

Mesure de la durée d'attention chez le cheval

V. Rapin¹, P.-A. Poncet², D. Burger², C. Mermod¹, M. Hausberger³, M.-A. Richard³

¹Laboratoire d'Ecoéthologie, Université de Neuchâtel, Suisse, ²Haras national suisse, Avenches, ³Ethologie-Evolution-Écologie, Université de Rennes I, France

Résumé

L'étude, portant sur 49 chevaux, a montré qu'il est possible de mesurer la durée d'attention en se servant du conditionnement opérant. Après avoir appris aux chevaux une tâche instrumentale avec un signal, on a pu ensuite tester leur durée d'attention en leur demandant de la soutenir de plus en plus longtemps tout en fixant un critère de réussite et, réciproquement, d'échec. On a effectué 2 tests espacés de 3 semaines. Le 2^e a pu être exécuté sans nouvel apprentissage, preuve de mémoire et s'est montré répétable, preuve de constance dans le temps d'attention. Une différence significative entre 3 groupes d'âge est apparue. Les jeunes chevaux ont souvent été très performants au 1^e test, mais ont montré une baisse d'attention au 2^e test, alors que les plus vieux sont restés plutôt stables dans leur tendance ou l'ont légèrement augmentée. L'étude a montré l'existence d'une variabilité entre individus. Même si certaines tendances ont été observées, il n'a pas été possible de mettre en évidence une influence significative de la race, du sexe et de l'influence paternelle. L'apprentissage semble par conséquent une approche intéressante pour évaluer l'attention des chevaux et observer leur manière de se comporter.

Mots clés: cheval, durée d'attention, apprentissage, mémoire, âge

Measurement of the attention time in the horse

A study carried out on 49 horses showed that it is possible to measure the attention time by operant conditioning. After teaching horses an instrumental task using a signal, we were then able to test their attention time by asking them to prolong it increasingly while setting success and failure criteria. Two tests were performed 3 weeks apart. The 2nd test was feasible without relearning, a proof of memory, and was repeatable, a proof of consistency in the attention time. A significant difference was observed between the 3 age groups. Young horses often performed very well during the 1st test but their attention dropped in the 2nd test while older horses were more stable with respect to attention and even increased it slightly. The study shows that there are individual differences but it was not possible to prove a significant influence of breed, gender and paternal influence. Consequently, learning appears to be one of the most interesting approaches for evaluating the attention of horses and for observing their behaviour.

Keywords : horse, attention time, learning, memory, age

Introduction

Depuis sa domestication, on exige du cheval qu'il travaille et, par conséquent, qu'il soit attentif à l'activité demandée. Vu le rôle du cheval dans la société d'aujourd'hui, l'intérêt porté à l'apprentissage croît, mais les processus et les conditions d'apprentissage utilisés pour le dressage des chevaux restent avant tout empiriques. Le cheval s'avère être un animal intéressant à tester vu sa mémoire et ses capacités cognitives complexes. Plusieurs recherches se sont penchées sur l'apprentissage des chevaux et des autres animaux. Le conditionnement opérant s'est avéré efficace avec différentes espèces dont le cheval (Myers et Mesker, 1960; Haag et al., 1980; Rubin et al., 1980; McCall, 1989; Houpt et al., 1990; Dougherty et Lewis, 1991;

Bubna-Littitz et al., 1995; Clarke et al., 1996; Sappington et Goldman, 1994; Smith et Goldman, 1999).

Lors d'expériences portant sur l'apprentissage des chevaux, les influences de la race (Mader et Price, 1980; Budzynski et al., 1992; Lindberg et al., 1999; Burger et al., 2004), du sexe (Houpt et al., 1982; Wolff et Hausberger, 1996), Sappington et al., 1997; de l'âge (Mader et Price 1980; Lindberg et al., 1999), du vécu (Fiske et Potter, 1979; Mader et Price, 1980; Heird et al., 1986) ont été notées. Une influence sur les capacités d'apprentissage due aux origines génétiques a été suggérée (Wolff et Hausberger, 1996). D'autres études ont montré que des différences de capacités d'apprentissage entre individus étaient causées principalement

par des différences émotionnelles et par le degré de manipulation pendant les premiers mois de la vie (Fiske et Potter, 1979; Heird et al., 1981, 1986; Le Scolan et al., 1997). De nombreuses études ont encore noté des variations individuelles (Fiske et Potter, 1979; Mader et Price, 1980; McCall et al., 1981; Heird et al., 1981, 1986; Marinier et Alexander, 1994; Le Scolan et al., 1997).

Les hommes de chevaux observent un lien clair entre l'attention et l'apprentissage. Plusieurs travaux, menés sur des enfants instables ou à l'école, se sont penchés sur la capacité des humains à être attentifs (Vester, 1984; Montagner, 1988; (Begin, 1991; Chalvin, 1995, Gousard, 1998; Adda et Catroux, 2003; Felkel, 2004). L'attention est un système biologique d'excitation et d'inhibition appartenant aux fonctions cognitives assurant le maintien de la vigilance. Chez l'homme, on sait que c'est la formation réticulée qui la régule en donnant des impulsions nerveuses au thalamus et au cortex. Avoir plus d'informations sur la capacité de l'espèce équine à être attentive aiderait à comprendre comment elle fonctionne et de quelle manière son entraînement pourrait être amélioré.

Il est fréquent d'entendre dire que les chevaux possèdent une excellente mémoire. Quelques recherches ont été conduites à ce sujet (Grzimek, 1944; Giebel, 1958; Dixon, 1966, 1970; Marinier et Alexander, 1994; Wolff et Hausberger, 1996; McLean, 2003). La 1^{ère} hypothèse de l'étude suppose que les chevaux peuvent être attentifs et que, au moyen du conditionnement opérant et d'un test, il est possible de mesurer la durée pendant laquelle ils soutiennent leur attention. On présume également que les chevaux se souviennent de l'exercice 3 semaines plus tard et pourront alors répéter le test. Des hypothèses secondaires sont posées quant aux variations entre individus, leur race, leur sexe et leurs origines génétiques. On présume que les jeunes chevaux pourraient moins soutenir leur attention par rapport aux chevaux plus âgés. Dans notre étude on testera si ces différences sont effectivement perceptibles.

Animaux, matériel et méthodes

Animaux

L'étude porte sur 49 chevaux de races (24 demi-sang, 22 franches-montagnes, 1 anglo-arabe, 1 pur-sang, 1 frison), de sexes (35 étalons, 6 hongres et 8 juments), d'âges différents (3-23 ans) dont 46 furent groupés en 3 classes d'âges (10 jeunes de 3-7 ans ; 23 d'âge moyen de 8-14 ans ; 13 vieux de 15-23 ans), séjournant en box au Haras national d'Avenches depuis plusieurs mois, répartis dans 14 écuries semblables, chacune comportant 8 boxes, 1 couloir et 2 entrées opposées. Ils n'ont pas été choisis selon des critères spécifiques

dictés par l'étude. Les animaux sont en contact régulier avec l'humain et presque tous sont sortis quotidiennement. Ils bénéficient de soins et de nourriture à heure fixe.

Installation

L'installation (Fig. 1 et 2) se compose d'un cylindre vertical en PVC [a]. A l'intérieur, dépassant légèrement, se trouve 1 objet en cuivre [b] sur lequel le cheval peut appuyer avec son nez. L'objet en cuivre est soudé à une tige en métal [c] avec 4 pieds [e]. Un ressort [d], construit selon la pression que peut effectuer un cheval et selon la force demandée ($\geq 30\text{N}$) est enroulé autour de la tige. Un socle [f], avec 2 tiges fixées dessus [l], rend l'installation stable et la maintient à la porte du box. Un microrupteur [g] attaché à l'intérieur du cylindre, un fil électrique [h], une pile [i] sont connectés à une ampoule [j] servant de témoin lorsque le cheval appuie sur l'objet. Une mangeoire, munie de 2 fixations, permet d'y déposer la récompense.

Expérience

L'expérience est réalisée par une expérimentatrice qui ne connaissait pas les animaux préalablement. Le travail est effectué dans le box de chaque cheval de 12 à 16 h, portes fermées. Afin de maintenir une motivation suffisante la nourriture est donnée après le travail. Tous les chevaux ont suivi le même protocole. L'ordre de passage a été changé chaque jour. Le protocole d'expérience comporte une phase d'habituation, une

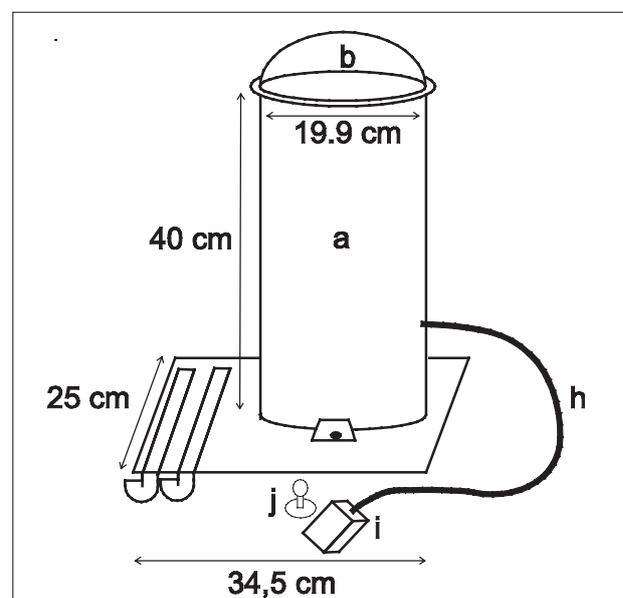


Figure 1: Schéma de l'installation, vue externe: 1 cylindre vertical en PVC [a] et 1 objet en cuivre [b] sur lequel le cheval appuie avec son nez; 1 socle pour la stabilité [f]; 1 fil électrique [h] et 1 pile [i] connectés à une ampoule [j] servant de témoin lorsque le cheval appuie sur l'objet.

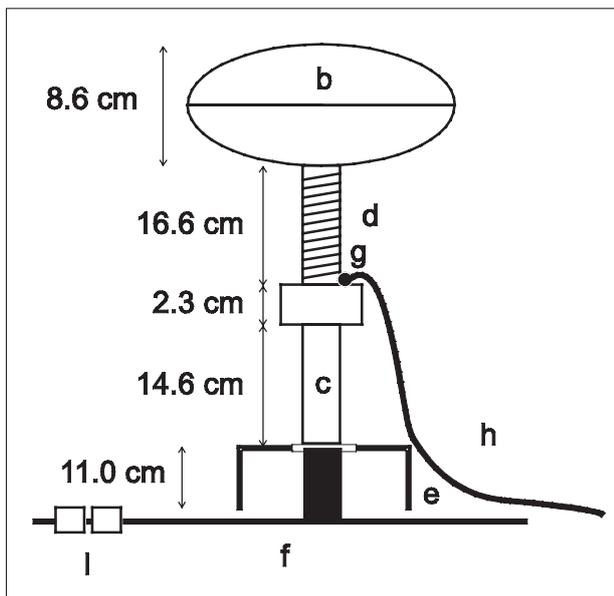


Figure 2: Schéma de l'installation, vue interne: 1 objet en cuivre [b], sur lequel le cheval appuie avec son nez, se trouvant à l'intérieur du cylindre vertical; objet en cuivre soudé à 1 tige en métal [c] avec 4 pieds [e]; 1 ressort [d] enroulé autour de la tige; 1 socle [f] avec 2 tiges fixées dessus [l] servant au maintien à la porte du box; 1 microrupteur [g] attaché à l'intérieur du cylindre et 1 fil électrique [h] (connectés à une ampoule) servant de témoin lorsque le cheval appuie sur l'objet.

phase d'apprentissage, une phase de mesure de la durée d'attention et se déroule sur 6 jours suivis 3 semaines plus tard d'un test de répétabilité. La méthode utilisée tout au long de l'expérience, et permettant au cheval d'apprendre un exercice et de le reproduire lors d'un test, est le conditionnement opérant employant un renforcement primaire positif, des morceaux de carotte (1 cm³), et un renforcement secondaire, un mot. Le cheval doit faire l'association entre un exercice et une récompense, donnée instantanément lors d'une réponse correcte.

Habituation

La phase d'habituation est nécessaire le 1er jour pour acclimater le cheval à l'environnement de l'expérience et éviter des réactions éventuelles d'émotivité. Elle permet à l'expérimentatrice de faire connaissance avec lui, de lui présenter l'installation et de le laisser explorer. Quelques minutes suffisent. Le même jour commence la phase d'apprentissage qui dure jusqu'au 4e jour à raison de 2 séances par jour (2-20 min). Le cheval doit d'abord apprendre à toucher avec le nez l'objet qui dépasse du cylindre. Un exercice plus compliqué lui est ensuite soumis. Un 1er signal auditif annonce tout d'abord au cheval de se mettre en condition, c'est-à-dire que l'exercice va commencer. Puis il doit progressivement apprendre à attendre un 2e signal auditif précis avant de toucher le cylindre. Le cheval ayant effectué correctement tous les degrés (80%

de réussite) est prêt pour le test. Le protocole est décrit plus en détails dans le mémoire de cette étude (Rapin et al., 2005).

Phase du test

La phase du test proprement dit (T1) a lieu le 6e jour, après un jour de pause. S'appuyant sur la tâche apprise, et en utilisant toujours les 2 renforcements, il vise à mesurer le temps d'attente (secondes) entre 2 signaux auditifs, le premier indiquant au cheval que le test commence et le dernier autorisant le cheval à toucher le dispositif. L'attente définit ainsi une durée d'attention pendant laquelle le cheval n'oublie pas ce qu'il doit faire, malgré parfois d'autres centres d'intérêt. Les durées d'attente, 2 secondes au début, sont augmentées par palier (3, 4, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 70, ...secondes). Pour passer au palier suivant, le cheval a droit à 8 essais et doit réussir 3 fois, consécutivement ou non. Toucher l'objet avant le signal ou ne pas y réagir sont considérés comme un échec. On admet comme durée maximale d'attention la plus longue durée obtenue au moins 3 fois sur 8 essais. Le test de répétabilité (T2) est effectué 3 semaines plus tard selon le même schéma que le 6e jour.

La durée maximale d'attention dans le palier le plus long (N secondes) est prise en compte pour les analyses statistiques. On a étudié la durée maximale d'attention obtenue au test 1 (T1), puis celle obtenue au test 2 (T2), ainsi que la corrélation entre les 2 tests. On a ensuite regardé s'il y avait des différences entre race, sexe, âge, influence paternelle selon le test 1 (T1), le test 2 (T2) et la différence entre les 2 tests (T2-T1). Pour analyser l'âge, on a fait 3 groupes d'âge. Les données ont été traitées avec des tests non-paramétriques et paramétriques. Seuls les résultats significatifs sont inscrits dans les résultats, quelques résultats supplémentaires intéressants sont mentionnés dans la discussion.

Résultats

La durée maximum d'attention moyenne est de 11.8 ± 10.5 sec pour le T1 et de 10.7 ± 6.9 sec pour le T2. La corrélation entre T1 et T2 (Fig. 3) est hautement significative (test de corrélation de rang de Spearman : $P < 0.001$, $r_s = 0.697$, $N = 46$). Trois groupes d'âge se comportent de manière différente entre T1 et T2 (Fig. 4). Le test non-paramétrique de Kruskal-Wallis est alors utilisé pour comparer ces 3 groupes ($N = 46$; $n_1 = 10$, $n_2 = 23$, $n_3 = 13$) et cette différence est significative (test de Kruskal-Wallis: $X^2 = 9.89$, $df = 2$, $P = 0.0071$; test de Fisher: $P = 0.026$). Afin de pouvoir comparer 2 de ces groupes de manière séparée le test non-paramétrique de Wilcoxon sur la somme des rangs pour 2 échantillons non appariés

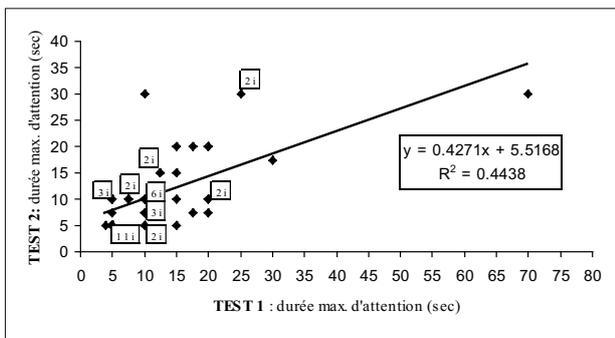


Figure 3 : Représentation de la droite de régression entre le test 1 et le test 2 avec la durée maximale d'attention de 46 chevaux ($x_i = \text{nb d'individus ayant obtenu le même résultat pour les 2 tests}$); Coefficient de détermination (R^2) : 44% de la variabilité totale; Test de corrélation de rang de Spearman significatif ($P < 0.001$), coefficient de corrélation de Spearman (r_s) = 0.697.

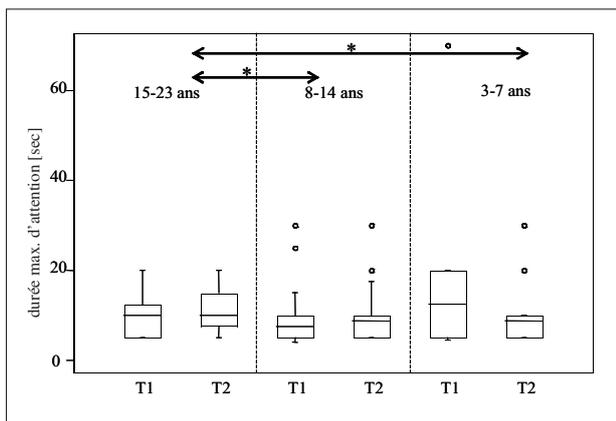


Figure 4: Représentation graphique de l'ensemble des données pour la durée maximale d'attention pour les 3 groupes d'âge (15–23ans, 8–14ans, 3–7ans); Test 1 (T1) & Test 2 (T2). Tests effectués pour comparer les 3 groupes d'âge en fonction de la donnée de la différence des 2 tests (Test 2 – Test 1):
 -Kruskal-Wallis pour comparer les 3 groupes d'âge
 -Wilcoxon sur la somme des rangs pour 2 échantillons non apparentés pour comparer 2 groupes 2 à 2
 -Fisher pour voir dans quel sens les différences se dirigent pour les groupes significatifs.
 Si un (*) est présent, alors les 2 groupes sont significatifs en tenant compte de la valeur ($T2-T1$).

est employé. Le groupe des jeunes diffère significativement du groupe des plus vieux (test de Wilcoxon: $P = 0.003$, $z = -2.95$) et de celui d'âge moyen (test de Wilcoxon: $P = 0.007$, $z = -2.71$). Le test de Fisher permet de voir dans quel sens les différences se dirigent. Le nombre de chevaux qui montrent soit une augmentation soit une diminution ou pas de changement dans leur performance entre le T1 et le T2 (Tab. 1) diffère aussi entre les classes d'âge (test de Fisher: jeune/vieux $P = 0.017$, jeunes/intermédiaires $P = 0.029$). Aucun jeune cheval n'a amélioré sa performance, alors que plus de la moitié d'entre eux ont diminué leur performance. La plupart des vieux che-

Tableau 1: Représentation des 46 chevaux, ayant participé aux 2 tests, repartis selon le tableau croisé de Fisher. Montre l'augmentation ou la diminution de leur durée maximale d'attention entre le test 1 (T1) et le test 2 (T2).

$T2-T1 < 0$: chevaux moins performants au test 2; $T2-T1 = 0$: chevaux constants; $T2-T1 > 0$: chevaux s'améliorant au test 2.

groupe d'âge	nb de chevaux avec $T2-T1 < 0$	nb de chevaux avec $T2-T1 = 0$	nb de chevaux avec $T2-T1 > 0$
3–7 ans	6	4	0
8–14 ans	5	9	9
15–23 ans	1	8	4

vaux n'ont pas montré de changement, tandis que la plupart des chevaux intermédiaires ont aussi bien amélioré que diminué leur performance. Malgré des moyennes différentes, aucune influence significative du sexe, de l'origine paternelle ou de la race ne peut être mise en évidence.

Discussion

Grâce au test utilisé, on vérifie que les chevaux sont capables de rester attentifs et qu'il est possible de mesurer la durée pendant laquelle ils soutiennent leur attention. Il faut préciser que la séance du test comporte plusieurs paliers et se déroule de manière continue. Le nombre d'essais pour arriver à une réussite varie suivant les individus et des pauses de 5 sec s'ajoutent entre les essais. La durée totale d'attention des chevaux est en fait supérieure à celle prise en compte dans cette étude.

Le test renouvelé 3 semaines plus tard a pu être exécuté sans nouvel apprentissage, preuve de mémoire à moyen terme. Le test s'est montré répétable avec une corrélation significative entre les 2 tests ce qui est une preuve de constance dans le temps d'attention individuelle. Le coefficient de détermination n'explique que 44% de la variabilité totale, les 66% inexpliqués sont probablement dus à la grande variabilité individuelle.

L'âge apparaît comme un facteur influençant grandement la durée d'attention. On peut supposer que les jeunes chevaux peuvent apprendre plus vite, mais fixer leur attention moins longtemps. Les chevaux plus âgés montrent plutôt une durée d'attention stable ou tendent à s'améliorer. Des études soulignent que l'âge semble être aussi un facteur important dans l'apprentissage des chevaux. Chez les jeunes chevaux, un apprentissage plus rapide (Mader et Price, 1980) et une investigation comportementale accrue ont été décrits chez des jeunes (Lindberg et Kelland, 1999). L'apprentissage est lié à l'attention et cette dernière dépend de la maturité du cerveau; toutefois il faut être prudent et ne pas émettre de liens hâtifs entre ces 2 notions. On suppose qu'un très jeune animal a plus de difficul-

tés à fixer son attention. Les chevaux âgés de 3 à 7 ans sont encore considérés comme jeunes, ils n'ont pas fini leur développement. Lors du 2^e test, on observe effectivement une diminution d'attention chez les jeunes chevaux qui pourrait être interprétée comme une baisse d'intérêt, l'attention initiale pouvant laisser place à l'impatience. Les jeunes animaux ont aussi certainement besoin de répéter plusieurs fois un exercice pour mémoriser à plus long terme. Concernant l'apprentissage et les chevaux plus âgés différentes études ont émis des idées contradictoires. Il n'est pas évident que la capacité à apprendre diminue chez les vieux chevaux (Waran et al., 2005). Des auteurs ont aussi observé que les chevaux plus âgés avaient un apprentissage plus lent (Mader et Price, 1980), tandis que d'autres ont montré que les juments ont besoin de plus d'essais pour apprendre une tâche que leurs poulains (Haupt et al., 1982). Concernant la durée d'attention les résultats de l'étude montrent néanmoins que les chevaux les plus vieux ou d'âge moyen, contrairement aux jeunes, maintiennent globalement ou augmentent leur performance. L'acquis semble donc probablement plus solide chez les vieux. On aurait pu s'attendre à ce que les chevaux plus âgés, plus matures, fassent preuve de plus de patience et de moins d'anxiété (Mal et al., 1993). L'étude montre que les jeunes sont souvent plus performants au 1^{er} test. Par contre on peut émettre l'hypothèse que ceux d'un certain âge sont plus patients lors du 2^e test. Bien qu'aucune différence significative ($P < 0.05$) n'ait été atteinte entre les 2 classes d'âge plus âgées, des «tendances» ($0.05 < P < 0.1$) apparaissent.

Pour évaluer l'effet du sexe, l'étude n'a porté que sur un nombre restreint de chevaux. Seuls les demi-sang (juments: $n1 = 6$; étalons: $n2 = 12$; hongres: $n3 = 6$) ont été retenus. On n'a pas pu montrer de différence significative de la durée d'attention entre ces groupes. Toutefois des «tendances» ($0.05 < P < 0.1$) intéressantes ont été mises en évidence aussi bien entre les juments comparées avec les étalons et les hongres re-

groupés (test de Wilcoxon: T2; $P = 0.062$) qu'entre les étalons comparés avec les juments et les hongres regroupés (test de Wilcoxon: T2-T1; $P = 0.095$). On observe une durée maximale d'attention constante chez les étalons ($moy_{rang} = 0.08$) et une baisse de performance chez les hongres ($moy_{rang} = -4.58$) et les juments ($moy_{rang} = -9.00$). Pour évaluer une influence paternelle, on ne disposait que de peu d'individus. Il est cependant intéressant de noter que le test paramétrique de comparaison de variance a permis de comparer certains chevaux à l'ensemble des autres chevaux et qu'une «tendance» ($0.05 < P < 0.1$) s'est dessinée entre 3 demi-frères (test paramétrique de comparaison de variance: T1: $P = 0.101$, T2: $P = 0.079$, T2-T1: $P = 0.058$) comparés aux autres chevaux.

En conclusion, l'étude montre que la durée d'attention maximale varie entre individus et qu'elle est vraisemblablement spécifique à chacun. Cette différence individuelle s'explique en partie par l'âge qui semble jouer un rôle essentiel. Même si certaines «tendances» ont été observées, les observations et les hypothèses de certains auteurs sur une influence possible de la race, du sexe et des parents sur les capacités d'apprentissage n'ont pas pu être confirmées en mesurant la durée d'attention. Le nombre relativement faible de sujets étudiés et la grande différence individuelle constatée pourraient l'expliquer. Les résultats concernant le sexe et les origines génétiques sont toutefois intéressants et fournissent une piste pour de futures recherches.

Remerciements

On remercie l'Université de Neuchâtel qui a permis de réaliser un travail sur les chevaux, le Haras national d'Avenches pour sa collaboration, la mise à disposition des chevaux, des écuries et pour l'aide précieuse que le personnel du haras ont apporté tout au long de cette étude et l'Université de Rennes qui a permis de travailler avec des personnes spécialisées.

Messung der Aufmerksamkeitsdauer beim Pferd

Die mit 49 Pferden ausgeführte Studie hat gezeigt, dass es möglich ist, mit Hilfe operanter Konditionierung die Aufmerksamkeitsdauer zu messen. Die Pferde lernten eine mit einem Signal gemessen, verbundene instrumentale Aufgabe auszuführen. Wir haben die Aufmerksamkeitsdauer, indem die Pferde die ihnen gestellte Aufgabe während zunehmend längeren Zeitabschnitten durchführen mussten und das Ergebnis dauernd überprüft wurde. Es

Misurazione della durata di attenzione del cavallo

Lo studio effettuato su 49 cavalli ha mostrato che è possibile misurare la durata di attenzione con l'aiuto di un condizionamento operante. I cavalli hanno imparato ad eseguire un compito strumentale legato ad un segnale. Durante delle sezioni temporali sempre più lunghe abbiamo misurato la durata di attenzione in cui i cavalli dovevano eseguire il compito dato e comprovato il risultato costantemente. Si sono effettuati due test a distanza di

fanden zwei Tests im Abstand von 3 Wochen statt. Der 2. Test konnte ohne erneutes Lehren durchgeführt werden und weist auf gute Erinnerungsfähigkeit hin. Die Wiederholbarkeit des Tests weist auf Beständigkeit der Aufmerksamkeit hin. Wir fanden einen signifikanten Unterschied in der Aufmerksamkeit zwischen den Altersgruppen. Junge Pferde erbrachten gute Leistungen im 1. Test, zeigten aber eine geringere Aufmerksamkeit im 2. Test, während ältere Pferde beim 2. Test eine gleich bleibende oder leicht verbesserte Aufmerksamkeitsdauer vorwiesen. Die Studie zeigt, dass individuelle Unterschiede vorhanden waren, aber kein signifikanter Einfluss von Rasse, Geschlecht oder väterlichem Einfluss nachgewiesen werden konnte. Somit stellt die Lernfähigkeit eine interessante Möglichkeit dar, die Aufmerksamkeit der Pferde und ihre Verhaltensweisen zu bewerten.

3 settimane. Il 2° test è stato effettuato senza ulteriore istruzione e rileva di una buona capacità di memorizzazione. La ripetibilità del test indica un'invariabilità dell'attenzione. Abbiamo rilevato una differenza significativa dell'attenzione tra i diversi gruppi di età. I cavalli giovani hanno ottenuto buone prestazioni nel 1° test, ma mostravano una minore attenzione nel 2° mentre i cavalli più vecchi nel 2° test hanno mostrato un'eguale o leggermente migliorata durata di attenzione. Lo studio rivela differenze individuali già esistenti ma non può dimostrare la presenza di un'influsso significativo provocato da razza, sesso o paternità. La capacità di apprendimento è perciò un'interessante possibilità per valutare l'attenzione e il tipo di comportamento del cavallo.

Références

- Adda A., Catroux H.: L'Enfant doué. Odile Jacob, Paris, 2003.
- Bégin C.: Le rôle de l'attention et de la concentration dans les études. Association québécoise de pédagogie collégiale, Montréal, 1991.
- Bubna-Littitz H., Weinberger H., Windischbauer G.: Bestimmung der oberen Hörgrenze des Pferdes mittels operanter Konditionierung. Wien. Tierärztl. Mschr. 1995, 82: 259–263.
- Budzynski M., Soltys L., Wawioroko J.: Estimate of excitability of half-bred horses. 43 Annual Meeting FEZ, Madrid, 1992.
- Burger D., Rapin V., Jallon L., Ionita J.-C., Doherr M., Poncet P.-A.: Introduction d'un test de comportement pour les chevaux de la race des Franches-Montagnes. 30e Journée de la recherche équine, Paris, 2004.
- Chalvin D.: Utiliser tout son cerveau. ESF, 1995.
- Clarke J.V., Nicol C.J., Jones R., McGreevy P. D.: Effect of observational learning on food selection in horses. Appl. Anim. Behav. Sci. 1996, 50: 177–184.
- Dixon J.: Pattern discrimination, learning set, and memory in pony. In: Proceedings of the Paper Presented at the Midwestern Psychological Association Convention, Chicago, 1966.
- Dixon J.: The horse: a dumb animal?...neigh! Thoroughbred Rec. 1970, 192: 1654–1657.
- Dougherty D. M., Lewis P.: Stimulus generalization, discrimination learning, and peak shift in horses. J. Exp. Anal. Behav. 1991, 56: 97–104.
- Felkel A. M.: Méthodes de travail, la mémoire. Communications personnelles, Genève, 2004.
- Fiske J. C., Potter G. D.: Discrimination reversal learning in yearling horses. J. Anim. Sci. 1979, 49: 583–588.
- Giebel H. D.: Visuelles Lernvermögen bei Einhufern. Zool. Jahrb. 1958, 67: 487.
- Goussard J.-P.: Les rythmes de vie chez l'enfant. Guide de l'Enseignant I, 1998.
- Grzimek B.: Gedächtnisversuche mit Pferden. Z. Tierpsychol. 1944, 6: 391.
- Haag E. L., Rudman R., Houpt K. A.: Avoidance, maze learning and social dominance in ponies. J. Anim. Sci. 1980, 50: 329–335.
- Heird J. C., Lennon A. M., Bell R. W.: Effects of early experience on the learning ability of yearling horses. J. Anim. Sci. 1981, 53: 1204–1209.
- Heird J. C., Lokey C. E., Cogan D. C.: Repeatability and comparison of two maze tests to measure learning ability in horses. Appl. Anim. Behav. Sci. 1986, 16: 103–119.
- Haupt K. A., Parsons M. S., Hintz H. F.: Learning ability of orphan foals, of normal foals and of their mothers. J. Anim. Sci. 1982, 55: 1027–1032.
- Haupt K. A., Zahorik D. M., Swartzman-Andert J. A.: Taste aversion learning in horses. J. Anim. Sci. 1990, 68: 2340–2344.
- Le Scolan N., Hausberger M., Wolff A.: Stability over situations in temperamental traits of horses as revealed by experimental and scoring approaches. Behav. Process. 1997, 41: 257–266.
- Lindberg A. C., Kelland A., Nicol C. J.: Effects of observational learning on acquisition of an operant response in horses. Appl. Anim. Behav. Sci. 1999, 61: 187–199.
- Mader D. R., Price E. O.: Discrimination learning in horses: effects of breed, age and social dominance. J. Anim. Sci. 1980, 50: 962–965.

- Mal M. E., Mc Call C. A., Newland C., Cummins K. A.: Evaluation of a one-trial learning apparatus to test learning ability in weaning horses. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 1993, 35: 305–311.
- Marinier S. L., Alexander A. J.: The use of a maze in testing learning and memory in horses. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 1994, 39: 177–182.
- McCall C. A.: The Effect of Body Condition of Horses on Discrimination Learning Abilities. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 1989, 22: 327–334.
- McCall C. A., Potter G. D., Friend T. H., Ingram R. S.: Learning abilities in yearling horses using the Hebb-Williams closed-field maze. *J. Anim. Sci.* 1981, 53: 928–933.
- McLean A. N.: Short-term spatial memory in the domestic horse. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2003, (in press).
- Mills D., McDonnell S.: *The Domestic Horse*. Cambridge University Press, 2005.
- Montagner H.: *Les rythmes biologiques de l'enfant*. Sci. vie, Hors série: L'échec scolaire. 1988.
- Myers R. D., Mesker D. C.: Operant responding in a horse under several schedules of reinforcement. *J. Exp. Anal. Behav.* 1960, 3: 161–164.
- Nicol C. J.: Equine learning: progress and suggestions for future research. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2002, 78: 193–208.
- Rapin V.: *Mesure de la durée d'attention chez le cheval*. Master of Science, Université de Neuchâtel, CH, 2005.
- Rubin L., Oppegard C. and Hintz H. F.: The effects of varying the temporal distribution of conditioning trials on equine learning behavior. *J. Anim. Sci.* 1980, 50 (6).
- Sappington B. F., Goldman L.: Discrimination learning and concept formation in the arabian horse. *J. Anim. Sci.* 1994, 72: 3080–3087.
- Sappington B. F. K., McCall C. A., Coleman D. A., Kuhlers D. J., Lishak R. S.: A preliminary study of the relationship between discrimination reversal learning and performance tasks in yearling and 2-year-old horses. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 1997, 53: 157–166.
- Smith S., Goldman L.: Color discrimination in horses. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 1999, 62: 13–25.
- Vester F.: *Penser, apprendre, oublier*. Delachaux & Niestlé, Neuchâtel-Paris, 1984.
- Wahlsten D.: Genetic experiments with animal learning: a critical review. *Behav. Biol.* 1972, 12: 222–238.
- Waran N. K., Casey R.: *Horse training*. In: *The Domestic Horse*, 2005.
- Wolff A., Hausberger M.: Learning and memorisation of two different tasks in horses: the effects of age, sex and sire. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 1996, 46: 137–143.

Adresse de correspondance

Véronique Rapin, Ch. de la Carrière, CH-1264 St-Cergue, E-mail: veronique.rapin@unine.ch

Enregistrement : 9 février 2006

Accepté : 23 juin 2006