille des boxplots indique cependant que la durée de ces comportements est relativement variable. Cela pourrait être dû aux différences entre les groupes.

En effet, selon les groupes, la durée moyenne de pâturage varie différemment avec les conditions météorologiques (Figure 10). On remarque que, dans le groupe 1, en période nuageuse la durée de

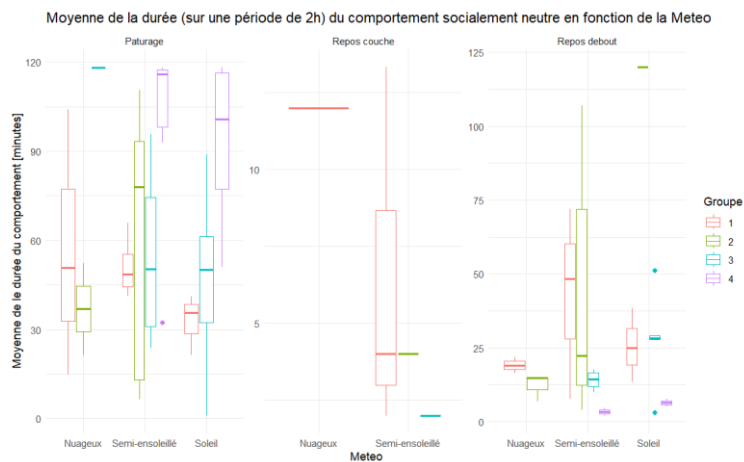


Figure 10. Durée médiane, sur une période d'observation de 120 minutes, des comportements socialement neutres des chevaux en fonction des conditions météorologiques au cours desquelles les observations ont été réalisées et en fonction du groupe. Chaque couleur représente un groupe spécifique.

pâturage est en moyenne plus élevée qu'en condition semi-enseillée ou ensoleillée avec une médiane proche de 50 minutes (sur une durée de 120 minutes) mais dans ces conditions, la durée de pâturage est plus variable que dans les conditions ensoleillées et semi-enseillées. La médiane est à une position similaire dans les conditions semi-enseillées mais la durée de ce comportement est moins variable.

La durée du pâturage dans le groupe 2 est plus élevée par temps semi-enseillé, avec une médiane autour de 75 minutes. Par temps ensoleillé, ce comportement ne semble pas avoir été effectué durant nos observations. Il y a donc une forte variation entre les différentes conditions météorologiques.

Le groupe 3 présente une durée de pâturage plus stable entre le temps ensoleillé et semi-enseillé. Par temps nuageux, ce comportement a peu été observé, mais lorsque c'était le cas, la durée se rapprochait des 120 minutes.

Très peu d'observations en temps nuageux ont été faites dans le groupe 4 (Figure Annexe 1), le comportement de pâturage ne peut donc pas être analysé dans ces conditions météorologiques pour ce groupe. En conditions ensoleillées et semi-enseillées, la durée du pâturage est élevée et constante avec une médiane d'environ 100 minutes sur 120 minutes d'observations en conditions ensoleillées, et une médiane d'environ 115 minutes en conditions semi-enseillées.

Les groupes 3 et 4, groupes avec ruminants, semblent donc présenter une durée de pâturage moins variable en fonction des conditions météorologiques que les groupes 1 et 2.

Bien que le repos couché soit un comportement relativement rare, on remarque qu'il a principalement été effectué en temps semi-ensoleillé dans le groupe 1 ainsi que dans les groupes 2 et 3.

Le repos debout est un comportement dont la durée semble plus élevée en conditions semi-ensoleillées et ensoleillées pour tous les groupes.

Dans le groupe 1, cette durée est variable mais le graphique montre une médiane plus élevée en conditions semi-ensoleillées valant environ 48 minutes.

Dans le groupe 2, la durée de repos debout varie également fortement selon les conditions météorologiques. Par temps ensoleillé, elle est au maximum, avec une durée de 120 minutes en moyenne, sur une durée d'observation de 120 minutes. Par temps nuageux et semi-ensoleillé, la durée de repos debout est plus variable. Par temps nuageux, cette durée est faible ayant une médiane à 12 minutes environ.

La durée de repos debout du groupe 3 a tendance à augmenter lorsque le temps est ensoleillé, mais reste faible par rapport à la durée de pâturage.

Enfin, le repos debout est un comportement rare dans le groupe 4, mais on peut tout de même observer que la durée de ce comportement augmente très légèrement dans des conditions ensoleillées.

De manière générale, on peut remarquer que dans les groupes sans ruminants (groupes 1 et 2), la durée de repos semble plus élevée que dans les groupes avec ruminants (groupes 3 et 4). L'utilisation des abris lors du comportement de repos pourrait expliquer cela.

Le test de Kruskal-Wallis montre en effet que la variance observée dans la variable « abris » peut être expliquée par le groupe ($X^2=29.103$, $dl=3$, $p<0.001$) et par la variabilité individuelle ($X^2=38.516$, $dl=12$, $p<0.001$).

Nous pouvons effectivement observer que, pour les groupes 1 à 3, la majorité des comportements de repos avaient lieu sous un abri artificiel (Figure 11). Le groupe 4 n'avait pas d'abri artificiel dans sa prairie (Figure 2).

Bien que toutes les prairies possédaient des abris naturels, le comportement de repos chez les chevaux a peu été observé à ces emplacements.

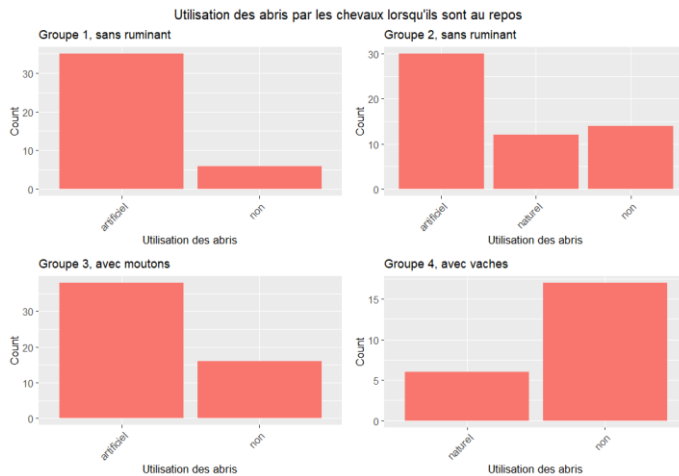


Figure 11. Nombre de fois qu'un abri a été utilisé par les équidés de chaque groupe lorsqu'ils étaient au repos couché ou au repos debout. «Artificiel» représente les abris construits par l'humain. « Naturel » représente des entités naturelles produisant de l'ombre telles que les arbres. « Non » signifie que les chevaux n'ont utilisé aucun abri.

2. Utilisation de l'espace

2.1. Localisation des chevaux

Le modèle de régression logistique multinomiale a permis de révéler que la localisation des ruminants dans la prairie ($X^2 = 1198.63$, $dl = 640$, $p < 0.001$), la date ($X^2 = 1289.44$, $dl = 32$, $p < 0.001$), l'heure ($X^2 = 1296.75$, $dl = 32$, $p < 0.001$) et les conditions météorologiques ($X^2 = 125.54$, $dl = 64$, $p < 0.001$) sont des variables qui contribuent de manière significative à la variance observée dans les localisations des chevaux.

La localisation des chevaux a été étudiée selon 32 emplacements en fonction qu'ils se trouvaient au milieu ou en bordure de prairie et en fonction de 16 points cardinaux différents. Ces données ont permis d'estimer la proportion de territoire utilisée sur toute la période d'observation par les chevaux et les ruminants dans chaque groupe.

Dans le groupe 1, sans ruminant, les chevaux ont utilisé 81.25% de la surface disponible. Dans le groupe 2, également sans ruminant, les chevaux ont utilisé 84.38% de la surface disponible. Dans le groupe 3, les chevaux ont utilisé 87.50% de la surface disponible tandis que les moutons ont utilisé 31.5% de cet espace. Enfin, dans le groupe 4, les chevaux ont utilisé 87.50% de la surface disponible tandis que les vaches ont utilisé 46.88% de cet espace. Dans tous les groupes, chaque

groupe de chevaux a donc utilisé plus de 80% de l'espace disponible dans les prairies. Dans les groupes multispécifiques, les groupes de ruminants ont, par ailleurs, utilisé moins de 50% de l'espace disponible.

En comparant la localisation des chevaux et des ruminants dans chaque groupe multispécifique, on remarque que dans le groupe 3 (Figure 12), les moutons se localisaient majoritairement au bord sud-ouest et bord sud sud-ouest de la prairie. Les moutons se concentraient donc principalement

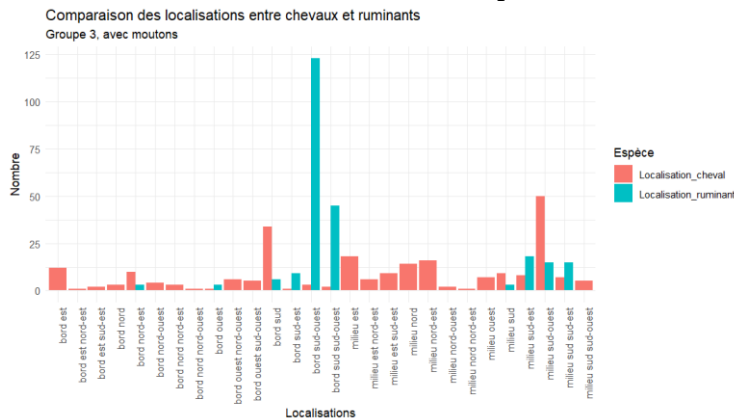


Figure 13. Comparaison des zones utilisées, sur toute la durée des observations, par les chevaux et les ovins dans le groupe 3. La couleur rose représente le nombre de fois qu'un équidé a utilisé une zone, et la couleur bleue représente le nombre de fois qu'un groupe d'ovins a utilisé une zone.

dans ces 2 zones spécifiques et exploitaient beaucoup moins les autres zones tandis que les chevaux ont une répartition beaucoup plus homogène, utilisant une large gamme de localisations de la prairie. Cependant, certaines localisations sont un peu plus utilisées telles que le bord sud ou le milieu sud-ouest, qui sont deux des localisations où se trouvaient des abris artificiels. Dans le

groupe 4 (Figure 13), les vaches se localisaient la majorité du temps au bord est. Elles se localisaient également de manière relativement fréquente au bord est nord-est, bord est sud-est, bord nord-est et au bord nord nord-ouest. Les chevaux étaient répartis de manière plus diversifiée que les vaches mais, se trouvaient très peu aux localisations privilégiées par les bovins. Dans les groupes 1 et 2, on observe également que certaines localisations étaient préférées par les chevaux. Ces localisations sont celles où les abris se situaient (Figure 14). Mis à part les localisations contenant

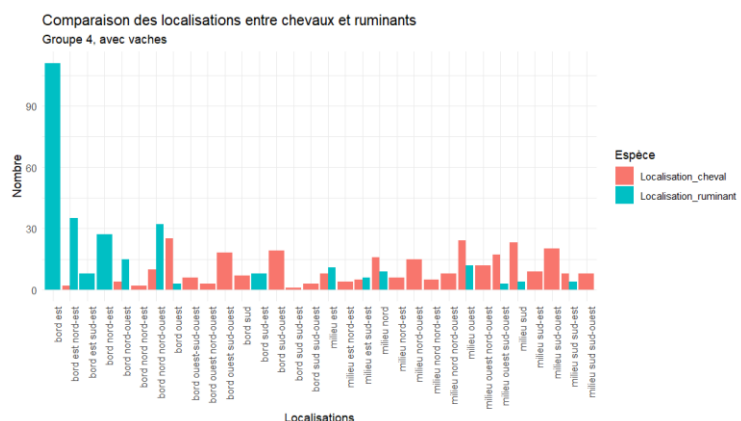


Figure 12. Comparaison des zones utilisées, sur toute la durée des observations, par les chevaux et les bovins dans le groupe 4. La couleur rose représente le nombre de fois qu'un équidé a utilisé une zone, et la couleur bleue représente le nombre de fois qu'un groupe de bovins a utilisé une zone.

les abris artificiels, la répartition des chevaux était relativement homogène au sein de chacune des prairies.

De manière générale, dans les prairies monospécifiques, les chevaux semblaient légèrement privilégier la bordure des prairies alors que dans les prairies multispécifiques ce sont les ruminants qui semblaient privilégier le bord et les chevaux semblaient rester plus souvent au milieu des prairies. En effet, dans les groupes 1 et 2, il y a un ratio d'environ 150 :100 de localisation des

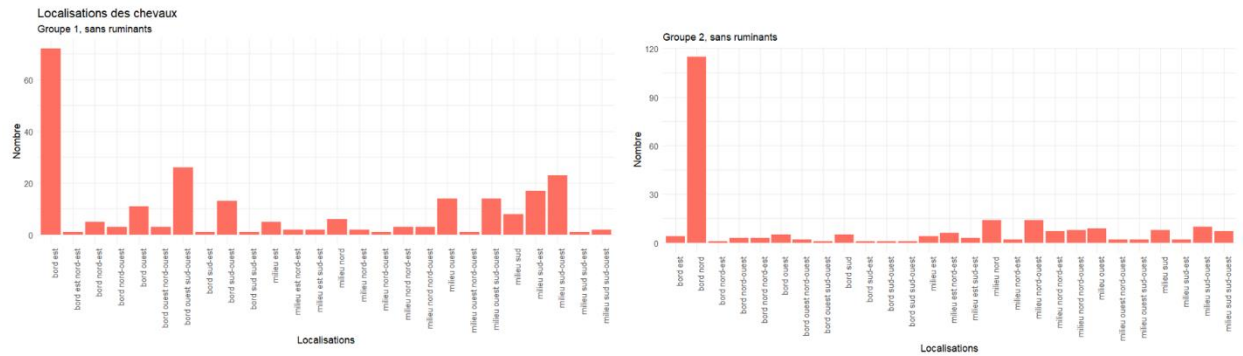


Figure 14. Zones utilisées, sur toute la durée des observations, par les chevaux des groupes 1 (graphique de gauche) et 2 (graphique de droite). Les histogrammes représentent le nombre de fois qu'un équidé a utilisé une zone.

chevaux en bordure versus milieu de prairie. Dans les groupes 3 et 4, la tendance est inverse pour les chevaux : on a un ratio qui se rapproche plutôt du 100 : 150 (bord : milieu) (Figure Annexe 5).

Bien que la localisation des ruminants semble avoir une influence importante sur la localisation des chevaux, certains facteurs externes expliquent également la variance observée.

En effet, la date peut expliquer la variance observée dans la localisation des chevaux dans tous les groupes confondus (Figure Annexe 6). Certaines localisations semblent être privilégiées peu importe la date, telles que le bord nord ou le milieu sud-ouest. Cependant, dû à la forme différente de chaque prairie, il est judicieux d'analyser la répartition des chevaux pour chaque groupe distinct (Figure 15). Dans les groupes monospécifiques, il existe un pic d'utilisation de l'espace autour des abris artificiels à partir du mois de juillet : au bord est pour le groupe 1 et au bord nord pour le groupe 2. Dans chaque groupe, selon les dates, certaines zones étaient plus utilisées que d'autres.

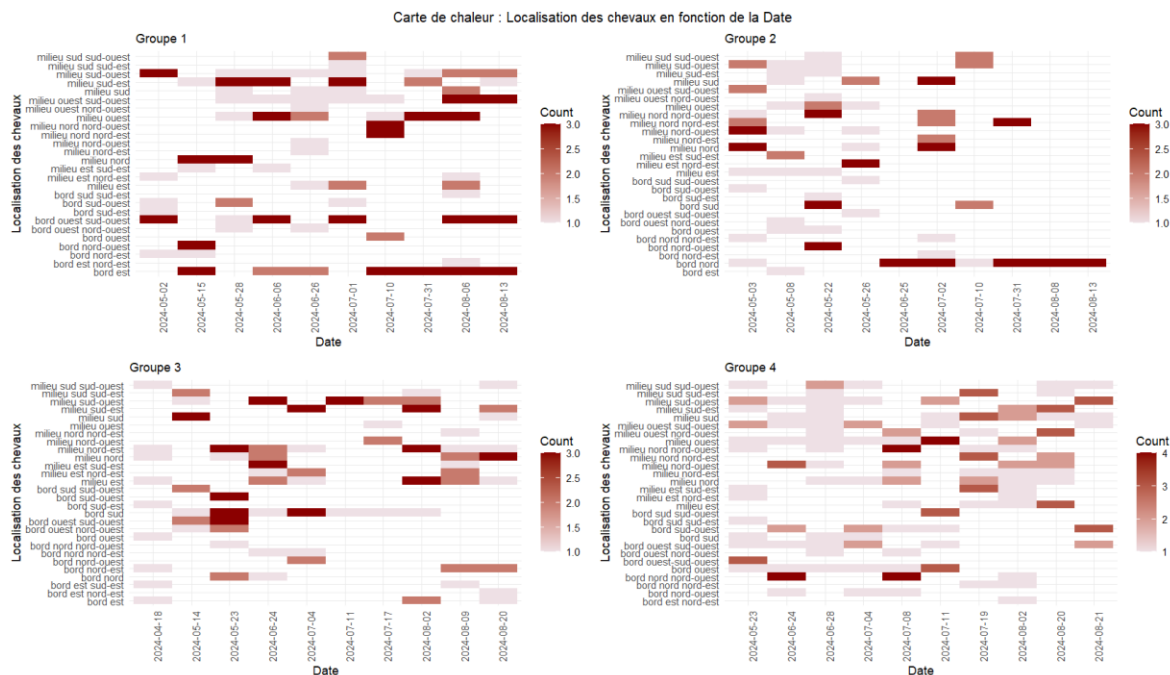


Figure 15. Carte de chaleur représentant un gradient de localisations, des moins aux plus utilisées, pour chaque groupe selon la date. Les couleurs les plus foncées représentent les localisations les plus utilisées par les équidés. Les couleurs les plus claires sont les localisations les moins utilisées par les équidés. Si aucune couleur n'est présente cela signifie que les équidés n'ont jamais été à cette localisation précise.

Ces zones sont fortement différentes d'un jour à l'autre : on voit, en effet, une répartition assez dispersée des chevaux à travers différentes dates. Dans les groupes 3 et 4, aucun pic significatif n'est observé à partir d'une certaine date jusqu'à une date plus éloignée : la répartition des chevaux est relativement dispersée à travers le temps, bien que certains jours précis, les équidés préfèrent certaines zones (par exemple dans le groupe 3, le 23 mai 2024, 4 zones sont particulièrement plus utilisées que les autres zones).

Les pics de localisation au niveau des abris artificiels sont également observés dans certaines conditions météorologiques (Figure 16). En effet, en conditions nuageuses et ensoleillées, on remarque un pic dans le nombre de localisations observées au bord est dans le groupe 1. Dans le groupe 2, c'est en conditions semi-ensoleillées et ensoleillées que les chevaux allaient de préférence au bord nord où se trouve l'abri artificiel. Dans le groupe 3, en conditions semi-ensoleillées, on remarque un pic majeur au bord sud (l'un des abris artificiels) et en conditions ensoleillées, on remarque un pic majeur au milieu sud-ouest (un autre abri artificiel).

Malgré les différents pics, les localisations sont relativement diversifiées dans les 3 conditions météorologiques dans les groupes 1, 3 et 4. Dans le groupe 2, les localisations sont diversifiées en conditions nuageuses et semi-ensoleillées mais en conditions ensoleillées, une seule localisation a été enregistrée à plusieurs reprises durant toutes nos observations.

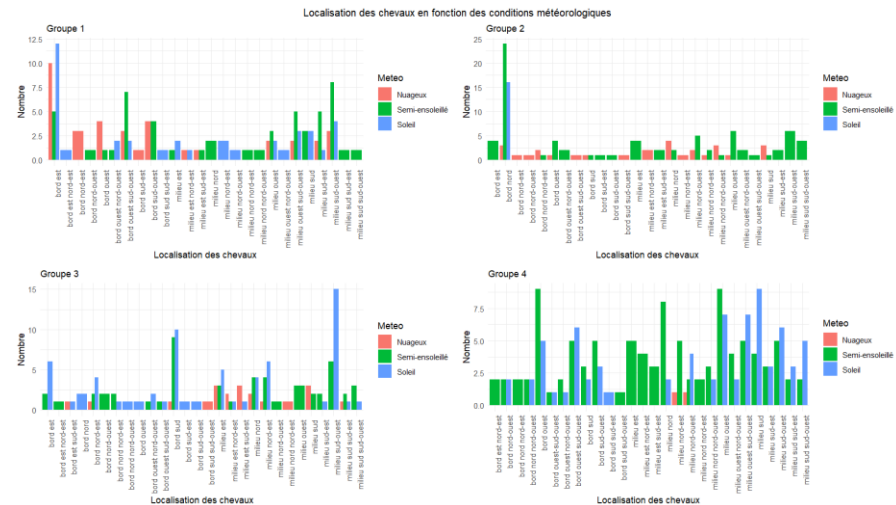


Figure 16. Histogramme représentant le nombre de fois qu'une localisation a été utilisée selon les conditions météorologiques, selon chaque groupe. Les couleurs représentent les conditions météorologiques : rouge pour le temps nuageux, vert pour le temps semi-ensoleillé et bleu pour le temps ensoleillé.

Enfin, durant nos observations, nous avons également pu observer que les chevaux semblaient se déplacer entre différentes localisations tout au long de la journée dans chacun des groupes mais que certaines heures semblaient plus propices à certaines localisations que d'autres selon les groupes (Figure 17). Dans le groupe 1, on voit une concentration au bord est entre 12h00 et 13h30,

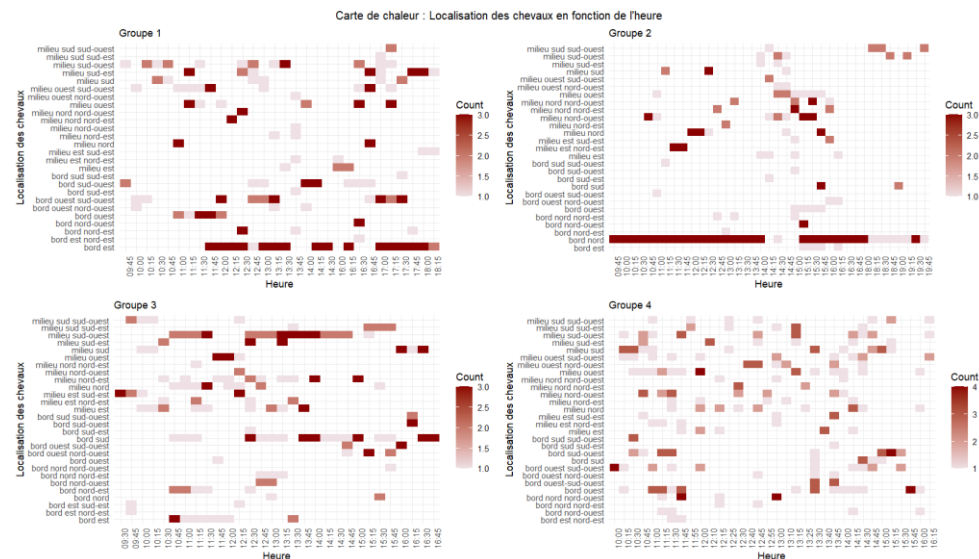


Figure 17. Carte de chaleur représentant un gradient de localisations, des moins aux plus utilisées, pour chaque groupe selon l'heure d'observation. Les couleurs les plus foncées représentent les localisations les plus utilisées par les équidés. Les couleurs les plus claires sont les localisations les moins utilisées par les équidés. Si aucune couleur n'est présente cela signifie que les équidés n'ont jamais été à cette localisation précise.

ainsi qu'en fin de journée, à partir de 17h00 environ. Dans le groupe 2, on voit une concentration au bord nord entre 9h30 et 14h et entre 15h et 17h. Les chevaux semblent moins dispersés que dans les autres groupes : cela pourrait indiquer

que le bord nord est plus favorable à leurs besoins en journée. Dans le groupe 3, on observe un pic au milieu sud-ouest entre 13h et 14h mais de manière générale la répartition est assez homogène en fonction de l'heure. Dans le Groupe 4, nous n'avons pas observé de pic particulier à certaines heures précises durant toute la durée de nos observations.

De manière générale, les groupes sans ruminants (1 et 2) semblent avoir des schémas de localisation plus concentrés, tandis que les groupes avec ruminants (3 et 4) montrent une plus grande dispersion, plus homogène en fonction des heures.

2.2. Distance entre les individus, selon les groupes

Nous avons ensuite analysé comment la distance entre les chevaux évolue en présence de ruminant et en fonction de divers facteurs externes grâce à un modèle mixte à effet aléatoires. Ce modèle mixte aléatoire a permis de déterminer que ce sont la date ($X^2 = 28.704$, $dl = 1$, $p < 0.001$), la température ($X^2 = 40.966$, $dl = 1$, $p < 0.001$), les conditions météorologiques ($X^2 = 11.500$, $dl = 2$, $p = 0.003182$) et la variabilité individuelle ($X^2 = 14.339$, $dl = 1$, $p < 0.001$) qui influencent significativement la variabilité de la distance entre chaque cheval.

La température influence donc de manière significative la variance observée dans la distance entre les chevaux les plus proches. En effet, dans l'ensemble, la figure 18 montre une diminution générale

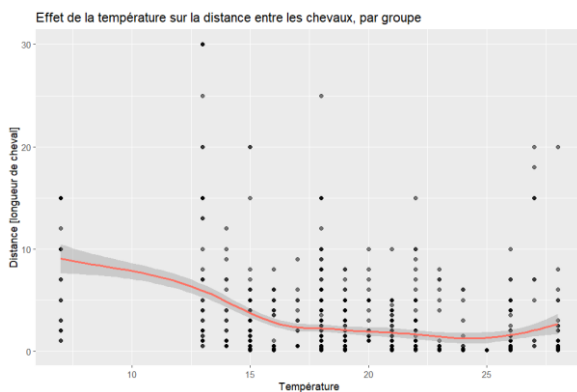


Figure 18. Evolution de la distance moyenne entre les chevaux selon la température. Chaque point noir représente une observation individuelle à une température spécifique. La ligne rouge montre la tendance globale de la distance (lissée) en fonction de la température.

de la distance entre les chevaux au fur et à mesure que la température augmente. Donc cela signifie que les chevaux ont tendance à se rapprocher les uns des autres lorsque la température augmente. Avec une température d'environ 10°C, les chevaux les plus proches ont une distance d'environ 8 longueurs de cheval tandis qu'avec une température de 25°C, la distance diminue à environ 2 longueurs de cheval.

En regardant cette variabilité par groupe (Figure 19), on peut observer que dans le groupe 1, une légère diminution de la distance entre les chevaux est observée jusqu'à 22°C avant de réaugmenter. La distance entre les chevaux reste toujours sous la ligne des 5 longueurs de cheval bien que des chevaux soient considérés proches lorsque la distance entre eux est inférieure à 2 longueurs de cheval, ce qui est observé dans ce groupe à partir de 18°C. Dans le groupe 2 nous avons observé que les chevaux commencent à rester proches les uns des autres (moins de 2 longueurs de cheval) à partir de 16°C environ. Dans le groupe 3 la relation est nettement moins linéaire. Une forte diminution de la distance est visible à 20°C, avant d'un peu réaugmenter et de rediminuer à 22°C. Cependant à partir de 17°C, les chevaux ne semblent pas dépasser les 2 longueurs de cheval en moyenne. Enfin dans le groupe 4, la moyenne des distances entre les chevaux les plus proches est relativement stable bien qu'il existe une forte variation selon les chevaux. La distance moyenne la plus élevée se trouve à 20°C et ne dépasse pas les 4 longueurs de cheval. Dans ce groupe, la distance entre les chevaux les plus proches varie majoritairement autour des 2.5 longueurs de cheval peu importe la température.

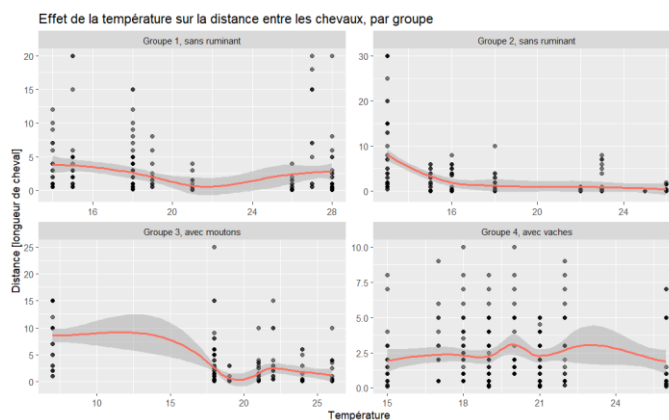


Figure 19. Evolution de la distance moyenne entre les chevaux selon la température, selon chaque groupe. Chaque point noir représente une observation individuelle à une température spécifique. La ligne rouge montre la tendance globale de la distance en fonction de la température.

Une tendance similaire à l'influence de la température sur la distance entre les chevaux les plus proches est observée au cours du temps. En effet, au cours des mois, la distance minimale entre les chevaux semble diminuer (Figure 20). En mai cette distance vaut en moyenne 5 longueurs de cheval tandis qu'à partir de juin elle diminue à environ 2.5 longueurs de cheval.

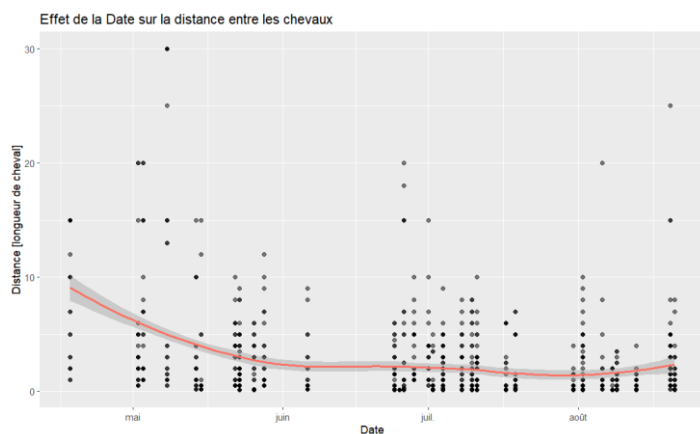


Figure 20. Evolution de la distance moyenne entre les chevaux selon la date. Chaque point noir représente une observation individuelle à une date spécifique. La ligne rouge montre la tendance globale de la distance (lissée) en fonction de la date.

Dans le groupe 2, c'est à partir de juin que les chevaux étaient en moyenne à moins de 2 longueurs de cheval les uns des autres. Dans le groupe 3, alors que la distance moyenne diminue en juin et juillet, elle réaugmente légèrement vers la fin du mois d'août. Enfin dans le groupe 4 la distance moyenne est relativement stable au cours du temps avec une distance moyenne variant autour de 2.5 longueurs de cheval entre les chevaux les plus proches quel que soit le mois de nos observations.

Il existe une légère variance entre les groupes (Figure 21). En effet, dans le groupe 1 la distance moyenne minimale entre les chevaux varie entre 2.5 et 4 longueurs de cheval de mai à juillet. En août, cette distance diminue à moins de 2 longueurs de cheval, ce qui signifie que les chevaux les plus proches étaient modérément à fortement proches les uns des autres.

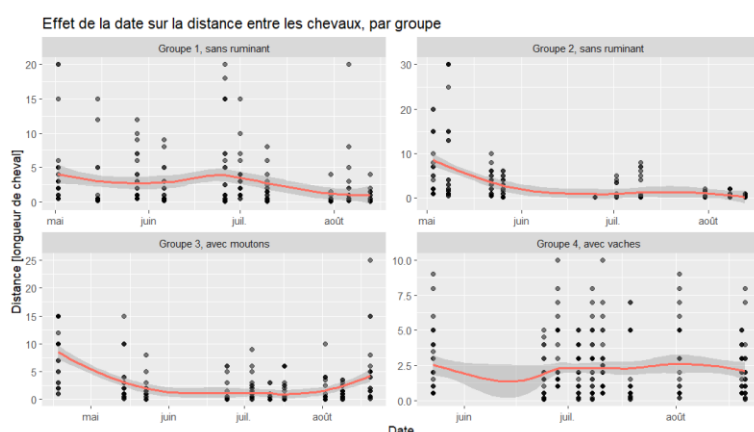


Figure 21. Evolution de la distance moyenne entre les chevaux selon la date selon chaque groupe. Chaque point noir représentant une observation individuelle à une date spécifique. La ligne rouge montre la tendance globale de la distance en fonction de la date.

Enfin la dernière variable externe qui contribuait significativement à la variance observée sont les conditions météorologiques. En effet, bien que les variations de distances soient relativement faibles en fonction des conditions météorologiques, celles-ci sont tout de même visibles (Figure

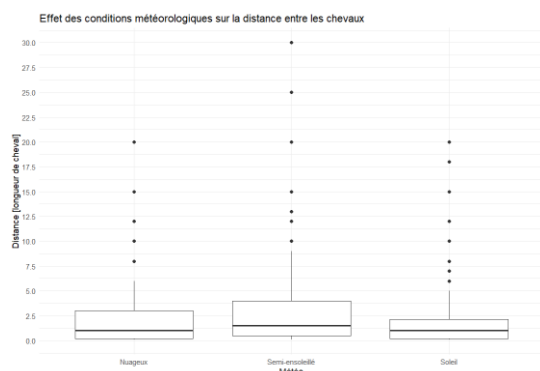


Figure 22. Boxplots de l'effet des conditions météorologiques sur la distance entre les chevaux. La ligne centrale des boîtes représente la médiane.

22). Il existe une plus grande variabilité et une distance moyenne plus élevée en temps semi-ensoleillé qu'en temps ensoleillé par exemple. Par ailleurs, les médianes varient, pour toutes les conditions, autour des 1.25 longueurs de cheval.

La variance par groupe est également relativement faible dans tous les groupes (Figure Annexe 8) avec quelques variations au niveau de la variabilité et de la médiane.

Dans chaque groupe une variabilité dans la distance minimale entre deux chevaux en fonction des facteurs externes a été observée, cela peut être expliqué par la variabilité individuelle. En effet, les individus sont des effets aléatoires, c'est-à-dire qu'il existe une déviation de chaque individu selon leurs différences individuelles par rapport à un effet global moyen. La différence interindividuelle va donc influencer le comportement de distance entre les chevaux. Certains chevaux (par exemple : *a, n, bai*) ont tendance à maintenir une plus grande distance avec leurs congénères, tandis que d'autres (par exemple : *w, n, c*) se rapprochent davantage de leurs congénères (Figure Annexe 9).

Nous avons créé un indicateur de distance afin de définir ce que représentait chaque distance pour les chevaux (Tableau 2).

Tableau 2. Classification des distances entre chevaux en fonction de la longueur corporelle d'un cheval (unité de distance)

Distance (longueur de cheval)	Indicateur
<1	Très proche
>=1 et <=2	Modérément proche
>2 et <=4	Eloigné
>4	Très éloigné

Grâce à ces indicateurs, nous avons pu analyser la variabilité individuelle dans chaque prairie. Globalement, il existe une tendance de chaque individu, dans chaque groupe, à rester relativement proche les uns des autres (catégorie « très proche »

comptée un grand nombre de fois pour chaque individu). Certains individus font cependant exception tels que *n* dans le groupe 2 qui est plus fréquemment « modérément proche » de ses congénères (Figure 23).

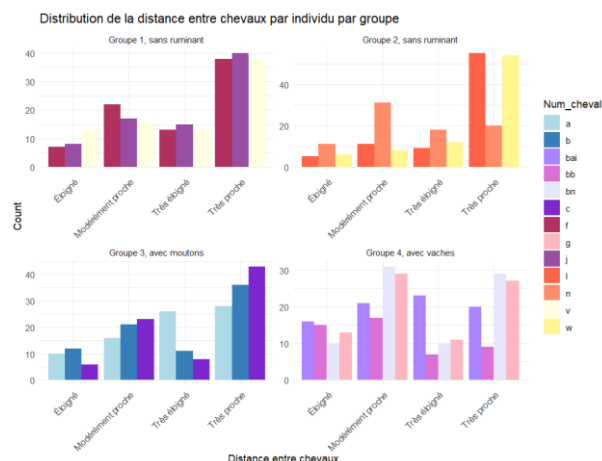


Figure 23. Occurrence des indicateurs de distance entre les chevaux en fonction de chaque individu de chaque groupe, sur une période de 20h d'observation par groupe. Chaque couleur représente un individu différent. La distance est celle entre un individu et celui le plus proche de cet individu.

En effet, dans le groupe 3, la distance moyenne de chaque cheval avec l'ovin le plus proche varie très peu selon les individus : cette distance vaut 12 longueurs de cheval pour *a*, 12.5 pour *b* et enfin 13 pour *c* (Figure Annexe 10). Dans le groupe 4 cette distance moyenne avec le bovin le plus proche est un peu plus élevée que dans le groupe 3 : elle varie entre 14.5 pour *bai*, 14.9 pour *g*, 15.1 pour *bn* et 19 longueurs de cheval en moyenne pour *bb* (Figure Annexe 11).

La distance moyenne entre chaque individu et les ruminants les plus proches est donc supérieure à 10 longueurs de cheval pour chaque individu dans les deux groupes multisécifiques.

En ce qui concerne la distance entre les chevaux et les ruminants dans les groupes multisécifiques, la variabilité individuelle joue également un rôle bien que tous les chevaux semblent avoir tendance à garder une distance « très éloignée » avec l'autre espèce que ce soit dans le groupe 3 ou le groupe 4 (Figure 24).

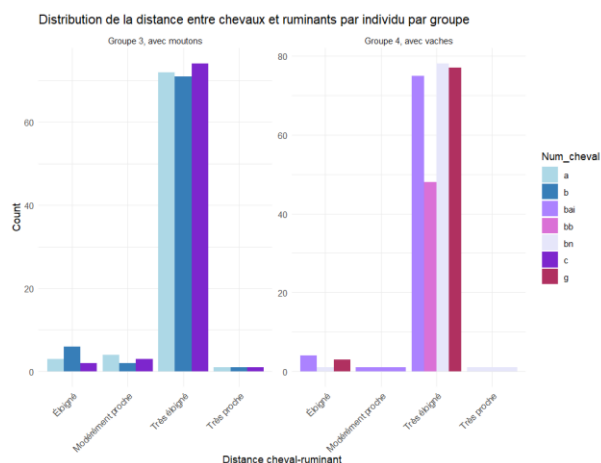


Figure 24. Occurrence des indicateurs de distance entre les chevaux et ruminants, en fonction de chaque individu des groupes 3 et 4, sur une période de 20h d'observations par groupe. Chaque couleur représente un individu différent. L'histogramme du groupe 3 avec les individus *a*, *b* et *c* représente l'occurrence des indicateurs de distance entre ces individus et le mouton le plus proche de ceux-ci. L'histogramme du groupe 4 avec les individus *bai*, *bb*, *bn* et *g* représente l'occurrence des indicateurs de distance entre ces individus et la vache la plus proche de ceux-ci.

2.3. Utilisation des abris

Un test de Fisher nous a ensuite permis d'analyser si la différence d'utilisation des abris entre chevaux et ruminants est significative. Ce test a permis de révéler que dans le groupe 3 cette différence est fortement significative ($p < 0.001$), alors que dans le groupe 4 elle ne l'est pas ($p = 0.0614$). Cependant cette différence non significative pourrait être due au fait qu'il n'existait pas d'abri artificiel dans la prairie du groupe 4, contrairement à celle du groupe 3.

En effet, bien que statistiquement il n'y ait pas de différence significative dans l'utilisation des abris par les chevaux et les bovins, on peut voir qu'il existe une différence graphique. Les chevaux ne semblaient pas utiliser les abris naturels (les arbres) alors que les vaches les utilisaient en abondance (Figure 25).

Dans le groupe 3, il semble y avoir une différence nette dans la préférence d'utilisation des abris artificiels et naturels (Figure 26). En effet, alors que les chevaux utilisaient exclusivement les abris 1 et 2, lorsqu'ils utilisaient un abri, les

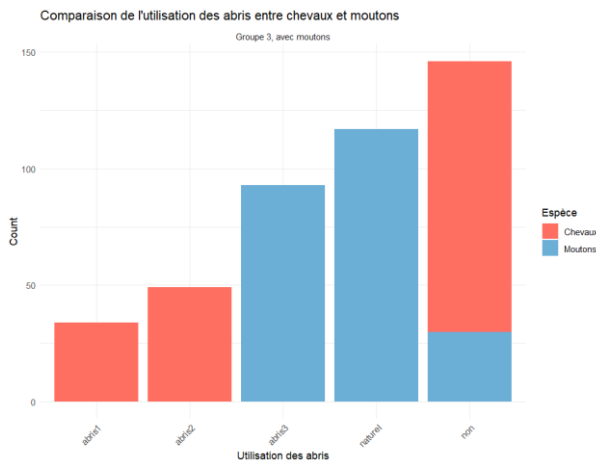


Figure 25. Histogramme de comparaison de l'utilisation des abris naturels ou artificiels entre les chevaux et les moutons du groupe 3, sur une période de 20h d'observations. « Naturel » représente les abris naturels produisant de l'ombre tels que les arbres. « abris1, abris2, abris3 » représentent les abris artificiels. « Non » signifie qu'un individu n'utilisait aucun abri que ce soit artificiel ou naturel.

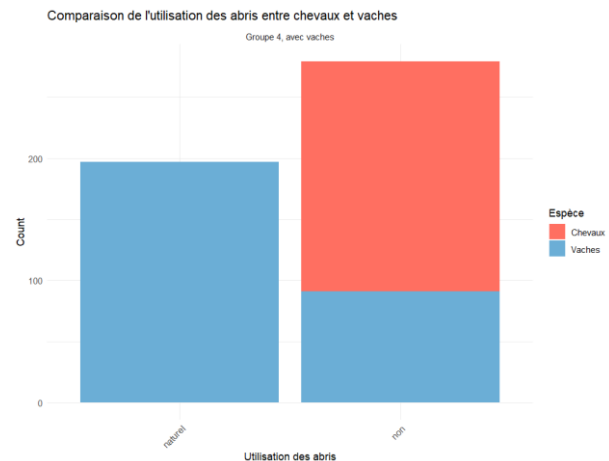


Figure 26. Histogramme de comparaison de l'utilisation des abris naturels ou artificiels entre les chevaux et les vaches du groupe 4 sur une période de 20h d'observations. « Naturel » représente les abris naturels produisant de l'ombre tels que les arbres. « Non » signifie qu'un individu n'utilisait aucun abri que ce soit artificiel ou naturel.

moutons privilégiaient soit les abris naturels soit l'abri 3. Durant nos observations, les 2 espèces ne partageaient donc jamais d'abri. Il est cependant intéressant de noter que l'abri 3 était plus difficile d'accès aux chevaux mais que les abris 1 et 2 étaient facilement accessibles aux moutons.

De manière générale, les chevaux semblaient utiliser très peu les abris naturels (Figure 27), qui étaient présents dans chacune des prairies en différentes abondances (Figure 2). Lorsque des abris artificiels étaient présents, les chevaux les utilisaient relativement fréquemment en comparaison aux abris naturels bien que la majorité de leur temps, ils se trouvaient hors des abris.

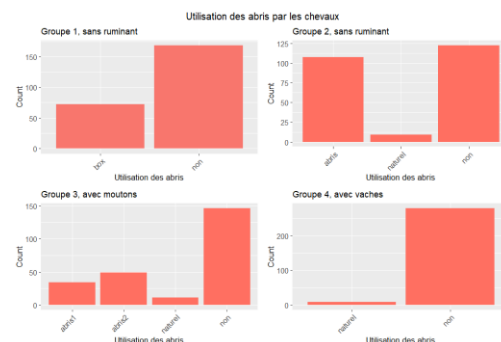


Figure 27. Occurrence de l'utilisation de chaque type d'abri par les individus de chaque groupe sur une période de 20h d'observations par groupe. « box » dans le groupe 1, « abris » dans le groupe 2, « abris1, abris2 et abris3 » dans le groupe 3 représentent les abris artificiels. « Non » signifie qu'un individu n'utilisait aucun abri que ce soit artificiel ou naturel.

3. Comportements sociaux

La régression Logistique Multivariée avec Sélection de Variables a permis de révéler quels facteurs influençaient significativement le type de comportements (agonistes ou affiliatifs) effectué par les chevaux. Nous avons choisi un seuil de p-valeur valant 0.05 pour déterminer la significativité de nos variables.

Grâce à la sélection stepwise, nous avons obtenu un GLM dont l'équation est le type de comportement (agoniste ou affiliatif) en fonction de chaque individu, de la date et des conditions météorologiques.

Cependant, lorsque nous analysons, grâce à un test Wald, les p-valeurs des variables, les conditions météorologiques ne semblent pas être significatives ($X^2 = 4.286$, $dl = 2$, $p = 0.117$) pour expliquer le type de comportement contrairement aux individus ($X^2 = 46.157$, $dl = 13$, $p < 0.001$) et à la date ($X^2 = 6.364$, $dl = 1$, $p = 0.012$).

Les variations individuelles sont en effet importantes pour expliquer la fréquence des comportements agonistes et affiliatifs (Figure 28). Pour tous les individus, la proportion de comportements affiliatifs est plus élevée que celle de comportements agonistes.

Cependant, certains individus présentent une plus grande proportion de comportements agonistes : les individus tels que *bb* et *g* du groupe 4 et *n* du groupe 2 présentent une proportion un peu plus élevée de comportements agonistes par rapport aux autres individus. On peut remarquer que dans le groupe 1, les comportements agonistes étaient très rares pour tous les individus (*f*, *v* et *j*) durant

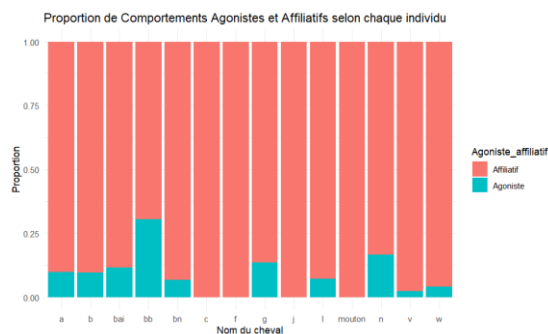


Figure 28. Proportion des comportements agonistes et affiliatifs selon chaque individu sur une période de 20h d'observations par individu. La couleur rose représente les comportements affiliatifs et la couleur bleue représente les comportements agonistes.

individus montrent une plus grande diversité de comportements agonistes ou affiliatifs que d'autres.

Le comportement d'approche semble être dominant pour tous les individus.

Certains chevaux ont cependant une tendance à faire plus d'allogrooming que d'autre : *g* (groupe 4) est le cheval qui a la plus grande proportion de comportement d'allogrooming.

Il semblerait que ce comportement est particulièrement observé dans le groupe 4 avec les individus *bai*, *bb*, *bn*, *g* et dans le groupe 3 avec les individus *b* et *c*.

En ce qui concerne la diversité de comportements agonistes, les individus du groupe 1 (*f*, *v*, *j*) semblent présenter très peu de diversité. En effet, on remarque que le seul comportement agoniste observé dans ce groupe est l'avertissement de morsure que *v* a initié. Les groupes 2 (*n*, *w*, *l*) et 3 (*a*, *b*, *c*) montrent une diversité de comportements agonistes un peu plus élevée avec un maximum de 3 comportements différents initiés par *w* pour le groupe 2 et par *a* dans le groupe 3 et un maximum de 4 comportements agonistes différents pour *b* dans le groupe 3. Les autres individus de ces groupes initiaient peu de comportements agonistes différents : seulement un type de comportement agoniste était initié par *n* (évitement) et par *l* (avertissement morsure) et aucun comportement agoniste n'a été initié par *c*.

Dans le groupe 4, une grande diversité de comportements agonistes est observée, en particulier chez le cheval *bb* avec 5 types de comportements agonistes différents.

nos observations. Dans le groupe 3, on remarque que *c* ne semblait pas initier de comportements agonistes privilégiant les comportements affiliatifs. Dans ce même groupe, on peut remarquer que lorsque les moutons initiaient une interaction avec un des chevaux de ce groupe, l'interaction était affiliative.

La variation individuelle n'influence pas uniquement le type de comportement mais également la variété de ces comportements (Figure 29). En effet certains

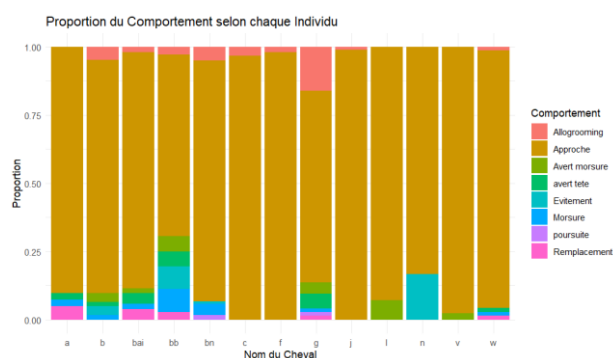


Figure 29. Proportion de chaque comportement selon chaque individu sur une période de 20h d'observations par individu. Chaque couleur représente un comportement différent.

En plus de la variation individuelle, c'est également la date qui peut influencer la proportion de comportements affiliatifs et agonistes (Figure 30). En effet, c'est aux mois de mai et de juin que

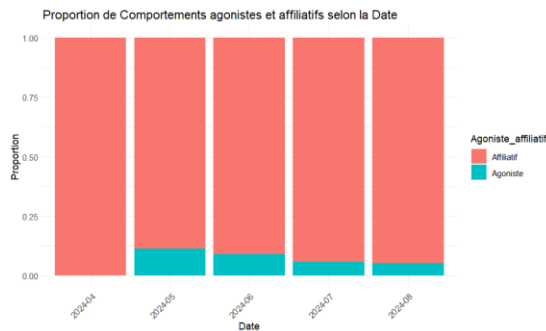


Figure 30. Proportion des comportements agonistes et affiliatifs en fonction de la date sur une période de 80h d'observations. La couleur rose représente les comportements affiliatifs et la couleur bleu représente les comportements agonistes.

nous avons observé la plus grande proportion de comportements agonistes (entre 10 et 12% des comportements). Les mois de juillet et août ont une plus faible proportion de comportements agonistes qui représentent environ 6.5% des comportements observés. Au mois de mai nous n'avons observé aucun comportements agonistes.

Cependant, il semble exister une variation individuelle que nous allons résumer en variation

entre les groupes (Figure 31). Dans le groupe 1, la proportion la plus élevée de comportements agonistes est au mois d'août, cependant cette valeur est négligeable. Dans le groupe 2, peu de comportements agonistes ont été observés mais on observe tout de même une légère variation entre les mois avec près de 12% des comportements qui sont agonistes en mai.

Dans le groupe 3 les comportements agonistes sont également peu fréquents mais une variation est observée entre les différents mois : en mai, plus de 12% des comportements sont agonistes, en juin seulement 6% et encore une plus petite proportion en août.

Par ailleurs, dans le groupe 4, les comportements agonistes sont beaucoup plus fréquents que dans les autres groupes

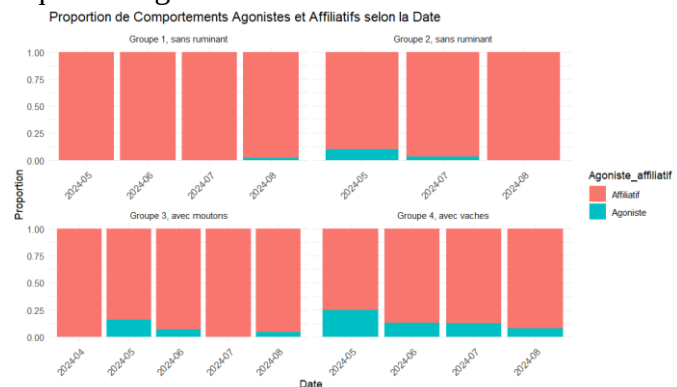


Figure 31. Proportion des comportements agonistes et affiliatifs en fonction de la date sur une période de 20h d'observations par groupe. La couleur rose représente les comportements affiliatifs et la couleur bleu représente les comportements agonistes

et varient également légèrement avec le temps : en mai, c'est près de 25% des comportements totaux qui sont agonistes et environ 12% en juin et en juillet.

Le mois de mai semble donc montrer des pics en termes de proportion de comportements agonistes dans la majorité des groupes à l'exception du groupe 1.

La diversité de comportements agonistes est également plus élevée en mai dans la plupart des groupes à l'exception du groupe 1 qui présente une très faible diversité peu importe la date (Figure 32). Dans le groupe 2, une variété plus grande de comportements est observée en mai. Dans le groupe 3, on observe une plus grande variété de comportements agonistes en mai et une diminution

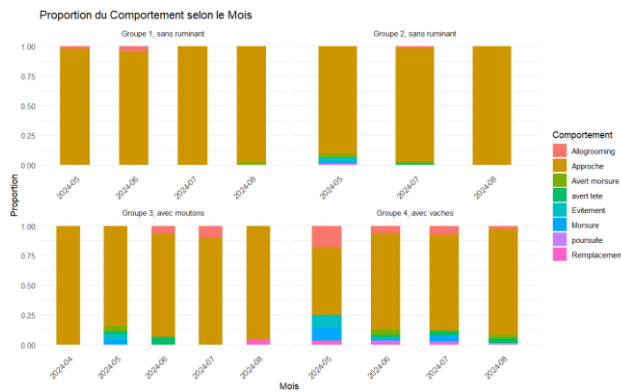


Figure 32. Proportion de chaque comportement selon la date, sur une période de 20h d'observations par groupe. Chaque couleur représente un comportement différent.

d'allogrooming semble également varier selon le mois, selon chaque groupe.

de cette variété entre juin et août. Enfin, la proportion de diversité des comportements agonistes ne semble pas changer selon le mois mais le type de comportement et la proportion de chaque type de comportement changent : en mai on observe une proportion plus élevée de morsure et d'évitement alors que de juin à août ce sont les avertissements de morsures qui dominent les comportements de type agonistes.

La proportion de comportements

Afin de déterminer l'importance de la variation individuelle, nous avons également voulu analyser quantitativement quels individus initiaient envers quels individus les interactions sociales (Figure 33). Cela nous permettra de déterminer s'il existe des préférences entre les chevaux.

Dans le groupe 1, l'individu *j* interagissait énormément avec *f* tandis que *f* interagissait de manière plus modérée avec *j*. *j* interagissait également de manière récurrente avec *v*. *f* a un nombre d'interactions plus élevé avec *v* qu'avec *j* mais la différence entre ces nombres n'est pas significativement grande. Enfin, *v* interagissait avec une récurrence

similaire avec *j* et *f*. Dans ce groupe, les chevaux interagissaient donc tous de manière plus ou moins récurrente entre eux.

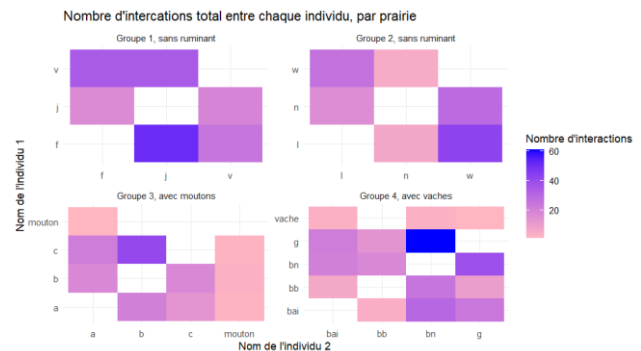


Figure 33. Occurrence des interactions entre chaque individu de chaque groupe, sur une période de 20h d'observations par groupe. Le gradient de couleurs indique le nombre d'interactions total, du rose (faible nombre d'interactions) au bleu foncé (grand nombre d'interactions) entre les individus. « Nom de l'individu 2 » représente les individus qui réalisent le comportement et « Nom de l'individu 1 » représente les individus qui reçoivent le comportement

Dans le groupe 2, la tendance est différente. En effet, certains individus interagissaient nettement moins que d'autres. Alors que *l* avait avec un nombre d'interaction similaire avec *n* et *w* (entre 20 et 30 interactions au total), *n* interagissait assez peu autant avec *l* qu'avec *w* en ayant moins de 20 interactions au total avec chacun de ces individus.

Dans le groupe 3, la distribution des interactions est plus équilibrée et le nombre d'interactions entre les chevaux est relativement faible à modéré. Dans ce groupe, il existe aussi des interactions avec les moutons, bien que celles-ci semblent rares. Alors que les moutons ont initié au moins une interaction envers chacun des 3 équidés, *a* est le seul individu à avoir initié au moins une interaction envers au moins un mouton.

Enfin, dans le groupe 4, la répartition est moins équilibrée que dans les autres groupes. En effet, alors que *bn* a interagi environ 60 fois avec *g* et un peu moins de 40 fois avec *bai* et *bb*, les individus *bai* et *bb* ont initié moins de 35 fois les interactions avec *g* et *bn* et moins de 20 fois entre eux. De plus, *bai*, *bn* et *g* ont initié au moins une fois une interaction avec au moins une vache. Les vaches n'ont jamais initié une interaction envers l'un des équidés du groupe durant nos observations. On remarque que *bb* n'interagissait jamais avec les vaches et que ses interactions avec les autres chevaux sont faibles si on se réfère au graphique. Cependant *bb* n'était plus dans la prairie à partir du 11 juillet. En analysant la figure 34 et en se focalisant sur les interactions du groupe 4 qui ont été relevées uniquement avant le 11 juillet, on peut remarquer que *bb* à un nombre d'interactions plus modéré, par rapport à l'échelle de cette figure, avec *g* et *bn* que ce que montrait la figure 33.

On remarque également que les individus n'ont initié des interactions envers les vaches qu'après le 11 juillet.

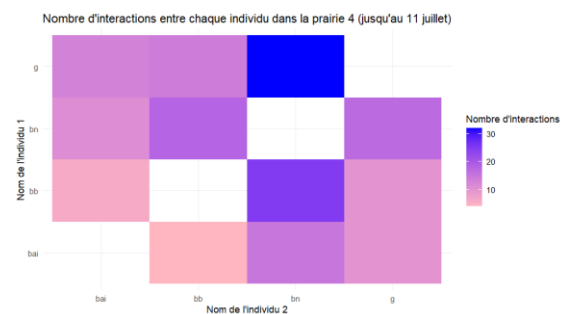


Figure 34. Occurrence des interactions entre chaque individu du groupe 4, sur les observations réalisées jusqu'au 11 juillet. Le gradient de couleurs indique le nombre d'interactions totales, du rose (faible nombre d'interactions) au bleu foncé (grand nombre d'interactions) entre les individus. « Nom de l'individu 2 » représente les individus qui réalisent le comportement et « Nom de l'individu 1 » représente les individus qui reçoivent le comportement

Discussion

Les équidés sont des animaux grégaires qui interagissent de manière régulière avec leurs congénères¹⁵. Leurs comportements peuvent varier selon de nombreux facteurs : notre étude a en effet pu montrer que de nombreux facteurs environnementaux sont une des causes de la variance observée dans ces comportements. Ces facteurs n'influencent cependant pas chaque comportement de la même manière, qu'ils soient sociaux ou socialement neutres. En effet, alors que nos observations nous ont permis de déterminer que les comportements sociaux sont influencés par le temps et par la variabilité individuelle, les comportements socialement neutres sont influencés non seulement par le temps mais également par le moment de la journée, la température et les conditions météorologiques. Cela montre que différents comportements peuvent être influencés par différentes variables.

Cela est également observé lorsqu'on analyse la localisation des équidés dans les prairies monospécifiques et multispécifiques ainsi que la distance entre les individus. Le fait de choisir une localisation est un comportement qui peut être social car un cheval approchant un autre individu va réduire sa distance et changer sa localisation au sein de la prairie. Cependant, ces variables sont également influencées par des facteurs différents. Alors que la localisation spécifique des chevaux est influencée par la localisation des ruminants (dans les prairies multispécifiques), la date, le moment de la journée et les conditions météorologiques, la distance entre les individus est plutôt influencée par la date, la température, les conditions météorologiques ainsi que la variabilité individuelle.

Toutes ces observations soulignent l'importance des ajustements comportementaux des chevaux face aux variations environnementales. De nombreuses études confirment ces ajustements comportementaux. En effet, G. H. M. Jørgensen et al. (2016) ont démontré que les chevaux ajustaient leurs comportements en fonction des conditions climatiques⁵⁸, choisissant d'utiliser davantage d'abris en conditions plus froides par exemple. L'étude de Rubenstein, D. (1981) a démontré que durant les heures de midi, les chevaux passaient moins de temps à pâturer. Enfin diverses autres études ont démontré que les chevaux peuvent adapter divers comportement selon les saisons^{50,56}.

1. Comportements socialement neutres

Il a été démontré que, lors de nos observations, les comportements socialement neutres ont été influencés significativement par quatre variables environnementales (date, heure, température et conditions météorologiques). Cependant, le recours au test de Kruskal-Wallis, bien que nécessaire en raison de la nature des données, peut limiter l'interprétation des interactions entre les variables. Malgré cette limite d'interprétation des interactions, des tendances ont tout de même pu être dégagées. Effectivement, entre avril et août, la durée de pâturage avait tendance à diminuer tandis que le repos debout avait tendance à augmenter lorsque la moyenne des groupes était étudiée (Figure 3). Cependant, bien que le groupe soit une variable non significative pour expliquer cette variance dans la durée des comportements neutres, il semblerait qu'il existe une différence de réponse selon les groupes dans la durée des comportements neutres en fonction de la date (Figure 4). On ne peut donc pas dire que ces résultats sont plus que l'effet du hasard dans l'échantillon limité que nous avons étudié ; il est ainsi possible que la différence de réponse selon les groupes soit significative avec un échantillon plus large. Cela pourrait également révéler qu'il existe une interaction significative que nous n'avons pas pu étudier à cause du modèle statistique choisi ou que d'autres facteurs non mesurés pourraient moduler ces résultats. Cela est également vrai lorsque l'on analyse la variance de notre facteur réponse dans chaque groupe en fonction de la température, de la période de la journée et des conditions météorologiques (Figures 6, 8, 10). En effet, certaines études ont remarqué que les chevaux changeaient la durée de pâturage durant la photophase à cause de l'augmentation des températures combiné à l'augmentation de la présence d'insectes volants par exemple ⁵⁰, un facteur que nous n'avons pas étudié. De plus, Elke Hartmann et al. (2015) ont étudié que les chevaux utilisaient souvent les abris en réponse aux insectes volants⁵⁹, ce qui peut également avoir un impact sur la durée de comportement neutre⁶⁰. Il est ainsi probable que ce soit une différence dans certains facteurs environnementaux (tels que la présence d'insectes volant ou d'abris) qui différencie la variation de la durée de comportements neutres dans nos différents groupes.

Avec l'augmentation des températures, la durée de pâturage diminuait, laissant place à une augmentation de la durée de repos debout. Cela pourrait refléter une stratégie d'adaptation afin de minimiser les efforts physiques lors des températures élevées. Cela est effectivement cohérent avec d'autres études telles que l'étude de Bertolucci (2008) qui a analysé que durant l'été les chevaux

déplaçaient la majorité du comportement de pâturage durant la nuit dû aux hautes températures⁵⁰. Cela a également été étudié chez d'autres espèces telles que chez les bovins qui diminuent également leur durée de pâturage avec l'augmentation des températures⁴⁷.

Le comportement des animaux peut également être régulé par un rythme d'activité diurne. En effet, un temps de pâturage plus élevé en matinée et durant l'après-midi, avec une diminution de ce temps sur le temps de midi (Figure 5) est typique des rythmes diurnes. Des résultats similaires ont également été observés par Lee E. Boyd. (1988)⁴⁹ : dans son étude les chevaux allouaient moins de temps au comportement de pâturage aux heures proches de midi. Ce rythme permettrait aux chevaux d'ainsi optimiser leurs activités en fonction des heures les plus favorables de la journée⁴⁸.

La durée de pâturage est également légèrement plus élevée en temps semi-ensoleillé qu'en temps ensoleillé ou nuageux (Figure 9). La durée de repos est quant à elle plus élevée en temps ensoleillé. Cela pourrait refléter une adaptation environnementale aux conditions climatiques. Ces résultats ont également été observés dans l'étude de Stephanie J. Tyler. (1972) qui a analysé, malgré l'influence importante du cycle diurne, que la présence du soleil déterminait souvent le moment où la plupart des poneys de son étude se reposaient⁵².

En plus des facteurs climatiques et circadiens, le rôle des abris artificiels semble également important lorsque les équidés sont au repos (Figure 11). Dans le groupe, où les abris artificiels étaient absents, la durée de repos totale, sur toute la période d'observations, était nettement plus faible que dans les autres groupes. Cela pourrait suggérer que la présence d'abris artificiels peut influencer la durée du repos chez les équidés. En effet, diverses études ont montré que le repos (couché ou debout) était affecté par les abris. Cependant, la taille, la forme et le nombre d'abris ainsi que la fermeture de ces abris (combien de parois sont fermées) peuvent influencer la durée de repos chez les équidés^{60,61}.

Finalement, bien que non significative statistiquement, les groupes multispécifiques (groupes 3 et 4) semblent avoir des variations de durée de comportements de pâturage plus constantes en fonction de la température (Figure 8) et des conditions météorologiques (Figure 10) que les groupes monospécifiques (groupes 1 et 2). Ces résultats non significatifs pourraient être dus à la taille de l'échantillon étudié qui était limitée ; un échantillon plus large pourrait révéler que la différence

entre les groupes n'est pas dus au hasard. Il se pourrait également que ces résultats soient dus à une influence indirecte des ruminants à travers d'autres comportements ou utilisation de l'espace qui pourrait expliquer la variance dans la durée de pâturage en fonction de la température ou des conditions météorologiques.

2. Utilisation de l'espace

Les interactions spatiales dans les prairies monospécifiques et multispécifiques sont complexes. En effet, la localisation spatiale et la distance entre les chevaux, deux indicateurs spatiaux de la position des chevaux, sont influencés par divers facteurs différents. Bien que complexe, l'étude de ces variables spatiales permet de comprendre quels facteurs vont influencer la position des équidés dans les prairies et si les ruminants ont une influence significative. De plus, la distance entre les chevaux et entre les chevaux et les ruminants peut également être un indicateur des interactions intraspécifiques et interspécifiques, ce qui est important à analyser pour comprendre comment évoluent les comportements des chevaux en prairies monospécifiques ou multispécifiques.

Dans toutes les prairies, qu'elles soient mono- ou multispécifiques, les chevaux ont utilisé plus de 80% de l'espace disponible durant nos observations alors que dans les prairies multispécifiques autant les moutons que les vaches utilisaient moins de 50% de cet espace total.

En comparant ces proportions aux zones utilisées par les ruminants et les chevaux des groupes 3 et 4 (Figures 12 et 13), on peut constater que les ruminants semblent se concentrer dans certaines zones spécifiques, et particulièrement en bordure de prairie. Cela pourrait expliquer l'influence qu'a la localisation des ruminants sur la localisation des chevaux : les chevaux pourraient en effet privilégier les zones moins fréquentées par les ruminants. Krzysztof Patkowski et al (2019) ont cependant obtenu des résultats différents : effectivement, dans leur étude, les moutons et les chevaux se mélangeaient après un temps d'adaptation ¹⁴, ce que les deux espèces n'ont pas fait dans notre étude malgré la longue durée de cohabitation.

Il pourrait donc y avoir une forme de compétition pour les ressources qui pousse les ruminants plus en bordure ou les chevaux plus au milieu des prairies et qui limite les interactions entre les deux espèces. Cela pourrait également être dû au fait que les ruminants tentent d'éviter des comportements interspécifiques agonistes en évitant donc les espaces privilégiés par les équidés.

Senft R.L et al. (1983) ont déterminé dans leur étude que les bovins utilisent certaines zones de manière disproportionnée et donc que toutes les zones d'une prairie ne sont pas utilisées de manière équivalente⁶², comme nous l'avons observé dans notre étude. Cependant, l'étude n'indique pas la proportion de la surface d'une prairie monospécifique utilisée par les bovins. Afin de déterminer s'il existe une forme de compétition entre les bovins/ovins et les chevaux de notre étude, il serait donc nécessaire de connaître le pourcentage total de la surface utilisée par les bovins ou les ovins dans des prairies monospécifiques.

Bien que les facteurs externes tels que la date, l'heure ou encore les conditions météorologiques influencent également la localisation des chevaux, la tendance principale qui se dégage suite à chaque facteur sont les pics autour des abris artificiels. Dans les groupes 1 à 3, les pics majeurs autour des zones où se trouvaient des abris artificiels sont en conditions ensoleillées et semi-ensoleillées alors que dans les groupes 4 la répartition de ces conditions est plus homogène (Figure 16). De plus, tous les groupes semblent avoir un comportement différent en fonction de l'heure ou de la date mais lorsque certains pics de localisation étaient observés, cela était également toujours aux localisations où se trouvaient les abris artificiels. Dans le groupe 4, aucun pic particulier n'a été observé en fonction des heures, ce qui indiquerait que les abris artificiels peuvent avoir une influence majeure sur la localisation des équidés (Figures 15 et 17). En comparant l'utilisation des abris par les équidés (Figures 27), on peut effectivement voir que dans les groupes 1 à 3, les chevaux utilisaient régulièrement les abris artificiels durant nos observations. L'absence d'abris artificiels dans le groupe 4 pourrait donc expliquer la répartition plus homogène des chevaux dans cette prairie indépendamment des facteurs environnementaux.

Etant donné l'augmentation d'utilisation des abris artificiels en conditions ensoleillées dans les groupes 1 à 3, cela pourrait démontrer l'importance des zones ombragées artificielles dans un pâturage. Effectivement, il a été démontré que les chevaux préféraient se trouver à l'ombre dans les environnements ensoleillés⁶³ et que les chevaux utilisaient davantage les abris lorsque le nombre d'heures de soleil augmentait⁶⁴.

Le fait que la date ait une influence sur la répartition des chevaux (Figure 15) pourrait indiquer un changement de comportement saisonnier ou mensuel des chevaux. En effet, l'horloge circannuelle a une influence physiologique sur les chevaux⁶⁵, ce qui pourrait expliquer un changement

comportemental chez les individus. Cependant, nos résultats montraient des changements sur de très courtes périodes, qui ne semblent pas concorder avec de possibles changements physiologiques. Cette influence de la date pourrait alors être due à un changement des conditions environnementales. Durant nos observations, nous avons effectivement remarqué qu'à partir du mois de juillet de nombreux insectes volants étaient présents dans chacune de nos prairies : les abris artificiels auraient ainsi pu jouer un rôle de protection contre ceux-ci. Le rôle des abris artificiels contre les insectes volants a été étudié à plusieurs reprises^{59,66,67} ; De fait, les abris offrent une protection contre ces insectes en leur rendant plus difficile la localisation visuelle des chevaux⁵⁹.

Ensuite, l'analyse de la distance entre les chevaux met en évidence que ce sont la température, les conditions météorologiques, la date et les différences individuelles qui influent significativement. Autant avec l'évolution de la date que les augmentations de températures, la distance générale entre les chevaux a tendance à diminuer (Figure 18 et 20). C'est également en conditions ensoleillées que la distance entre les chevaux est la plus faible (Figure 22). Si l'on corrèle ces résultats avec la répartition des chevaux dans la prairie, on remarque que, pour les mêmes facteurs externes, les chevaux semblaient se répartir plus souvent près des abris artificiels. Cette diminution de la distance pourrait donc être dû à l'augmentation de l'utilisation des abris artificiels, obligeant les chevaux, lorsqu'ils les utilisaient, à se rapprocher les uns des autres. De plus, cette dynamique varie selon les groupes : le groupe 4 montre par exemple des distances qui varient moins en fonction des dates, ce qui corrèle à ce que nous avons également observé sur la variabilité des localisations et qui pourrait ainsi être lié à l'absence d'abris artificiels, forçant une utilisation plus uniforme de l'espace.

La diminution de la distance entre les chevaux pourrait aussi être une forme de protection contre l'augmentation de l'abondance des insectes que nous avons pu remarquer lors de nos observations. En effet, si les chevaux utilisent plus régulièrement les abris afin d'éviter les insectes volants^{59,66,67}, cela diminue la distance entre eux étant donné qu'ils se rapprochent tous dans l'abri. De plus, A Górecka et T Jezierski. (2007) ont également remarqué que les chevaux restaient plus proches les uns des autres (en tête à queue) lorsque l'abondance d'insectes volants était plus élevée⁶⁸, ce qui pourrait être un comportement défensif contre ceux-ci.

Cependant, les facteurs environnementaux ne sont pas les seules variables explicatives de la distance entre les chevaux. Effectivement, la variabilité individuelle est également importante pour expliquer la variance observée (Figure 23) : Certains individus maintiennent systématiquement une plus grande distance avec leurs congénères, indiquant des différences de personnalité ou des préférences individuelles. Cela peut également refléter les relations sociales de dominances ou d'affinités ainsi que des comportements d'évitements ou d'approches. En effet, D. S. Mills (1998) nous dit que « *La personnalité d'un individu se reflète dans son comportement à tout moment* »⁶⁹, cela signifie que la variabilité individuelle influence effectivement le comportement des chevaux, y compris la distance entre ceux-ci que ce soit directement ou indirectement.

Dans les prairies multispécifiques, malgré les différentes personnalités de chevaux, tous les individus gardaient, la plupart du temps, une distance très éloignée des ruminants (Figure 24). Cela corrèle avec la répartition des chevaux et ruminants dans les prairies multispécifiques (Figure 12 et 13) et suggérerait que les deux espèces évitent les interactions interspécifiques ou qu'il existe une compétition pour les ressources bien que les chevaux, les vaches et les moutons^{14,33} aient des régimes alimentaires qui se chevauchent peu et que la taille des prairies (1 ha) permettrait une cohabitation sans interactions même si les ruminants utilisaient un plus grand pourcentage de l'espace. Cette répartition semble être confirmée dans le groupe 3 où les moutons n'utilisaient pas les abris privilégiés par les chevaux et inversement (Figure 26). Ce partage des abris pourrait refléter une forme de compétition ou des préférences spécifiques à chaque espèce.

3. Comportements sociaux

La variation individuelle est également un facteur qui explique la variance dans les interactions sociales. Les résultats révèlent ainsi des différences significatives entre les individus, reflétant potentiellement des traits de personnalité ou des préférences sociales. Certains individus présentent effectivement une proportion plus élevée de comportements agonistes que d'autres (Figure 28) et la diversité des comportements varie également selon les individus (Figure 29). De plus, certains individus interagissent de manière plus régulière avec un individu en particulier plutôt qu'un autre (Figure 33), suggérant qu'il existe des préférences au sein des interactions intraspécifiques : de fait, alors que la plupart des interactions ont une distribution relativement équilibrée dans les groupes 1 et 3, dans le groupe 2 certains individus initiaient et recevaient peu d'interactions, tel que n par

rapport aux deux autres individus de ce groupe. Dans le groupe 4 une asymétrie marquée est encore plus présente : en effet, *bn* était l'individu qui initiait le plus régulièrement des interactions envers ces congénères alors que *bai* initiait très peu ces comportements. Cela corrèle cependant avec l'analyse de la distance entre les chevaux (figure 23) : alors que *bn* était un plus grand nombre de fois modérément proche de ses congénères, *bai* se retrouvait souvent plus éloigné d'eux, diminuant ses possibilités d'interactions intraspécifiques. La plupart des interactions étant affiliatives dans tous les groupes, ces interactions plus ou moins fréquentes pourraient être influencées par des facteurs tels que le statut hiérarchique ou les affinités sociales. En effet, Sigurjónsdóttir et al. (2003) ont montré que les comportements sociaux pouvaient être influencés par divers facteurs sociaux tels que le lien entre les chevaux ¹⁷ et Houpt et al (1978) ont montré que les comportements agressifs étaient corrélés avec le rang de dominance⁷⁰. Cela pourrait signifier que dans nos groupes, il n'y avait pas de différence importante dans le rang de dominance entre les différents individus mais que les individus qui montraient une abondance légèrement plus grande de comportements agressifs étaient les individus dominants du groupe.

Cette majorité d'interactions affiliatives dans tous les groupes dévoile la nature sociale des chevaux. En effet, les comportements affiliatifs tels que l'allogrooming et la proximité (et donc le comportement d'approche) renforcent les liens sociaux entre les chevaux^{17,71}. De plus, ces comportements affiliatifs (approche ou allogrooming) sont essentiels pour comprendre le niveau de cohésion dans les groupes de chevaux⁷¹. Alors même que le groupe 4 est le groupe ayant la plus haute fréquence de comportements agonistes, certains individus initiaient plus souvent des comportements affiliatifs que d'autres tels que *bn*, marquant un rôle potentiel de cet individu dans la cohésion de groupe.

Cependant, la différence entre tous les groupes, tels que dans le groupe 4 où les interactions agonistes sont plus fréquentes et diversifiées que dans les autres groupes, suggère que la composition individuelle des groupes influe sur la dynamique sociale de ces groupes.

Dans les groupes multispécifiques, les interactions des individus avec les ruminants (moutons ou vaches) sont très faibles. Cela concorde avec les résultats obtenus dans l'analyse des distances entre les deux espèces (Figure 24) et dans l'analyse des localisations de celles-ci (figure 16). En effet, si les 2 espèces sont la majorité du temps très éloignées les unes des autres, cela diminue les opportunités d'interactions interspécifiques.

L'effet de la présence des ruminants ou non pourrait donc être conditionné par les caractéristiques individuelles des chevaux.

En plus des caractéristiques individuelles, c'est également la date qui semble influencer sur les comportements sociaux des chevaux (Figure 30). Cette variance est cependant fortement différente entre les groupes (Figure 31). Il existe possiblement une interaction entre les variations individuelles et la date qui n'a pas été détectée statistiquement et qui pourrait expliquer cette différence entre les groupes. Par ailleurs, dans presque tous les groupes (groupes 2 à 4), la diversité en comportements agonistes est la plus élevée au mois de mai (Figure 32). Dans ces mêmes groupes, la proportion de comportements agonistes diminue légèrement en juillet et août bien que cette diminution soit faible (Figure 31). Les chevaux du groupe 1 montrent une diversité et une proportion de comportements agonistes tout au long des observations, ce qui diffère des autres groupes (Figures 31 et 32). Ces changements en fonction du temps pourraient ainsi être liés aux changements environnementaux et à la réponse individuelle des chevaux à ces changements environnementaux.

Conclusions

Notre étude visait à déterminer s'il existait un impact de la présence des ruminants sur le comportement d'un groupe de chevaux en milieu pâturé. De manière générale, la présence de ruminants, autant les bovins que les ovins, ne semblait pas avoir d'impact négatif sur les équidés. Un pâturage mixte semble donc concorder avec le bien-être des chevaux. Les résultats ont pu démontrer que ce sont davantage les facteurs environnementaux qui influaient sur les comportements, mais que selon le type de comportement (sociaux, socialement neutres, positionnement au sein de la pâture), ces facteurs différaient. Les résultats montrent ainsi qu'il est essentiel de prendre en compte les facteurs environnementaux dans toutes les études du comportement équin.

La variabilité individuelle est également un facteur important pour expliquer les relations sociales des équidés. L'influence de la variabilité individuelle, en plus des facteurs environnementaux met en évidence la complexité des interactions comportementales interspécifiques et intraspécifiques ainsi que des comportements spatiaux.

Nous avons également découvert un rôle important des abris artificiels sur divers comportements. Les abris naturels étant peu utilisés par les équidés par rapport aux abris artificiels, il serait intéressant de comprendre pourquoi les chevaux utilisaient peu ces abris naturels lors de nos observations malgré leur disponibilité et pourquoi les abris artificiels avaient une telle importance afin d'améliorer la gestion de pâturages.

En raison leur faible pourcentage d'utilisation des prairies par rapport aux chevaux, il semblerait que ce soient les ruminants qui s'adaptent pour minimiser les interactions interspécifiques. Pour confirmer cela, il serait nécessaire d'étudier chaque espèce (bovins et ovins) en prairie monospécifique afin de déterminer quel pourcentage de la surface des prairies ils utilisent et quelles localisations ils privilégient en étant la seule espèce dans la prairie.

Ainsi, les tendances de séparation spatiales entre les espèces ainsi que la configuration des prairies avec des abris artificiels sont des facteurs qui semblent être importants à prendre en compte dans l'optimisation des projets de pâturages mixtes. Il est également important d'analyser les comportements individuels afin de choisir des individus qui s'adaptent mieux aux pâturages mixtes afin d'optimiser la cohabitation et de s'assurer du bien-être de tous les individus.

Perspectives et limitations

Notre étude a été réalisée sur un échantillon limité en taille, qui a pu mettre en évidence l'importance de certains facteurs dans l'étude des interactions comportementales interspécifiques et intraspécifiques, ainsi que dans les comportements spatiaux des équidés.

Cependant, la taille limitée de notre échantillon pourrait avoir masqué l'importance de certains facteurs, notamment les différences entre les groupes. Il serait donc nécessaire de réaliser cette étude à une plus grande échelle. En effet, une étude avec plus de groupes de chevaux en pâturage monospécifiques ainsi que plus de groupes multispécifiques serait nécessaire afin d'analyser si les différences de réponses aux divers facteurs externes observées entre les groupes sont réellement dues au hasard ou non.

De plus, en raison l'importance des facteurs environnementaux, il serait également intéressant de pousser plus loin notre étude et d'étendre la période d'observation sur plusieurs saisons afin de

mieux capturer l'influence des variations environnementales sur les comportements socialement neutres et sociaux ainsi que sur l'utilisation de l'espace par les équidés

Chaque prairie ayant une forme et une configuration différente, une analyse plus approfondie de l'influence que cela peut avoir permettrait également une meilleure gestion des pâturages.

Enfin, afin d'également comprendre l'influence qu'ont les chevaux sur les autres espèces, il serait également intéressant de réaliser l'analyse comportementale inverse, c'est-à-dire étudier l'impact de la présence de chevaux sur les comportements des bovins, des ovins ou encore d'autres ruminants pour s'assurer du bien-être animal de ces ruminants lors des pâturages mixtes.

Dans le futur, il serait ainsi nécessaire de mener cette étude à plus grande échelle, dans des prairies ayant des configurations (forme, taille, nombre d'abris naturels et artificiels) similaires et en analysant également les préférences alimentaires de chaque espèce. Cela permettrait de mieux comprendre comment chaque espèce pourrait être bénéfique à des projets de conservation de terrains tout en s'assurant que cela n'est pas défavorable au bien-être de ces espèces.

Remerciements

Je tiens à remercier mon promoteur, Marc Pierard, pour ses conseils et son aide dans l'accès à certains articles pertinents à la réalisation de ce travail. Je le remercie également pour sa réactivité à répondre à mes nombreuses questions concernant la réalisation de ce mémoire et pour la mise en place de mes observations. Enfin je le remercie pour ses retours pertinents qui m'ont permis d'ajuster certains détails de manière plus précise afin d'avoir un travail le plus rigoureux possible.

Je tiens également à remercier les propriétaires de chaque lieu et propriétaires de chaque individu étudié pour m'avoir permis d'observer leurs animaux durant de nombreuses heures. Je les remercie pour leur bienveillance et leur écoute et compréhension face au projet.

Je remercie Stéphanie Boulenger et Axelle Deckers pour la relecture orthographique de ce travail. Je les remercie également, ainsi que Dimitri Boterberg et Denis Boulenger, pour leur soutien moral et matériel durant la mise en place et la réalisation de ce projet.

Enfin je remercie Marc Pierard, Renate Wesselingh, Hans Van Dyck et Thierry Hance pour avoir accepté d'être les membres du jury de ce mémoire.

Références

1. Jung, M.-M., Hagiwara, A. & Hirayama, K. Interspecific interactions in the marine rotifer microcosm. *Hydrobiologia* **358**, 121–126 (1997).
2. Alatorre-Rosas, R. & Kaya, H. K. Interspecific competition between entomopathogenic nematodes in the genera *Heterorhabditis* and *Steinernema* for an insect host in sand. *J. Invertebr. Pathol.* **55**, 179–188 (1990).
3. Curé, C. *et al.* Pilot Whales Attracted to Killer Whale Sounds: Acoustically-Mediated Interspecific Interactions in Cetaceans. *PLOS ONE* **7**, e52201 (2012).
4. Ferry, N., Dray, S., Fritz, H. & Valeix, M. Interspecific interference competition at the resource patch scale: do large herbivores spatially avoid elephants while accessing water? *J. Anim. Ecol.* (2016) doi:10.1111/1365-2656.12582.
5. Schanz, L., Hintze, S., Hübner, S., Barth, K. & Winckler, C. Single- and multi-species groups: A descriptive study of cattle and broiler behaviour on pasture. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **257**, 105779 (2022).
6. Cuchillo Hilario, M., Wrage-Mönnig, N. & Isselstein, J. Behavioral patterns of (co-)grazing cattle and sheep on swards differing in plant diversity. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **191**, 17–23 (2017).
7. Díaz Falú, E. M. *et al.* Daily feeding site selection of cattle and sheep co-grazing a heterogeneous subtropical grassland. *Livest. Sci.* **161**, 147–157 (2014).
8. Menard, C., Duncan, P., Fleurance, G., Georges, J.-Y. & Lila, M. Comparative foraging and nutrition of horses and cattle in European wetlands. *J. Appl. Ecol.* **39**, 120–133 (2002).
9. Lovreglio, R., Meddour-Sahar, O. & Leone, V. Goat grazing as a wildfire prevention tool: a basic review. *IForest - Biogeosciences For.* **7**, 260 (2014).
10. EVANS, D. M. *et al.* To graze or not to graze? Sheep, voles, forestry and nature conservation in the British uplands. *J. Appl. Ecol.* (2006) doi:10.1111/j.1365-2664.2006.01158.x.
11. Nader, G., Henkin, Z., Smith, E., Ingram, R. & Narvaez, N. Planned Herbivory in the Management of Wildfire Fuels. (2007).
12. Finck, P., Riecken, U. & Schröder, E. Pasture Landscapes and Nature Conservation — New strategies for the preservation of open landscapes in Europe. in *Pasture Landscapes and Nature Conservation* (eds. Redecker, B., Härdtle, W., Finck, P., Riecken, U. & Schröder, E.) 1–13 (Springer, Berlin, Heidelberg, 2002). doi:10.1007/978-3-642-55953-2_1.

13. den Herder, M. & Amaral Paulo, J. Des moutons en tant que gestionnaires forestiers - Gestion des jeunes peuplements forestiers grâce au pâturage ovin. *EURAF* https://euraf.isa.utl.pt/fr/afinet/materials/technical-articles/des_moutons_en_tant_que_gestionnaires_forestiers (2019).
14. Patkowski, K., Pluta, M., Lipiec, A., Greguła-Kania, M. & Gruszecki, T. M. Foraging Behavior Patterns of Sheep and Horses Under a Mixed Species Grazing System. *J. Appl. Anim. Welf. Sci. JAAWS* **22**, 357–363 (2019).
15. Pierard, M., McGreevy, P. & Geers, R. Effect of density and relative aggressiveness on agonistic and affiliative interactions in a newly formed group of horses. *J. Vet. Behav.* **29**, 61–69 (2019).
16. Seyfarth, R. M. & Cheney, D. L. The Evolutionary Origins of Friendship. *Annu. Rev. Psychol.* **63**, 153–177 (2012).
17. Sigurjónsdóttir, H., Snorrason, S., Dierendonck, M. van & Thórhallsdóttir, A. Social relationships in a group of horses without a mature stallion. *Behaviour* **140**, 783–804 (2003).
18. Giles, S. L., Nicol, C. J., Harris, P. A. & Rands, S. A. Dominance rank is associated with body condition in outdoor-living domestic horses (*Equus caballus*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* **166**, 71–79 (2015).
19. Fureix, C., Bourjade, M., Henry, S., Sankey, C. & Hausberger, M. Exploring aggression regulation in managed groups of horses *Equus caballus*. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **138**, 216–228 (2012).
20. Houpt, K. A. & Keiper, R. The Position of the Stallion in the Equine Dominance Hierarchy of Feral and Domestic Ponies. *J. Anim. Sci.* **54**, 945–950 (1982).
21. Feh, C. & de Mazières, J. Grooming at a preferred site reduces heart rate in horses. *Anim. Behav.* **46**, 1191–1194 (1993).
22. Mal, M. E., Friend, T. H., Lay, D. C., Vogelsang, S. G. & Jenkins, O. C. Physiological responses of mares to short term confinement and social isolation. *J. Equine Vet. Sci.* **11**, 96–102 (1991).
23. Strand, S. C. *et al.* Behavior and physiologic responses of mares to short-term isolation. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **78**, 145–157 (2002).
24. Wiśniewska, A. *et al.* Minimizing the Effects of Social Isolation of Horses by Contact with Animals of a Different Species: The Domestic Goat as an Example. *Animals* **12**, 2271 (2022).

25. Sigurjónsdóttir, H. & Haraldsson, H. Significance of Group Composition for the Welfare of Pastured Horses. *Anim. Open Access J. MDPI* **9**, 14 (2019).
26. Flauger, B. & Krueger, K. Aggression level and enclosure size in horses (*Equus caballus*). *Pferdeheilkunde Equine Med.* 495–504 (2013).
27. Pluta, M., Patkowski, K., Gasińska, B. & Bryczek, E. Behavior and interactions in and between herds of Polish Konik horse and Uhruska sheep during mixed-species grazing practice. *J. Anim. Sci. Biol. Bioeconomy* **31**, 49–58 (2013).
28. Yildirim, F., Yildiz, A., Cengiz, M. M., Temel, M. & Küreksiz, A. The effect of being housed with a goat on abnormal behavior in horses. *Arch. Anim. Breed.* **66**, 9–16 (2023).
29. Veasey, J. & Hammer, G. Managing captive mammals in mixed-species communities. in *Kleiman, D.G., Thompson, K.V., Kirk Bear, C. (Eds.), Wild Mammals in Captivity: Principles and Techniques for Zoo Management*, 151–161 (University of Chicago Press, 2010).
30. Daoudi, S., Badihi, G. & Buchanan-Smith, H. Is Mixed-Species Living Cognitively Enriching? Enclosure Use and Welfare in Two Captive Groups of Tufted Capuchins (*Sapajus apella*) and Squirrel Monkeys (*Saimiri sciureus*). *Anim. Behav. Cogn.* **4**, 72–90 (2019).
31. Leonardi, R., Buchanan-Smith, H. M., Dufour, V., MacDonald, C. & Whiten, A. Living together: behavior and welfare in single and mixed species groups of capuchin (*Cebus apella*) and squirrel monkeys (*Saimiri sciureus*). *Am. J. Primatol.* **72**, 33–47 (2010).
32. Jørgensen, G. H. M., Borsheim, L., Mejdell, C. M., Søndergaard, E. & Bøe, K. E. Grouping horses according to gender—Effects on aggression, spacing and injuries. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **120**, 94–99 (2009).
33. Fleurance, G., Sallé, G., Lansade, L., Wimmel, L. & Dumont, B. Comparing the effects of horse grazing alone or with cattle on horse parasitism and vegetation use in a mesophile pasture. *Grass Forage Sci.* **77**, 175–188 (2022).
34. Mandaluniz, N., Aldezabal, A. & Oregui, L. M. Diet selection of beef cattle on Atlantic grassland-heathland mosaic: Are heathers more preferred than expected? *Livest. Sci.* **138**, 49–55 (2011).
35. Edouard, N., Duncan, P., Dumont, B., Baumont, R. & Fleurance, G. Foraging in a heterogeneous environment—An experimental study of the trade-off between intake rate and diet quality. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **126**, 27–36 (2010).

36. Tóth, E. *et al.* Livestock Type is More Crucial Than Grazing Intensity: Traditional Cattle and Sheep Grazing in Short-Grass Steppes. *Land Degrad. Dev.* **29**, 231–239 (2016).
37. Loucugaray, G., Bonis, A. & Bouzillé, J.-B. Effects of grazing by horses and/or cattle on the diversity of coastal grasslands in western France. *Biol. Conserv.* **116**, 59–71 (2004).
38. Kondo, S., Sekine, J., Okubo, M. & Asahida, Y. The effect of group size and space allowance on the agonistic and spacing behavior of cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **24**, 127–135 (1989).
39. Weng, R. C., Edwards, S. A. & English, P. R. Behaviour, social interactions and lesion scores of group-housed sows in relation to floor space allowance. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **59**, 307–316 (1998).
40. Cassinello, J. & Pieters, I. Multi-male captive groups of endangered dama gazelle: Social rank, aggression, and enclosure effects. *Zoo Biol.* **19**, 121–129 (2000).
41. Li, C., Jiang, Z., Tang, S. & Zeng, Y. Influence of enclosure size and animal density on fecal cortisol concentration and aggression in Père David's deer stags. *Gen. Comp. Endocrinol.* **151**, 202–209 (2007).
42. Menke, C., Waiblinger, S., Fölsch, D. W. & Wiepkema, P. R. Social Behaviour and Injuries of Horned Cows in Loose Housing Systems. *Anim. Welf.* **8**, 243–258 (1999).
43. Hogan, E. S., Houpt, K. A. & Sweeney, K. The effect of enclosure size on social interactions and daily activity patterns of the captive Asiatic wild horse (*Equus przewalskii*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* **21**, 147–168 (1988).
44. Majecka, K. & Klawe, A. Influence of Paddock Size on Social Relationships in Domestic Horses. *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* **21**, 8–16 (2018).
45. Hampson, B. A., De LAAT, M. A., Mills, P. C. & Pollitt, C. C. Distances travelled by feral horses in 'outback' Australia. *Equine Vet. J.* **42**, 582–586 (2010).
46. Bowker, R. M. *et al.* Twenty-Four Hour Movement Patterns of Domestic Horses on Pasture and in Stalls as Assessed by a Step Activity Monitor. (2020).
47. Leliveld, L. M. C. *et al.* Dairy Cow Behavior Is Affected by Period, Time of Day and Housing. *Animals* **12**, 512 (2022).
48. Güldür, T. & Otlu, H. G. Circadian rhythm in mammals: time to eat & time to sleep. *Biol. Rhythm Res.* **48**, 243–261 (2017).
49. Boyd, L. E., Carbonaro, D. A. & Houpt, K. A. The 24-hour time budget of Przewalski horses. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **21**, 5–17 (1988).

50. Bertolucci, C., Giannetto, C., Fazio, F. & Piccione, G. Seasonal variations in daily rhythms of activity in athletic horses. *Animal* **2**, 1055–1060 (2008).
51. Piccione, G., Giannetto, C., Casella, S. & Caola, G. Circadian Activity Rhythm in Sheep and Goats Housed in Stable Conditions. *Folia Biol. (Praha)* **56**, 133–137 (2008).
52. Tyler, S. J. The Behaviour and Social Organization of the New Forest Ponies. *Anim. Behav. Monogr.* **5**, 87–196 (1972).
53. Crowell-Davis, S. L., Houpt, K. A. & Carnevale, J. Feeding and drinking behavior of mares and foals with free access to pasture and water. *J. Anim. Sci.* **60**, 883–889 (1985).
54. Chemineau, P., Malpaux, B., Brillard, J. P. & Fostier, A. Seasonality of reproduction and production in farm fishes, birds and mammals. *Anim. Int. J. Anim. Biosci.* **1**, 419–432 (2007).
55. Herbut, P. *et al.* The effects of heat stress on the behaviour of dairy cows – a review. *Ann. Anim. Sci.* **21**, 385–402 (2021).
56. Rubenstein, D. I. Behavioural ecology of island feral horses. *Equine Vet. J.* **13**, 27–34 (1981).
57. Arnold, W., Ruf, T. & Kuntz, R. Seasonal adjustment of energy budget in a large wild mammal, the Przewalski horse (*Equus ferus przewalskii*) II. Energy expenditure. *J. Exp. Biol.* **209**, 4566–4573 (2006).
58. Jørgensen, G. H. M., Aanensen, L., Mejdell, C. M. & Bøe, K. E. Preference for shelter and additional heat in horses exposed to Nordic winter conditions. *Equine Vet. J.* **48**, 720–726 (2016).
59. Hartmann, E., Hopkins, R. J., von Brömssen, C. & Dahlborn, K. 24-h sheltering behaviour of individually kept horses during Swedish summer weather. *Acta Vet. Scand.* **57**, 45 (2015).
60. Kjellberg, L., Sassner, H. & Yngvesson, J. Horses' resting behaviour in shelters of varying size compared with single boxes. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **254**, 105715 (2022).
61. Raabymagle, P. & Ladewig, J. Lying behavior in horses in relation to box size. *J. Equine Vet. Sci.* **26**, 11–17 (2006).
62. Senft, R. L., Rittenhouse, L. R. & Woodmansee, R. G. The Use of Regression Models to Predict Spatial Patterns of Cattle Behavior. *Soc. Range Manag.* **36**, 553–557 (1983).
63. Holcomb, K. E., Tucker, C. B. & Stull, C. L. Preference of domestic horses for shade in a hot, sunny environment¹. *J. Anim. Sci.* **92**, 1708–1717 (2014).

64. Christensen, J. W., Andersen, A. G., Skovbo, K. N. & Skovgård, H. Shelter use by horses during summer in relation to weather conditions and horsefly (Tabanidae) prevalence. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **253**, 105676 (2022).
65. Murphy, B. A. Circadian and Circannual Regulation in the Horse: Internal Timing in an Elite Athlete. *J. Equine Vet. Sci.* **76**, 14–24 (2019).
66. Hartmann, E. *et al.* Daytime shelter use of individually kept horses during Swedish summer¹. *J. Anim. Sci.* **93**, 802–810 (2015).
67. Christensen, J. W. *et al.* Insect-repelling behaviour in horses in relation to insect prevalence and access to shelters. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **247**, 105560 (2022).
68. Górecka, A. & Jezierski, T. Protective behaviour of Konik horses in response to insect harassment. *Camb. Univ. Press* **16**, (2007).
69. Mills, D. S. Personality and individual differences in the horse, their significance, use and measurement. *Equine Vet. J.* **30**, 10–13 (1998).
70. Houpt, K. A., Law, K. & Martinisi, V. Dominance hierarchies in domestic horses. *Appl. Anim. Ethol.* **4**, 273–283 (1978).
71. Mendonça, R. S. *et al.* Social determinants of affiliation and cohesion in a population of feral horses. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **245**, 105496 (2021).

Annexes

1) Répartition des facteurs externes

Bien que nous ayons étudié 4 prairies, durant 20h chacune, pendant une période similaire, la répartition des facteurs externes peut varier et donc influencer nos résultats. C'est pourquoi dans toutes les analyses réalisées, tous les facteurs externes ont été pris en compte lorsque ceux-ci avaient une influence significative sur notre facteur réponse.

Bien qu'ils aient été pris en compte, il est tout de même intéressant de s'attarder sur la répartition de ces facteurs dans chaque groupe :

Les conditions météorologiques durant nos observations ne sont en effet pas réparties avec la même fréquence entre tous les groupes (Figure Annexe 1)

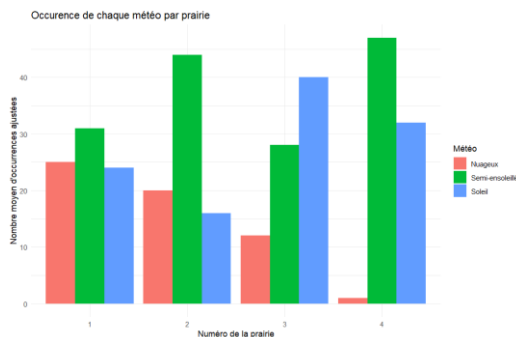


Figure Annexe 1. Répartition de chaque condition météorologique relevées au cours des observations, répartie par groupe.

Les couleurs rouges, vertes et bleues représentent respectivement des conditions nuageuses, semi-ensoleillées et ensoleillées.

Alors que pour les groupes 1, 2 et 4, il y a une dominance du nombre moyen d'observations sous conditions semi-ensoleillées, pour le groupe 3, ce sont les conditions ensoleillées qui dominent.

Cependant, même avec une dominance des conditions semi-ensoleillées, le pourcentage d'occurrence n'est pas le même entre tous les groupes. Alors que dans le groupe 1, il y a eu un nombre moyen d'observations similaires en temps nuageux et ensoleillé, et un nombre d'observations en temps semi-ensoleillé un peu plus élevé, pour le groupe 2, c'est la condition semi-

ensoleillée qui domine fortement tandis que les observations sous un temps ensoleillé sont un peu plus faibles, suivi du temps nuageux.

Pour le groupe 3, ce sont les observations sous conditions ensoleillées qui dominent, suivi de semi-ensoleillé et ensuite de nuageux et pour le groupe 4, il y a une forte occurrence du temps semi-ensoleillé, suivi de temps ensoleillé. Très peu d'observations sous météo nuageuse ont été faites dans ce dernier groupe.

En ce qui concerne la répartition des températures, on voit également que les observations n'ont pas été faites sous des températures uniformes entre tous les groupes (Figure Annexe 2).

Pour le groupe 1, il y a une plus grande fréquence des températures de 18°C, 21°C et 28°C. Dans l'ensemble les températures sont assez variées avec comme température la plus basse 14°C et la plus haute 28°C.

Pour le groupe 2, les températures moyennes semblent plus basses que pour la prairie 1 mais restent très variées. On a des fréquences plus élevées pour les températures de 13°C, 16°C, et

18°C. Pour le groupe 3, on a un pic très élevé de 18°C, mais les observations ont tout de même été faites sous une plage de T° variée allant de 7°C à 26°C

Pour le groupe 4, la plage de T° est aussi variée, avec des températures allant de 15°C à 26°C. Les températures moyennes les plus basses sont donc un peu plus élevées que pour les autres prairies.

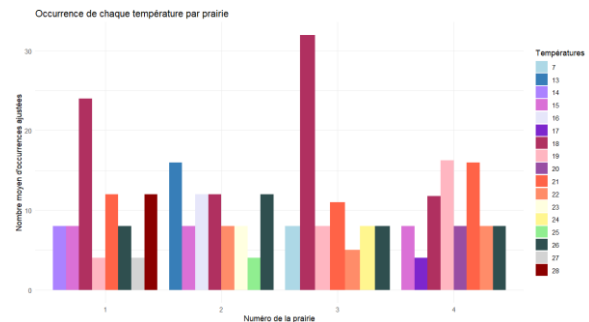


Figure Annexe 2. Répartition de chaque température relevée au cours de nos observations, répartie par groupe. Les couleurs représentent respectivement chaque température individuelle.

Enfin, les heures et périodes d'observations ont également un rôle important dans l'analyse de nos données (Figure Annexe 3).

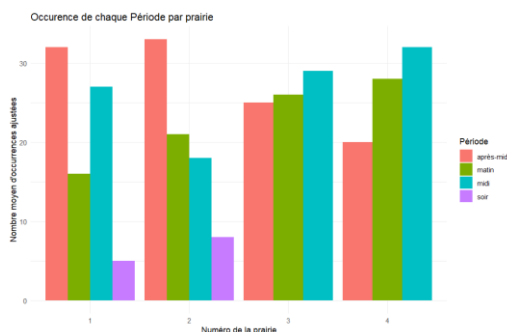


Figure Annexe 3. Répartition de chaque période de la journée relevées au cours de nos observations, répartie par groupe.

Les couleurs rouges, vert, bleu et violet représentent respectivement l'après-midi, la matinée, le temps de midi et le soir.

Dans chaque prairie, de nombreuses observations ont été faites durant la période de midi et de l'après-midi. Le matin est très représenté dans les groupes 2, 3 et 4 également. Très peu d'observations ont été faites le soir dans chacune des prairies.

Si l'on regarde de manière plus détaillée les tranches horaires durant lesquels les observations ont été faites, (Figure Annexe 4), on remarque que les différentes tranches horaires sont représentées de manière relativement égale à travers les prairies. Certaines

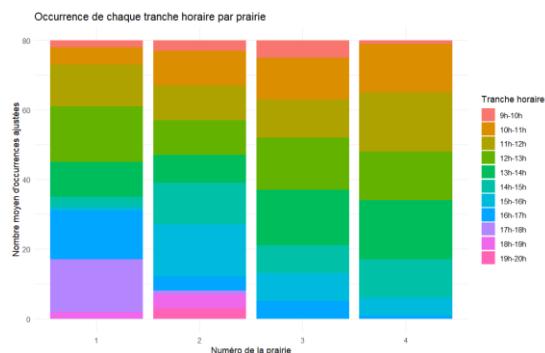


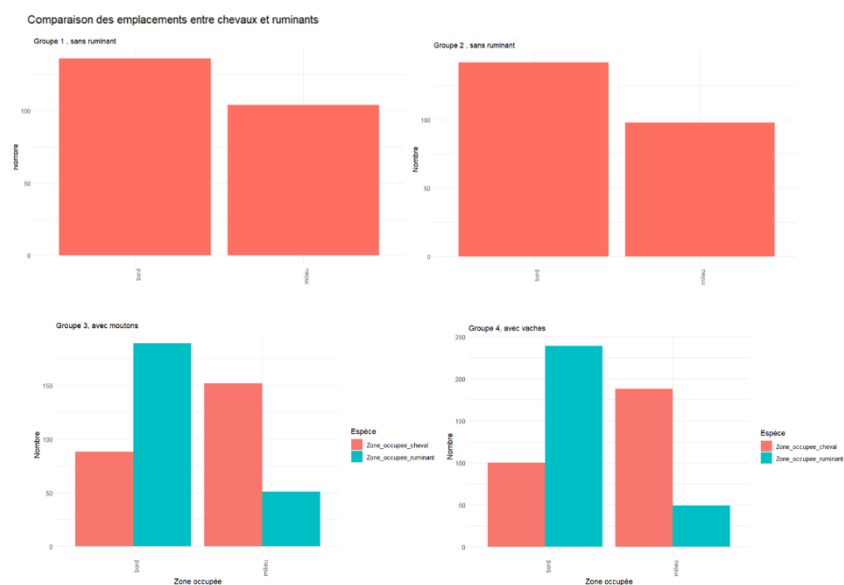
Figure Annexe 4. Répartition de tranches d'heure durant lesquelles nos observations ont été réalisées, répartie par groupe.

prairies montrent cependant une légère surreprésentation de certaines tranches horaires par rapport aux autres groupes comme 11h-12h pour le groupe 4 ou encore 16h-18h pour le groupe 1.

2) Utilisation de l'espace

1. Répartition des emplacements

Lorsque l'on analyse la répartition des emplacements (bordure ou milieu de prairies) utilisées par les chevaux, on remarque que dans les groupes 1 et 2, il y a un ratio d'environ 150 :100 (Figure Annexe 5). Ce ratio représente le nombre de fois qu'une zone de la prairie a été utilisée par les



chevaux. Dans les groupes 3 et 4, la tendance est inverse pour les chevaux : on a un ratio qui se rapproche plutôt du 100 : 150 (bord : milieu) (Figures Annexe 5).

Figure Annexe 5. Comparaison de la répartition des emplacements (bord ou milieu de prairie) utilisés par les chevaux et les ruminants (lorsque ceux-ci étaient présents) dans chaque groupe, sur une période de 20h d'observations par groupe.

2. Effet de la date sur la localisation des chevaux

La date est un facteur externe qui peut expliquer la variance observée dans la localisation des chevaux (Figure Annexe 6). Certaines localisations semblent être privilégiées peu importe la date telles que le bord nord ou le milieu sud-ouest.

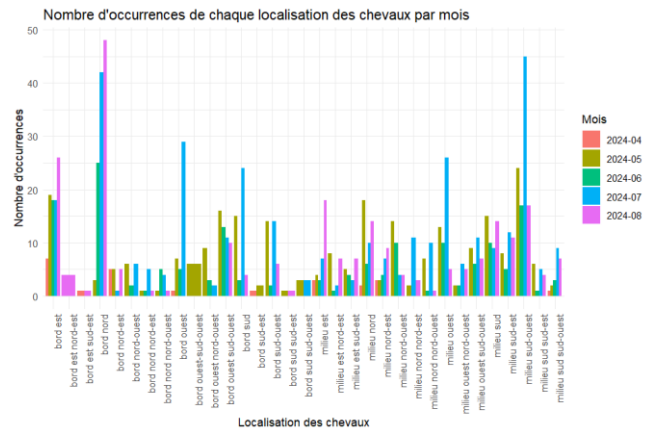


Figure Annexe 6. Répartition de chaque zone utilisée par les chevaux selon le mois d'observation, sur une période totale de 80h d'observations. Chaque couleur représente un mois différent.

3. Effet des conditions météorologiques sur la localisation des chevaux

Les conditions météorologiques sont un facteur externe qui peut expliquer la variance observée dans la localisation des chevaux (Figure Annexe 7). Certaines localisations, telles que le milieu sud-ouest et bord nord, sont fréquemment utilisées, durant nos observations, en conditions semi-ensoleillées et ensoleillées. En conditions ensoleillées, on peut également noter le bord Est qui est fréquemment utilisé. En conditions nuageuses, nous avons observé une répartition plus homogène de chaque localisation.

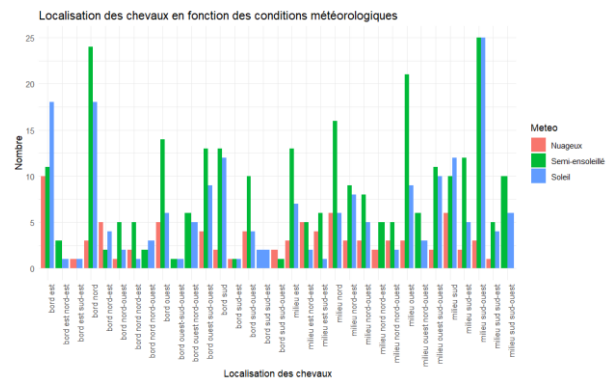


Figure Annexe 7. Répartition de chaque zone utilisée par les chevaux selon les conditions météorologiques, sur une période totale de 80h d'observations. Chaque couleur représente une condition différente.

4. Effet des conditions météorologiques sur la distance entre les chevaux

La figure annexe 8 détaille l'effet des conditions météorologiques sur la distance (en longueur de cheval)

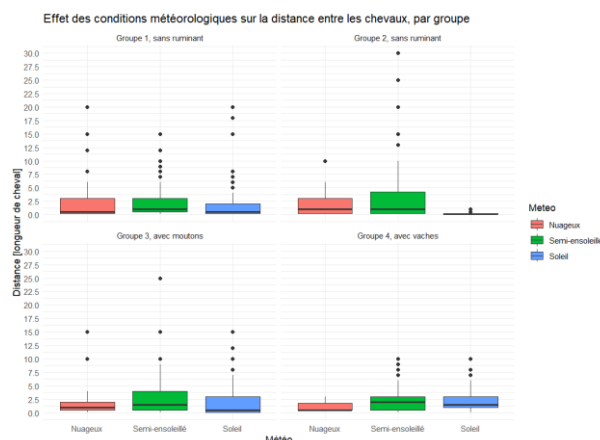


Figure Annexe 8. Boxplots représentant l'effet des conditions météorologiques sur la distance (en longueur de cheval) en fonction de chaque groupe. La couleur rose représente les conditions nuageuses, la couleur verte représente les conditions semi-enseleillées et la couleur bleue représente les conditions enseleillées.

en fonction de chaque groupe. Dans les groupes 1 et 2 en conditions enseleillées, les chevaux sont plus proches l'un de l'autre qu'en conditions nuageuses et semi-enseleillé.

Dans les groupes 3 et 4, on observe une légère augmentation de la distance en conditions semi-enseleillées. Dans le groupe 4, contrairement aux autres groupes, en conditions enseleillées la distance entre les chevaux semblait être plus élevée qu'en conditions nuageuses, durant nos observations.

5. Effet individuel

Il existe un effet aléatoire qui peut également expliquer la variance dans la distance entre les chevaux. En effet, chaque individu représente un effet aléatoire, c'est-à-dire qu'il existe un effet individuel qui fait varier les comportements de distance entre les chevaux. Certains chevaux ont plutôt un effet positif et tendent à augmenter la distance entre eux et les autres individus tandis que d'autres ont un effet négatif et tendent à diminuer la distance entre eux et les autres individus. La figure annexe 9 démontre, par exemple, que les chevaux *w* et *l* du groupe 2 ont plutôt un effet négatif alors que *n*, à un effet positif.

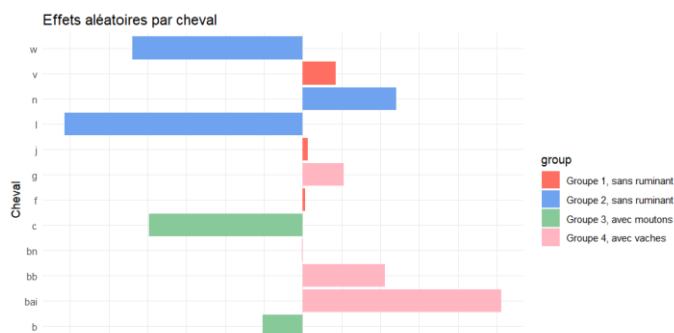


Figure Annexe 9. Les effets aléatoires positifs signifient que le cheval a tendance à augmenter la distance entre lui et les autres chevaux par rapport à l'effet moyen. Les effets aléatoires négatifs signifient que le cheval a tendance à diminuer la distance entre lui et les autres chevaux par rapport à l'effet moyen.

Bien qu'il existe un réel effet individuel pouvant expliquer la variance dans la distance entre les chevaux, il semblerait que cet effet soit graphiquement moins significatif quand on analyse la distance entre les équidés et les ruminants. Dans le groupe 3, la distance moyenne vaut 12 longueurs de cheval pour *a*, 12.5 pour *b* et enfin 13 pour *c* (Figure Annexe 10). Dans le groupe 4, cette distance moyenne avec le bovin le plus proche est un peu plus élevée que dans le groupe 3 : elle varie entre 14.5 pour *bai*, 14.9 pour *g*, 15.1 pour *bn* et 19 longueurs de cheval en moyenne pour *bb* (Figure Annexe 11).

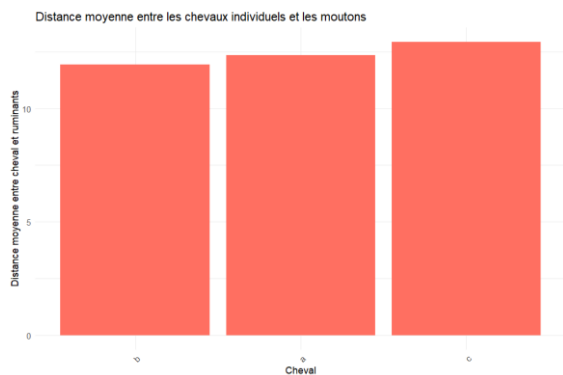


Figure Annexe 10. Histogramme représentant la distance moyenne (en longueur de cheval) entre chaque individu du groupe 3 et le mouton le plus proche de ces derniers.

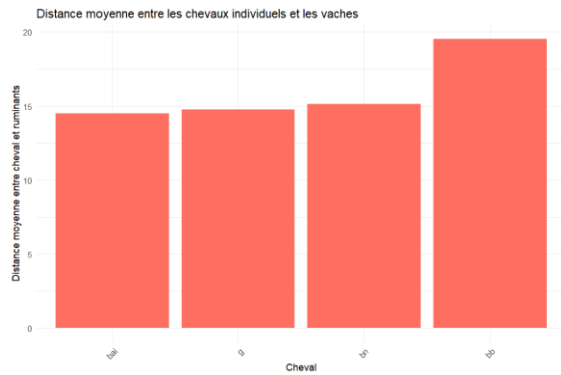


Figure Annexe 11. Histogramme représentant la distance moyenne (en longueur de cheval) entre chaque individu du groupe 4 et la vache la plus proche de ces derniers.

Il est également intéressant d'analyser les préférences entre chaque cheval, afin d'illustrer la variabilité individuelle c'est-à-dire analyser si certains chevaux préféreraient se rapprocher de manière plus fréquente d'un individu en particulier plutôt qu'un autre (Figure Annexe 12).

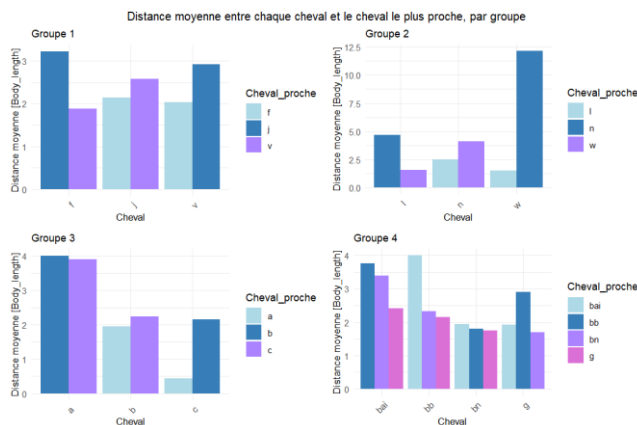


Figure Annexe 12. Histogramme représentant la distance moyenne (en longueur de cheval) entre les individus les plus proches, selon les groupes. Chaque couleur, par groupe, représente un individu différent.

Dans le groupe 1, *v* et *f* ont tendance à garder, en moyenne, une distance plus éloignée avec *j*. Alors que *v* et *f* gardent des distances, en moyenne, modérément proches en eux. Dans le groupe 2, *l* et *w* gardent, en moyenne, une distance très éloignée avec *n*. Alors que *l* et *w* gardent des distances, en moyenne, modérément proches en eux. Dans le groupe 3, *a* reste, en moyenne, éloigné à très éloigné des deux autres chevaux. Tandis que ces deux

autres chevaux ont tendance à garder des distances relativement proches. Lorsqu'ils sont plus proches de *a* qu'entre eux, cette distance est modérément proche (entre *b* et *a*) à très proche (entre *c* et *a*). Dans le groupe 4, la majorité des distances moyennes entre les chevaux les plus proches sont éloignées à très éloignées. Cependant, certains individus tels que *bn* gardent des distances relativement proches avec ses autres congénères.

3) Comportements sociaux

1. Coefficients

La régression logistique multivariée nous a donné un modèle dont les coefficients sont repris dans le tableau annexe 1.

Tableau Annexe 1. Tableau des coefficients du modèle de régression logistique multivarié expliquant la variance des comportements sociaux des chevaux.

<code>> coef(modele_finalcomport)</code>						
(Intercept)	Num_chevalb	Num_chevalbai	Num_chevalbb	Num_chevalbn	Num_chevalc	Num_chevalf
298.69845945	-0.03462986	0.52920906	1.44541319	-0.14776113	-17.17970461	-17.22129173
Num_chevalg	Num_chevalj	Num_chevall	Num_chevaln	Num_chevalv	Num_chevalw	Date
0.72732786	-17.21257068	-0.49438443	0.24063701	-1.52752254	-1.07209472	-0.01512568

On remarque que certains coefficients sont très élevés ou très bas : cela pourrait refléter la faible fréquence de leurs actions. Cela signifie que les comportements observés pour ces animaux sont rares, mais lorsqu'ils surviennent, ils ont un impact disproportionné sur le modèle en raison du faible nombre de leurs actions. Les déséquilibres dans la distribution des observations peuvent donc poser des problèmes d'estimation dans le modèle. La figure annexe

13 démontre ce déséquilibre dans la distribution des observations des comportements sociaux.

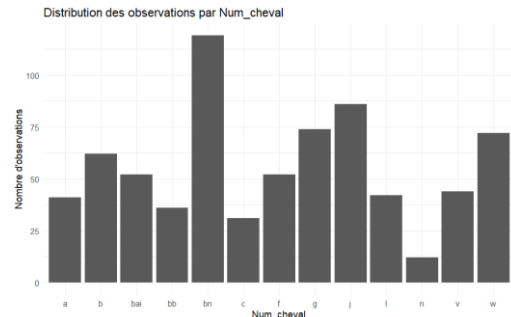


Figure Annexe 13. Distribution des observations par individu. Cet histogramme représente le nombre total de fois qu'un individu a réalisé un comportement social durant nos observations.

2. Variation individuelle du comportement social

La visualisation des types de comportements qu'un individu a initiés envers un autre permet également de comprendre si ce nombre d'interactions entre chaque individu est lié à une préférence, une indifférence ou une aversion (Figure annexe14)

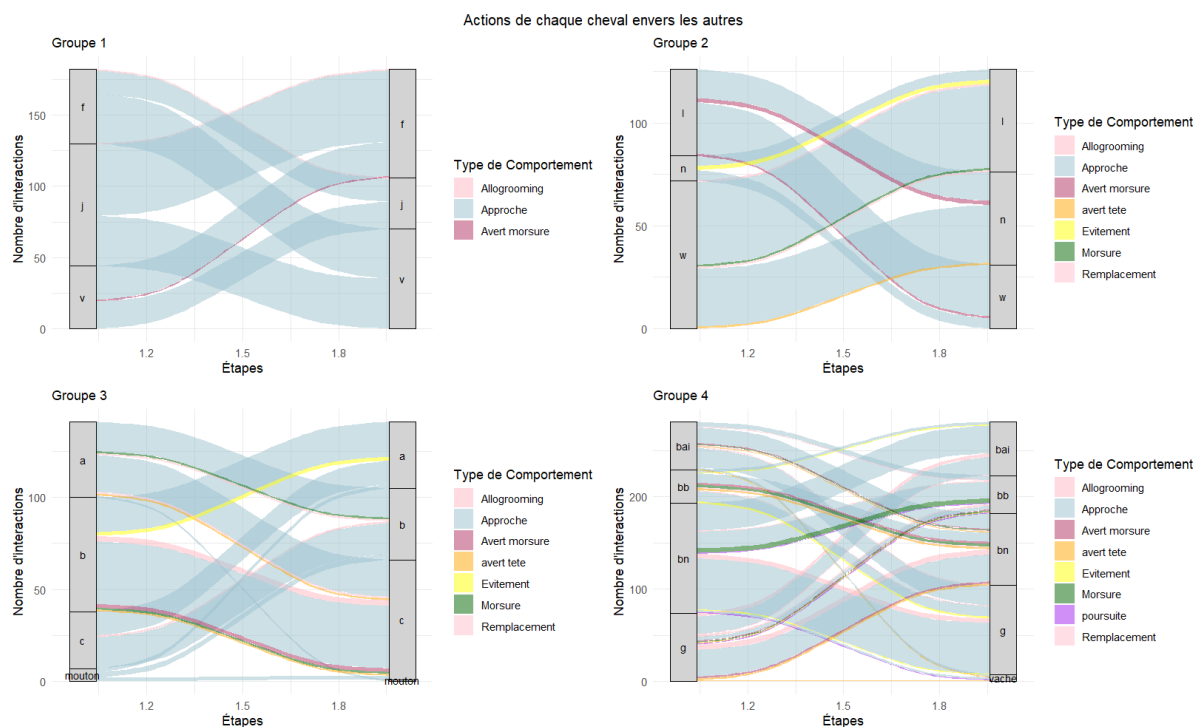


Figure Annexe 14. Représentation du type de comportements qu'un individu a eus envers un second individu durant nos observations. L'axe y représente la visualisation des flux entre les différentes étapes (les individus et le comportement). Les largeurs des bandes reflètent la proportion d'interactions pour chaque combinaison.

Dans chacun des groupes, on remarque que la majorité des comportements envers les individus est un comportement affiliatif. Dans le groupe 1, la plus grande proportion de comportements que les individus effectuent entre eux est l'approche. L'allogrooming est un comportement qui semble n'avoir été effectué qu'entre *f* et *j*. *v* semble être le seul à avoir initié un comportement agoniste (avertissement de morsure). Dans le groupe 2, la plus grande proportion de comportements que les individus effectuent entre eux est l'approche. *n* semble avoir évité plusieurs fois *l* et *l* semble avoir averti de morsures plusieurs fois *n*. La majorité des interactions sont affiliatives mais chez tous les individus, des comportements agonistes sont observés, bien qu'en très faible nombre. Dans le groupe 3, on observe un schéma similaire au groupe 2. Une variété de comportements agonistes a été réalisée par certains individus mais en faible récurrence. Il existe donc une variabilité individuelle. Enfin, dans le groupe 4, la variété de comportements agonistes a été réalisée par

chaque individu mais leur récurrence est faible par rapport aux comportements affiliatifs. Ces comportements agonistes sont cependant plus présents que dans les autres groupes.

