



La diffusion de musique, un outil de gestion du stress au quotidien ?

Camille Eyraud^{1,3}, Mathilde Valençon², Olivier Adam³, Odile Petit¹

¹ PRC, CNRS, IFCE, INRA, Université de Tours, 37380 – Nouzilly, France

² Animal Welfare and Behaviour group, Bristol Veterinary School, United Kingdom

³ Equipe Lutherie-Acoustique-Musique, Institut d'Alembert, Sorbonne Université, 75005 – Paris, France

Cam.eyraud@gmail.com



Une musique apaisante au quotidien

L'expression des réponses de stress associées à des stimuli visuels et soudains est diminuée grâce à l'utilisation de la musique. Ainsi, il est recommandé de l'utiliser pour diminuer l'impact négatif des situations rencontrées au quotidien (découverte d'un nouvel environnement lors d'une ballade, d'un changement d'écurie ou encore lors d'une journée de concours sur un nouveau terrain). En outre, les premières analyses suggèrent une contribution des paramètres acoustiques et musicaux, mais aussi de l'atténuation de l'environnement sonore à l'effet apaisant observé.

Si l'on projette ces résultats sur le terrain, la majorité des accidents étant dus à l'expression des réponses de peur et de fuite, ces résultats montrent que l'utilisation de la musique comme outil de gestion au quotidien permet de sécuriser les interactions humains/chevaux en limitant le stress des individus vis-à-vis de leur environnement visuel au moins jusqu'à 10 jours consécutifs d'utilisation. Et même si son utilisation permet une diminution de l'expression des comportements de stress, celle-ci n'interfère pas avec la perception et la réponse aux bruits de l'environnement.

Une utilisation quotidienne est recommandée sans risque de diminution de l'efficacité

Pour déterminer l'impact de la musique sur l'état de stress des chevaux et étudier un potentiel phénomène d'habituation ou de sensibilisation, nous avons comparé 3 groupes de 12 chevaux qui ont été soumis de manière répétée à cette même situation de stress, mais chacun dans une seule des 3 conditions expérimentales (musique, sans musique et bruit rose, N = 36). La situation de stress que nous avons choisie est celle d'un trajet en main le long d'un parcours ponctué de stimuli potentiellement stressants (5 stimuli visuels et/ou 5 stimuli soudains et 5 stimuli auditifs). De cette manière, le groupe de chevaux testés en condition « sans musique » permet de vérifier le caractère stressant du parcours en main et d'observer si une habituation à ce stress a lieu. Le groupe en condition « musique » nous permet d'évaluer l'impact de la musique sur l'état de stress des chevaux et d'observer si un phénomène d'habituation et/ou de sensibilisation à la musique intervient ou non. Enfin, la condition « bruit » est nécessaire pour s'assurer que les différences que l'on pourrait observer en condition « musique » sont dues aux caractéristiques acoustiques et musicales de la bande son et non pas à la simple stimulation auditive impliquant notamment une certaine atténuation de l'environnement sonore du cheval.

Les réponses apportées par cette étude permettent de recommander l'utilisation quotidienne de la musique les jours de travail pour apaiser les chevaux (avant ou après) sans risque de diminution de son efficacité.

1 Contexte et objectifs

Depuis les années 1980, la musique est connue pour induire des changements en termes de physiologie, de cognition, de comportement et de bien-être chez de nombreuses espèces (pour une revue, voir Alworth and Buerkle 2013). Le cheval domestique fait partie de ces espèces apparemment réceptives à la musique puisque des conséquences bénéfiques ont été observées suite à une diffusion de musique (Haupt et al. 2000 ; Wilson et al. 2011 ; Carter and Greening 2013 ; Stachurska et al. 2015 ; Neveux et al. 2016). Plusieurs études menées par notre équipe depuis 2014 nous ont permis de confirmer les effets relaxants de la musique classique utilisée dans le cadre de la gestion de stress ponctuels et de courte durée (parcours en main en milieu inconnu (2014), transport et séance de maréchalerie (2015), isolement social (2016, 2017)). Cet outil apparaît ainsi comme une solution efficace pour améliorer le bien-être du cheval domestique en limitant le stress engendré par certaines situations. C'est avec l'objectif d'optimiser son utilisation que nous avons souhaité étudier l'habituation et la sensibilisation. Ces phénomènes d'apprentissage correspondent respectivement à une diminution et à une augmentation de la fréquence et/ou de l'intensité d'apparition de la réponse associée à un stimulus (tel que la musique) lorsque celui-ci est présenté de manière prolongée en termes de répétition ou de durée. Il est indispensable de tester si une habituation ou une sensibilisation des sujets à la diffusion de musique existe, afin de déterminer si la diffusion répétée d'une même musique atténue ou potentialise son effet apaisant.

2 Méthode

Pour cette étude, nous avons diffusé la musique du thème principale de Forrest Gump par Alan Silvestri au moyen d'un casque audio qui se présente sous la forme d'un bonnet d'oreilles classiquement utilisé dans le milieu équin (voir illustration I) mais avec la particularité de disposer d'une pochette pouvant recevoir un petit lecteur mp3 et d'être équipé d'une paire d'écouteurs disposés à l'entrée du pavillon de chaque oreille. Ce dispositif nous permet ainsi de diffuser une bande son directement à proximité des oreilles du cheval et d'en contrôler le niveau sonore à 35 dB, intensité recommandée par nos précédentes études (Eyraud, C et al. 2018).

Illustration I : Equipement des individus



Composition de l'équipement des individus au cours des tests : un casque audio équipé d'un mp3 fixé à l'aide d'un licol et une ceinture de cardiofréquencemètre placée en amont de l'épaule.

Pour déterminer l'impact de la musique sur l'état de stress des chevaux et étudier un potentiel phénomène d'habituation ou de sensibilisation, nous avons placé nos individus en situation stressante dans 3 conditions expérimentales : une condition test « en musique », une condition contrôle « sans musique », pendant laquelle le casque audio est inactif, une autre dite « bruit » au cours de laquelle un bruit rose est diffusé au moyen du casque audio. La situation de stress que nous avons choisie est celle d'un trajet en main le long d'un parcours ponctué de stimuli potentiellement stressants. Chaque parcours d'une durée moyenne de 6 min 38 (\pm 2 min 10) était composé de 5 stimuli visuels et/ou 5 stimuli soudains et 5 stimuli auditifs :

- Visuel : une bâche déposée au sol, un chandelier recouvert d'une bâche avec plus ou moins de papier d'aluminium scotché dessus, un tapis vert rond de 2 m de diamètre déposé au sol et encadré d'une part d'un tuyau d'arrosage accroché au mur et d'autre part d'un drapeau de 2 mètres de haut, une branche de bambou de 2,5 m suspendue à 2,5m du sol à l'aide de deux chandeliers, une tente 2 places de camping Queshua,
- Soudain : un ballon de foot lancé contre le pare-botte du manège, un parapluie ouvert rapidement à 3 m devant le cheval, des drapeaux à la verticale dans un plot de chantier orange qu'une expérimentatrice fait basculer du pied de manière à ce que les 3 drapeaux de 1m de haut tombent devant le cheval qui a été arrêté au préalable.

- Auditif : des bruits d'animaux (un aboiement de chien ou de loup, un bruit de coq ou encore le braiement d'un âne...) et des bruits de l'environnement humain (un coup de sifflet, une sirène d'ambulance, un klaxon de voiture et de camion, ou encore le moteur d'une moto qui démarre).

Illustration 2 : Exemples de stimuli visuels composant les parcours



Photographies de 3 des stimuli visuels qui composent les parcours de test.

Afin de déterminer si une diminution ou une augmentation des effets de la diffusion de musique s'observe sur les paramètres comportementaux et/ou physiologiques au fil du temps, les expositions ont été répétées une fois par jour pendant 10 jours pour chacune des conditions. Il est possible que des expositions répétées à une même situation de stress induise une habitude à ce type de stress per se, diminuant ainsi progressivement son caractère stressant. Pour limiter ce risque, la position et l'ordre de présentation des stimuli varient ainsi que le trajet d'une exposition à une autre. L'objectif étant que les chevaux ne s'habituent pas à la situation de stress ce qui nous empêcherait de détecter une potentielle habitude ou sensibilisation à la musique. Pour cela, chaque stimulus a été décliné en fonction des répétitions de présentation avec la volonté d'augmenter son caractère stressant. Par exemple, lors des premiers tirs de ballon contre le pare-botte, nous le lançons 5 m devant le cheval alors qu'il marchait sur la piste, guidé par l'expérimentatrice. La déclinaison plus stressante de ce stimulus a été de le lancer derrière le cheval qui venait de passer sur la piste du manège.

2.1 Sujets testés et conditions expérimentales

Nous avons comparé 3 groupes de 12 chevaux qui ont été soumis de manière répétée à cette même situation de stress mais chacun dans une seule des 3 conditions expérimentales (3 conditions, N = 36). La composition de nos 3 groupes expérimentaux a été équilibrée en fonction de leur tempérament, en plus d'autres caractéristiques individuelles tels que le sexe, la race et l'âge. Pour ce faire, nos individus expérimentaux ont été soumis à des tests de tempérament simplifiés (Lansade et al. 2016) : réactivité à une surface inconnue, réactivité à un objet inconnu et réactivité à la soudaineté.

Ainsi, le groupe de chevaux testés en condition « sans musique » nous permet de vérifier le caractère stressant du parcours en main et d'observer si une habitude à ce stress est observée. Le groupe en condition « musique » nous permet d'évaluer l'impact de la musique sur l'état de stress des chevaux et d'observer si un phénomène d'habitude et/ou de sensibilisation à la musique intervient ou non.

Par ailleurs, pour contrôler l'implication de l'atténuation de l'environnement sonore, sans doute plus importante dans notre situation de diffusion de la musique à proximité des oreilles (bonnet équipé d'écouteurs) que dans le cas d'une diffusion par haut-parleurs, nous avons constitué un groupe expérimental en condition de bruit rose. En effet, il est possible que l'effet d'apaisement de la musique observé soit en partie dû à la simple simulation auditive et que les paramètres acoustiques et musicaux des pistes audio ne soient pas essentiels. Un bruit rose est un son composé de toutes les fréquences audibles par l'humain et pondéré par la perception de son oreille.

Les comparaisons entre nos conditions musique et bruit rose nous permettront de tester si la contribution importante des caractères musicaux dans l'effet de la musique permet d'observer une réponse de stress plus faible chez nos individus en condition musique comparé à ceux testés avec un bruit rose.

2.2 Variables et analyse

Pour ce qui est du comportement, tous les individus ont été filmés au cours des parcours et l'occurrence des comportements de stress exprimés par nos individus expérimentaux a été relevée par dépouillement vidéo.

Toutes les observations ont été réalisées à l'aveugle c'est-à-dire que seule l'expérimentatrice en charge de manipuler les chevaux était au courant des conditions attribuées à chaque cheval, et ce tout au long de l'expérience.

Pour nos analyses, nous avons relevé l'occurrence des comportements suivants au cours des présentations des différentes catégories de stimuli (visuel, soudain, auditif) :

- Pour les stimuli visuels : regards stimulus ; flairages stimulus ; flairages autres ; défécation ; gratte ; vigilance ; vigilance vers l'extérieur ; souffle ; sursaut ; regards porte ; trot ; fuite ; immobilité ; arrêt ; recule
- Pour les stimuli soudains et auditifs : orientation des oreilles vers le stimulus ; lève tête ; regards ; tressaille ; arrêt en amont ; souffle ; sursaut ; quart tour ; se déporte ; fuite

Pour l'analyse des réponses de stress, nous avons calculé la somme des occurrences de comportements spécifiques aux stimuli visuels, que nous avons ensuite pondérée par la durée du parcours de chaque individu. Pour cela, nous avons calculé un coefficient égal à la durée du test de chaque individu, divisée par la durée maximale obtenue par un individu au cours du même parcours. Puis nous avons calculé l'occurrence moyenne des comportements présentés par les individus au cours des différents parcours, pondérée par ce coefficient.

Pour analyser la réponse au stress au cours des stimuli auditifs et soudains, un score d'intensité a été calculé. Pour cela, une valeur a été attribuée à chaque comportement des catégories soudaines et auditives. Allant de 1 pour une l'orientation des oreilles à 10 pour une fuite, ces valeurs croient de 1 en 1 en fonction de l'ordre des comportements présentés ci-dessus.

En plus des variables comportementales (occurrence de comportements de stress et score d'intensité de réponse), nous nous sommes intéressé·e·s à la fréquence cardiaque des individus testés que nous avons relevée à l'aide d'un cardiofréquence-mètre POLAR (EQUINE RS800CX Science, Polar Oy, Finlande). Cet équipement est composé d'une ceinture supportant des électrodes et d'une montre pour réceptionner les données (voir illustration I). La ceinture a été placée et ajustée sur chaque sujet au box. Les mesures de la fréquence cardiaque commencent au box 4 min avant le départ de l'individu testé pour le parcours mis en place dans le manège et finissent au box 4 min après son retour. Ces phases pré- et post-test vont nous permettre de mieux cibler les différentes propriétés de la musique (récupération cardiaque, durée d'action, contexte d'utilisation, etc.)

Le dépouillement vidéo étant encore en cours, nous n'avons pu inclure dans cette analyse des variables comportementales que 18 des 36 chevaux soumis initialement à l'expérience contrairement aux variables physiologiques (fréquence cardiaque pré test, test et post test) qui ont pu être traitées en totalité (effectif : N = 36).

L'ensemble des variables a été traité statistiquement avec des tests de permutation pour données non paramétriques (qui ne suivent pas une loi normale de distribution).

3 Résultats

Pour répondre aux questions concernant l'impact de la musique sur l'état de stress des chevaux, nous avons procédé dans un premier temps à l'étude de l'impact de la musique sur l'ensemble des données recueillies pendant les 10 jours d'expérience. Nous avons approfondi ensuite notre analyse au sein de chaque parcours pour étudier l'impact de la musique au fil des expositions quotidiennes et explorer la mise en place potentielle d'un phénomène d'habituation ou de sensibilisation.

3.1 Impact global de la musique

Tout d'abord, nous avons analysé la moyenne de nos différentes variables comportementales (expression des comportements de stress et score d'intensité de réponse) au cours de tous les parcours cumulés. Cette analyse globale va permettre de vérifier les connaissances déjà apportées dans la littérature et de nous assurer que la mise en place de notre protocole a permis de mettre en évidence un impact de la musique sur nos sujets expérimentaux. Nous nous attendons à observer une réponse de stress moins importante et une fréquence cardiaque plus faible chez nos individus soumis aux parcours de stress avec diffusion de musique comparé aux autres conditions.

3.1.1 Expression du stress engendré par les différentes catégories de stimuli en fonction des conditions expérimentales

Il y a une différence significative entre les comportements de stress présentés au cours des parcours par les individus en fonction de leurs conditions pour les stimuli visuels et soudains mais pas pour les stimuli auditifs (voir tableau 1 ci-dessous). Quand on compare les conditions deux à deux pour les stimuli visuels, la condition musique diffère de la condition sans musique (test de permutation, $p < 0,001$). Les autres

différences sont non significatives : $p = 0,1$ pour les conditions musique vs bruit rose et sans musique vs bruit rose (test de permutation post-hoc). Pour les stimuli soudains, les différences sont observées entre la condition bruit rose et les deux autres (test de permutation post-hoc, bruit rose vs musique $p = 0,004$; bruit rose vs sans musique $p = 0,04$). Les conditions musique et sans musique ne diffèrent pas (test de permutation, $p = 0,2$).

Tableau 1 : Réponses de stress des individus soumis aux différentes conditions expérimentales en fonction des conditions

	Effectif	Visuel	Auditif	Soudain
Musique	6	6,5 ± 12,5	17,0 ± 20,0	14,2 ± 12,6
Sans musique	6	13,3 ± 24,3	13,2 ± 13,7	16,6 ± 11,8
Bruit rose	6	9,6 ± 28,9	15,3 ± 12,5	21,8 ± 15,6
p	6	0,006	0,4	0,007

Moyennes et écart type (\pm) des réponses de stress en fonction des conditions correspondant à l'occurrence des comportements de stress pour les stimuli visuels et au score d'intensité de réponse mesuré pour les stimuli auditifs et soudains. Une probabilité statistique $p < 0,05$ est considérée comme significative.

Ces résultats nous montrent un impact relaxant de la musique sur l'expression des réponses de stress des chevaux vis-à-vis des stimuli visuels qui se traduit par une diminution de l'expression des comportements de stress. En outre, cet effet observé uniquement en condition musique nous indique que ce sont bien les caractéristiques intrinsèques de la musique qui seraient impliquées.

En ce qui concerne la différence des réponses aux stimuli soudains des individus en condition musique et sans musique, les résultats nous indiquent que la musique n'a pas eu d'effet sur la réponse des individus aux stimuli soudains. Par ailleurs, on observe une expression de stress plus importante pour les individus en condition bruit rose. Ces résultats pourraient être expliqués par notre petit effectif de 6 individus par condition, combiné avec le faible nombre de stimuli soudains (2 par parcours). Ces résultats devront être revus à l'aune des données des 18 autres chevaux.

L'absence d'effet de la musique dans la gestion du stress généré par des stimuli auditifs pourrait s'expliquer par les modalités d'action de la musique. En effet, puisque cet effet apaisant est permis par la perception et le traitement du stimulus auditif que représente la musique, le stimulus audio stressant - tel qu'un son de moto qui démarre ou un klaxon - devient la priorité à traiter pour l'individu puisqu'il doit potentiellement faire face à une réelle menace. Ceci confirme que la question de la réponse des individus à une diffusion de musique intégrée à leur environnement sonore est essentielle à considérer dans le cadre de son utilisation sur le terrain.

3.1.2 Physiologie cardiaque en fonction des conditions expérimentales

Il y a une différence significative entre les fréquences cardiaque moyennes des individus au cours des phases de test et de post-test en fonction de leur condition mais pas pendant la phase de pré-test (voir tableau 2 ci-dessous). Quand on compare les conditions deux à deux, seule la condition musique diffère des deux autres et ce pendant les phases de test et de post-test (test de permutation, musique vs sans musique $p_{\text{test}} = 0,02$ et $p_{\text{post-test}} = 0,04$; musique vs bruit rose $p_{\text{test}} < 0,001$ et $p_{\text{post-test}} = 0,005$). La musique serait ainsi impliquée dans une diminution de la fréquence cardiaque de nos individus pendant les phases de test et de post-test. Par ailleurs, les conditions musique et bruit de ces mêmes phases ne présentant pas de différence, l'effet observé en condition musique semble tributaire des paramètres acoustiques et musicaux de la bande son utilisée.

Tableau 2 : Fréquence cardiaque des individus soumis aux différentes conditions expérimentales en fonction des conditions et des phases de test.

	Effectif	Pré-test	Test	Post-test
Musique	12	35,4 ± 4,2	47,8 ± 8,8	35,8 ± 4,0
Sans musique	12	35,5 ± 3,4	50,8 ± 12,1	37,5 ± 3,5
Bruit rose	12	35,6 ± 4,4	50,2 ± 10,0	37,2 ± 3,5
p		$p = 0,9$	$p = 0,05$	$p = 0,001$

Moyennes et écart type (\pm) des fréquences cardiaques des individus au cours des différentes phases de test et en fonction des conditions. Une probabilité statistique $p < 0,05$ est considérée comme significative.

Ces résultats nous montrent un effet apaisant de la musique au travers de la diminution de la fréquence cardiaque des chevaux soumis à des stimuli visuels. En outre, les paramètres acoustiques et musicaux de la piste utilisée (thème principal de Forrest Gump) semblent être impliqués dans cet effet apaisant. De plus, l'impact de la musique sur les chevaux n'ayant été observé qu'à partir de la phase de test et non en phase de pré-test, nous pouvons émettre l'hypothèse qu'une durée d'exposition à la musique est nécessaire pour en

voir les bienfaits sur l'état de stress des individus ou alors que la musique aurait un effet plus prononcé en fonction des contextes.

3.2 Evolution de l'impact de la musique en fonction des parcours

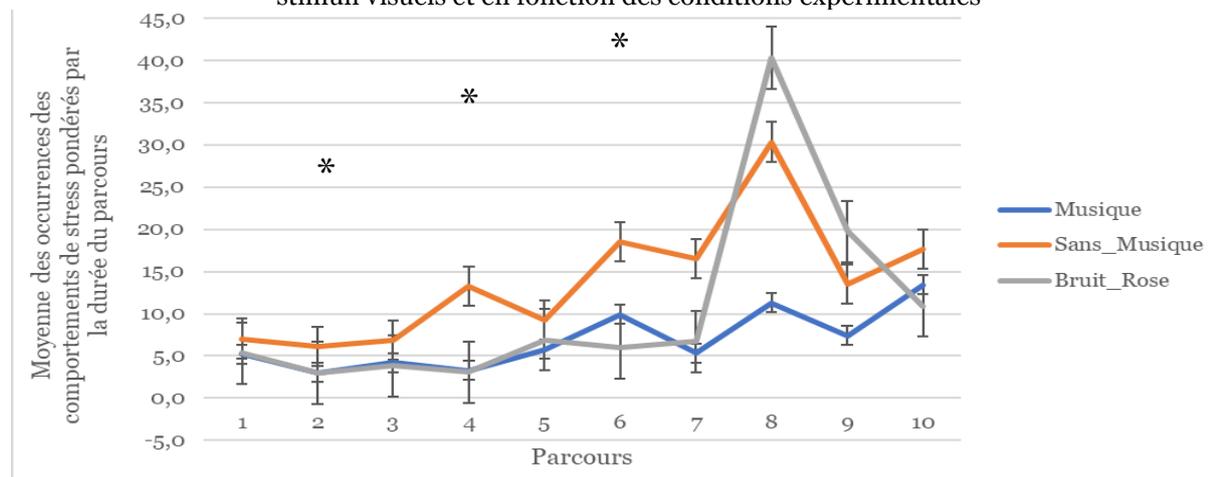
C'est avec l'objectif d'étudier une potentielle habitude à la musique que nous avons analysé les variables comportementales (occurrence des comportements de stress et score d'intensité de réponse) en fonction des conditions et ce, pour chaque jour. En partant de l'hypothèse que le caractère musical d'une piste audio diminue le stress des individus, nous devrions observer une diminution de la réponse de stress des individus en condition musique comparé aux conditions sans musique et bruit rose. Comme nous l'avons vu précédemment lors de l'analyse globale de nos variables, nos sujets expérimentaux soumis aux parcours de stress avec diffusion de musique ont présenté une réponse de stress moins importante et une fréquence cardiaque plus faible que nos individus sans musique et avec diffusion de bruit rose (voir tableau 2). Cela est cohérent avec les résultats des études précédentes réalisées sur l'impact de la musique sur l'état de stress des chevaux (Alworth and Buerkle 2013). Si un phénomène d'habitude ou de sensibilisation à la musique se met en place vis-à-vis de la musique alors les différences observées entre les conditions musique et sans musique devraient tendre à disparaître dans le cas d'une habitude ou devenir de plus en plus importante en cas de sensibilisation. Pour répondre à cette question, nous avons étudié l'évolution de l'impact de la musique au travers des différentes réponses de stress exprimés par nos sujets expérimentaux en fonction des catégories de stimuli et des parcours.

3.2.1 Comportement des stress au cours de chaque parcours et en fonction des conditions expérimentales

La figure 1 ci-dessous nous présente l'évolution de la des occurrences moyennes de comportements de stress engendrés par les stimuli visuels et présentés par les individus à chaque parcours en fonction de leurs conditions expérimentales. L'augmentation des courbes de réponse de stress des différentes conditions nous permet de constater que nous avons réussi à limiter l'habitude à la situation. En effet, le caractère stressant des parcours proposés semble même globalement augmenté avec une progression en dents de scie présente pour toutes les conditions. Cette alternance d'augmentation et de diminution de l'expression de stress chez les individus suggère que le caractère stressant des différents stimuli pourrait dépendre de l'ordre de présentation et de la composition globale du parcours.

En réponse aux stimuli visuels, les individus répartis dans les différentes conditions expérimentales ont en moyenne exprimé des taux différents de comportements de stress lors des parcours 2, 4 et 7 (voir tableau 3).

Figure 1 : Evolution de l'expression des comportements de stress présentés par les individus en réponse aux stimuli visuels et en fonction des conditions expérimentales



Courbe des occurrences moyennes de comportement de stress pondérées par la durée des parcours 1 à 10 en fonction des conditions. Les étoiles représentent une différence significative entre les individus des différentes conditions.

Les tests de permutation post-hoc qui permettent de déterminer entre quelles conditions se situent les différences d'occurrence de comportements observées montrent qu'au cours des parcours 4 et 7, les individus en condition musique ont exprimé significativement moins de comportements de stress que ceux en condition sans musique (test de permutation, parcours 4 : $p = 0,01$; parcours 7 : $p = 0,01$). Au cours du parcours 2, les résultats vont dans le même sens bien qu'il s'agisse seulement d'une tendance à la diminution des occurrences des comportements de stress en condition musique comparée à la condition sans musique (test de permutation, $p = 0,06$).

Pour ces mêmes parcours, il n'y a pas de différence entre les conditions musique et bruit rose (test de permutation, parcours 2 : $p = 0,9$, parcours 4 : $p = 0,8$ et parcours 7 : $p = 0,5$). Cela pourrait refléter une composante atténuation de l'environnement sonore de l'individu et/ou une simple stimulation auditive dans l'effet d'apaisement. Ces hypothèses sont appuyées par la comparaison des occurrences moyennes des comportements de stress en condition bruit rose et en condition sans musique. En effet, nous avons observé moins de comportements de stress en condition bruit rose qu'en condition sans musique pendant les parcours 4 et 7 (test de permutation, parcours 4 : $p = 0,01$ et parcours 7 : $p = 0,01$) ce qui indique un effet apaisant (ou atténuant) du bruit rose sur nos sujets expérimentaux. Cette fois encore, les résultats du parcours 2 vont dans le même sens avec une tendance à la diminution de l'occurrence des comportements de stress en condition bruit rose vs sans musique (test de permutation, parcours 2 : $p = 0,03$).

Tableau 3 : Variables de réponse de stress au cours des parcours présentant une différence en fonction des conditions expérimentales.

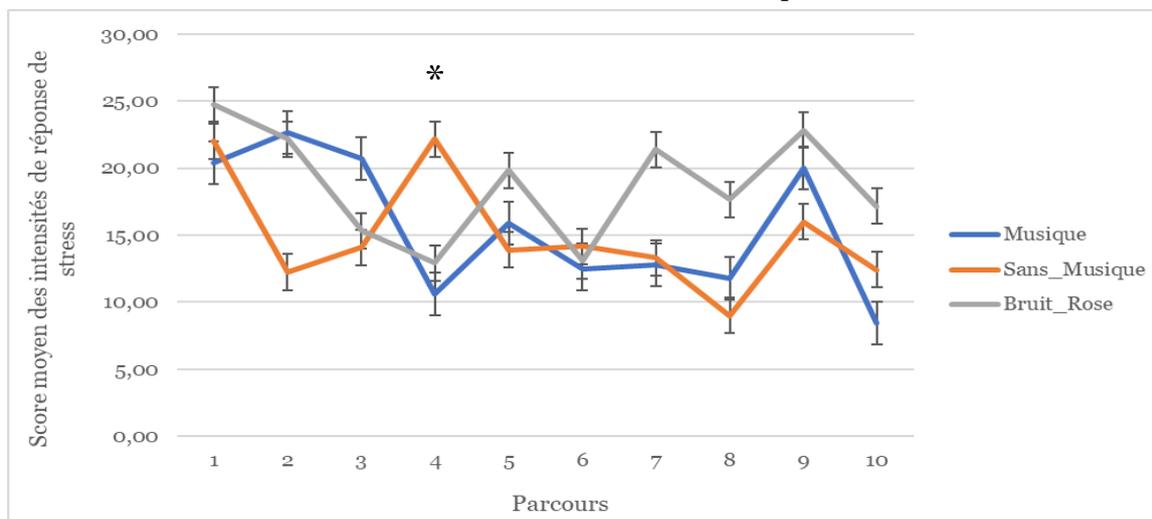
	Effectif	Visuels			Soudains
		Parcours 2	Parcours 4	Parcours 7	Parcours 4
Musique	6	3,0 ± 4,6	3,3 ± 3,0	5,3 ± 4,7	10,1 ± 6,7
Sans musique	6	6,1 ± 6,6	13,2 ± 20,6	16,4 ± 25,5	27,0 ± 19,5
Bruit rose	6	3,0 ± 2,2	3,0 ± 5,8	6,7 ± 9,7	11,5 ± 7,2
p		0,03	0,002	0,01	0,04

Moyennes et écart type (\pm) des réponses de stress en fonction des conditions correspondant à l'occurrence des comportements de stress pour les stimuli visuels et au score d'intensité de réponse mesuré pour les stimuli auditifs et soudains. Une probabilité statistique $p < 0,05$ est considérée comme significative.

La figure 2 ci-dessous nous présente l'évolution du score d'intensité de réponses au stress engendrées par les stimuli soudains (parapluie, ballon et drapeaux) et présentée par les individus à chaque parcours en fonction des conditions expérimentales. Contrairement aux stimuli visuels, la réponse de stress vis-à-vis des stimuli soudains semble diminuer au fur et à mesure des parcours des jours de présentation. Par ailleurs, on retrouve cette alternance entre augmentation et diminution du caractère stressant des stimuli.

En ce qui concerne la réponse des sujets expérimentaux aux stimuli soudains, nous avons pu mettre en évidence une différence d'expression de stress au cours du parcours 4 (test de permutation, $p = 0,04$, voir détails tableau 3). Des comparaisons post-hoc ont montré une tendance à la diminution de la moyenne de comportements exprimés par les individus en condition musique vs sans musique (test de permutation, $p = 0,06$ voir tableau 3). L'expression des comportements de stress des individus en conditions musique et bruit rose n'est pas différente d'un point de vue statistique (test de permutation, $p = 0,7$) comme pour la comparaison de nos individus en condition bruit rose vs ceux en condition sans musique (test de permutation, $p = 0,08$). Comme pour les stimuli visuels, ces résultats indiquent que le stress généré par les stimuli soudains pourrait être en partie modéré par l'atténuation de l'environnement sonore de l'individu et/ou de la simple stimulation auditive.

Figure 2 : Evolution de l'expression des comportements de stress par les individus en réponse aux stimuli soudains et en fonction de leurs conditions expérimentales



Courbe des scores moyens d'intensité de stress mesurés au cours des parcours 1 à 10 en fonction des conditions. Les étoiles représentent une différence significative entre les individus des différentes conditions.

Pour conclure sur la question de l'habituatation à la musique au travers de l'étude de l'expression de stress chez les individus répartis dans les différentes conditions, nous avons vu que celle-ci permet de diminuer le stress engendré par nos parcours, et ce jusqu'au 7ème jour. Nos analyses complémentaires nous permettront de préciser nos résultats, mais nous pouvons d'ores et déjà supposer que la musique permet de diminuer les stress des individus vis-à-vis de leur environnement visuel au moins pendant 10 jours consécutifs d'utilisation. Par ailleurs, quand on considère la proximité des résultats obtenus pour les individus répartis dans les conditions musique et bruit rose, il semblerait que la contribution de l'atténuation de l'environnement sonore des chevaux et/ou de la stimulation auditive à l'effet observé d'apaisement soit assez importante.

3.2.2 Fréquence cardiaque en fonction des parcours

L'analyse de la fréquence cardiaque au cours de chaque test ne nous a pas permis d'apporter des réponses plus claires concernant l'habituatation à la musique lorsqu'elle est utilisée quotidiennement pour gérer le stress. En effet, malgré la diminution de la fréquence cardiaque moyenne globale observée pendant les 10 parcours en condition musique comparée aux conditions sans musique et bruit rose, et ce au cours des phases de test et de post-test, notre effectif de 12 individus par condition ne nous permet pas d'observer de différence de fréquence cardiaque moyenne au sein de chaque jour de test. Le caractère stressant de différents parcours que nous avons mis en place ainsi que les différentes stratégies des individus pour faire face au stress expliquent en partie cette absence de différence. En effet, même s'ils ont parfois suscité d'intenses expressions de stress comme des fuites ou des ruades, les parcours pris individuellement n'étaient pas suffisamment stressants pour être susceptibles de moduler de manière significative la fréquence cardiaque des individus. Rappelons qu'il s'agissait de parcours réalisés en main avec une expérimentatrice et que lors des expressions de stress trop intenses, un retour au calme était nécessaire au bon déroulement de la suite du parcours.

De plus, alors que certains individus affrontaient les stimuli malgré leur appréhension, d'autres adoptaient une stratégie de soustraction sensorielle c'est-à-dire qu'ils s'immobilisaient pendant les parcours et se détournaient (leur regard, leur attention et parfois même leur corps entier) du stimulus que l'expérimentatrice leur invitait à rejoindre.

Ainsi, les variations de la fréquence cardiaque dues à la présentation des différents stimuli étant ponctuelles et les stratégies adoptées par les chevaux en réponses au stress étant multiples, une analyse plus ciblée sur les fréquences cardiaques aux moments précis de la présentation de chaque stimuli devrait nous aider à préciser notre question de l'impact de la musique sur l'état de stress de l'individu et les phénomènes d'apprentissage tels que l'habituatation ou la sensibilisation qui pourraient être impliqués en fonction de son utilisation.

4 Applications pratiques

La situation source de stress que nous avons choisi est celle d'un parcours en main ponctué de stimuli potentiellement stressants. Il s'agit d'une situation à laquelle les chevaux domestiques sont régulièrement confrontés dans leur environnement. En effet, il faut imaginer qu'un cheval domestique aujourd'hui est hébergé principalement dans des structures dédiées où sont présents des objets de toute forme et toute couleur qui peuvent apparaître soudainement, il peut être amené à croiser des voitures plus ou moins bruyantes, plus ou moins rapides et dont le conducteur peut être amené à klaxonner, ou encore des chiens qui peuvent montrer de l'agressivité et aboyer sur les chevaux etc. Nous avons donc choisi cette situation en premier lieu pour répondre à une problématique réelle du terrain.

L'expression des réponses de stress (occurrence des comportements de stress et score d'intensité de réponse) associées à des stimuli visuels et soudains étant diminuée grâce à l'utilisation de la musique, il est recommandé de l'utiliser pour diminuer l'impact négatif des situations rencontrées au quotidien (découverte d'un nouvel environnement lors d'une ballade, d'un changement d'écurie ou encore lors d'une journée de concours sur un nouveau terrain). En outre, les premières analyses des variables comportementales montrent que l'expression des comportements de stress des individus en condition musique est diminuée par rapport à la condition sans musique. Si l'on se projette sur le terrain, la majorité des accidents étant dus à l'expression des réponses de peur et de fuite, ces résultats montrent que l'utilisation de la musique comme outil de gestion au quotidien permet de sécuriser les interactions humains/chevaux en limitant le stress des individus vis-à-vis de leur environnement visuel.

Si la similitude entre les variables comportementales mesurées chez les individus en condition musique et bruit rose suggère que l'effet de la musique pourrait être en partie liée à l'atténuation de l'environnement sonore de l'individu et/ou de la simple stimulation auditive, les résultats de la physiologie cardiaque montrent eux une implication des caractéristiques intrinsèques de la musique en mettant en évidence une différence entre ces deux conditions (au moins lors de l'analyse globale). En outre, des différences d'impact de la musique en fonction des pistes audio utilisées ont déjà été abordés par l'équipe de Carter et Greening (2013) qui ont conclu que les caractéristiques principales comme le rythme et la tonalité de différents styles

de musique avaient été déterminants dans l'effet apaisant observé. Ainsi, nous recommandons de rester prudent dans la sélection des pistes audio diffusées aux chevaux et de préférer une musique avec un rythme plutôt lent et une tonalité majeure comme le thème principal de *Forrest Gump* que nous avons utilisé dans cette étude.

Pour ce qui est de la question de l'habituation à la diffusion de musique comme outil de gestion du stress au quotidien, nous avons pu obtenir des éléments de réponse puisque nous l'avons vu, la musique permet de diminuer le stress et ce, jusqu'au 7ème jour. Nos analyses complémentaires nous permettront sans doute de préciser les recommandations jusqu'au jour 10 mais les données actuelles nous permettent d'ores et déjà de supposer que la musique permet de diminuer les stress des individus vis-à-vis de leur environnement visuel au moins jusqu'à 10 jours consécutifs d'utilisation. De plus, au cours de cette étude, nous avons diffusé la même musique au cours de tous les tests quotidiens. Il est probable que si un phénomène tel qu'une habituation ou une sensibilisation à la musique se mettait en place suite à nombre plus important de répétitions ou de durée d'exposition, celui-ci serait modulable grâce à la multiplicité des pistes audio utilisées.

5 Perspectives

Les réponses apportées par cette étude permettent d'établir des recommandations d'utilisation précises de la musique comme outil de gestion du stress des chevaux domestiques au quotidien. Nous pouvons en effet recommander d'utiliser la musique de manière quotidienne les jours de travail pour apaiser les chevaux (avant ou après) sans risque de diminution de son efficacité (si les chevaux ne sont pas travaillés tous les jours). Pour être en mesure de fournir des recommandations d'utilisation de la musique toujours plus précises, il serait intéressant d'étudier à la mise en place potentielle des phénomènes d'habituation et de sensibilisation avec d'autres protocoles de répétition des expositions. Ainsi, nous élargirons le public susceptible de profiter des bienfaits de la musique sur l'état de stress de leurs chevaux.

Pour finir, il serait intéressant d'analyser la contribution des différents paramètres des pistes audio à l'effet observé d'apaisement.

6 Références

- Alworth, L. C., & Buerkle, S. C., 2013. The effects of music on animal physiology, behavior and welfare. *Lab Animal*, 42(2), 54-61.
- Carter, C., & Greening, L., 2012. Auditory stimulation of the stabled equine; the effect of different. ISES UK, Edinburgh, Scotland
- Eyraud, C., Neveux, C., Petit, O. & Valençon, M. Effet de différentes intensités de musique chez le cheval en situation de stress aigu. Actes de colloque, 44ème Journée de la Recherche Equine, 2018 Paris, France.
- Haupt, K., Marrow, M., & Seeliger, M., 2000. A preliminary study of the effect of music on equine behavior. *Journal of Equine Veterinary Science*, 20(11), 691-737.
- Léa Lansade, Pascaline Philippon, Lucile Hervé, Marianne Vidament. Development of personality tests to use in the field, stable over time and across situations, and linked to horses' show jumping performance. *Applied Animal Behaviour Science*, Elsevier, 2016, 176, pp.43-51.
- Neveux, C., Ferard, M., Dickel, L., Bouet, V., Lansade, L., Vidament, M., Valençon, M. 2015. La musique adoucit les moeurs ... et diminue le stress. Colloque annuel de la SFECA, Strasbourg.
- Neveux, C., Férard, M., Dickel, L., Bouët, V., Petit, O., Valençon, M. 2016. La musique adoucit les moeurs... et diminue le stress. Actes de colloque de la 42ème Journée de la Recherche Equine, Paris, France, 2016.
- Neveux C, Ferard M, Dickel L, Bouet V, Petit O, Valençon M. Classical music reduces acute stress of domestic horses. *J Vet Behav Clin Appl Res*. 2016;15:81.
- Stachurska A, Janczarek I, Wilk I, Kędzierski W. Does Music Influence Emotional State in Race Horses? *J Equine Vet Sci*. 2015;35(8):650-6.
- Wilson, M. E., Phillips, C. J. C., Lisle, A. T., Anderson, S. T., Bryden, W. L., & Cawdell-Smith, A. J., 2011. Effect of music on the behavioural and physiological responses of stabled weanlings. *Journal of Equine Veterinary Science*, 31(5), 321-322.