

Modèle et allures 2.0 – franches-montagnes

Rapport 2020

Annik Gmel, Eyrun Haraldsdottir, Ruedi von Niederhäusern, Michael Weishaupt, Markus Neuditschko
annik.gmel@agroscope.admin.ch

Introduction

Dans l'élevage équin en Suisse, le type, la conformation et les allures sont traditionnellement pointés par les juges de races. Les notes du pointage restent subjectives, malgré l'expertise des juges. Le but du projet Modèle et Allures 2.0 est de mesurer de manière plus objective la variation de la conformation et de la qualité des allures du cheval franches-montagnes (FM). Ces mesures seront ensuite mises en relation avec la génomique afin d'identifier des gènes responsables pour certains aspects de la conformation ou de la qualité des allures, au-delà des variantes pour la taille.

Pour le projet Modèle et Allures 2.0, différents aspects de la conformation (surtout des angles articulaires) ont donc été relevés à base de photos. Pour la qualité des allures, les chevaux ont été équipés avec des capteurs à inertie et ensuite mesurés sur une longue ligne droite au pas et au trot.

Ce rapport présentera d'abord les résultats globaux des chevaux de trois ans mesurés en 2020. En annexe, vous trouverez le résultat de votre cheval en comparaison avec la moyenne globale et la moyenne par sexe (pour la partie modèle).

Partie 1 - Modèle

Modèle – principes et méthodes

Grâce à une nouvelle méthode qui se base sur une photo standardisée, des aspects de la conformation, tels que les angles articulaires comme l'inclinaison de l'épaule ou de la croupe, peuvent être mesurés de manière objective (Figure 1). De plus, la méthode prend en compte le contour des chevaux, ce qui permet de quantifier le modèle ou type (léger – lourd).



Figure 1: Le Horse Shape Space, appliqué à un étalon franches-montagnes. On doit d'abord tracer le contour de toutes les photos de l'échantillon à l'ordinateur, puis extraire les angles morphologiques entre certains points anatomiques.

Echantillon - Modèle

En 2020, nous avons pu mesurer 51 chevaux FM, dont 15 élèves étalons au test en station, ainsi que 16 juments et 20 hongres présentés au test en terrain à Avenches ou sur place chez quelques éleveurs. Pour cette analyse, nous ne considérons que les chevaux de trois ans.

Hauteur au garrot

L'échantillon FM avait une hauteur au garrot moyenne de 156.3 cm avec une déviation standard de 3.10 cm. Le plus petit cheval était une jument, avec une taille de 146 cm, alors que le plus grand était un hongre de 164 cm. En moyenne, les étalons étaient légèrement plus grand, mais le groupe de hongres avaient plus de chevaux tirant dans les extrêmes, avec trois hongres au-dessus du but d'élevage. Aucun des étalons n'était évidemment plus grand que 160 cm. La sélection sur la taille est donc relativement efficace, étant donné que les hongres ne contribuent pas à l'élevage futur, et que seule une jument sur 16 était effectivement en dehors du but d'élevage.

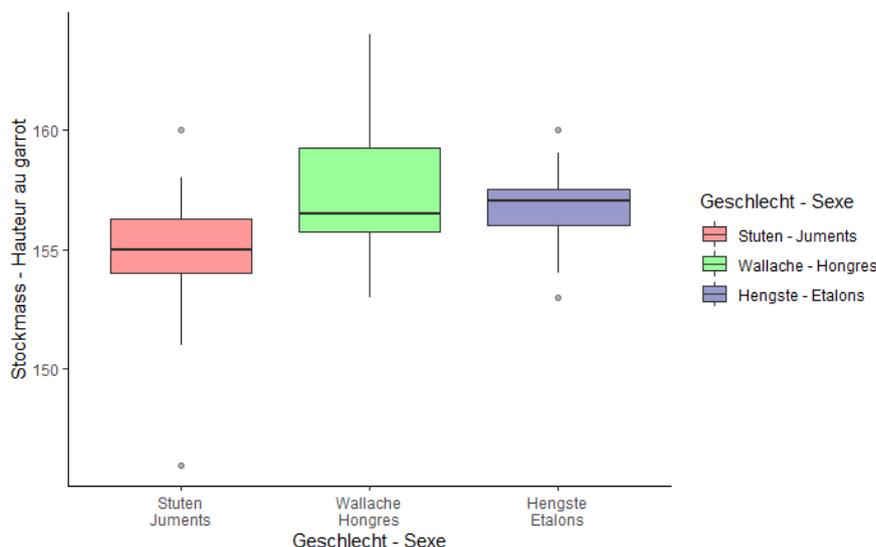


Figure 2: Boxplot des mesures de la hauteur au garrot lors du test en terrain ou de la sélection nationale des étalons à Glovelier (élèves étalons)

Angles articulaires

Le modèle Horse Shape Space utilise le contour et certains angles articulaires (nuque, épaule, coude, carpe, hanche, grasset, jarret, pâturons) d'un cheval photographié de côté. L'angle de la nuque avait la plus grande variance, et l'angle du carpe avait la plus petite. Pour l'angle du carpe, les éleveurs sélectionnent déjà contre les deux extrêmes (genou renvoyé ou creux). En moyenne, le sexe avait un effet significatif sur l'angle de l'épaule, du coude et du grasset. L'épaule, par exemple, était plus inclinée chez les étalons que chez les hongres et les juments. En général, les mesures variaient moins pour les étalons comparés aux autres chevaux. Ceci indique que, consciemment ou non, les étalons ont un effet stabilisateur sur le modèle de la population, alors que les juments présentent davantage de variation.

Tableau 1: Statistique descriptive de la taille et des mesures d'angles de 51 chevaux, ainsi que de l'effet du sexe sur ces mesures (estimés avec une ANOVA)

Mesure	Min	Moyenne ± déviation standard	Max	Intervalle	Effet du sexe	
					F-Value	p-Value
Hauteur au garrot	146.00	156.30 ± 3.10	164.00	18.00	4.56	0.015*
Nuque	89.35	103.42 ± 5.47	115.48	26.13	2.67	0.079
Epaule	96.60	105.30 ± 4.61	115.60	19.00	8.11	0.0009***
Coude	129.00	138.20 ± 4.30	146.10	17.10	10.88	0.0001***
Carpe	172.80	178.00 ± 1.56	180.00	7.20	0.91	0.409
Pâturon antérieur	141.50	149.00 ± 4.66	158.60	17.10	0.78	0.466
Hanche	70.81	78.24 ± 2.92	86.60	15.79	3.16	0.051
Grasset	92.01	100.82 ± 3.75	109.93	17.92	11.86	<0.0001***
Jarret	144.10	152.20 ± 2.85	157.30	13.20	0.18	0.836
Pâturon postérieur	146.40	155.60 ± 4.63	167.30	20.90	0.76	0.474

Contour

Les contours sont constitués de multiples points représentés par des coordonnées pixels. On analyse ensuite les différences marquantes entre contours avec une analyse des composantes principales (PC), visualisées sur les axes d'influence majeure. La hauteur de la tête et le degré de flexion de nuque sont liés à la position du cheval au moment où la photo est prise, et sont représentés par les deux premières composantes principales (PC1 et PC2, voir Figure 2). Cet effet indésirable complique nos analyses, mais est inévitable car il dépend du niveau d'excitation du cheval. Les études précédentes avaient déjà démontré que la position de la tête avait une grande influence sur le contour. Cet effet indésirable peut être compensé par la statistique, mais pas entièrement évité sur le terrain. Considérant la taille de l'échantillon, il est difficile d'attribuer des effets aussi précis aux autres composantes.

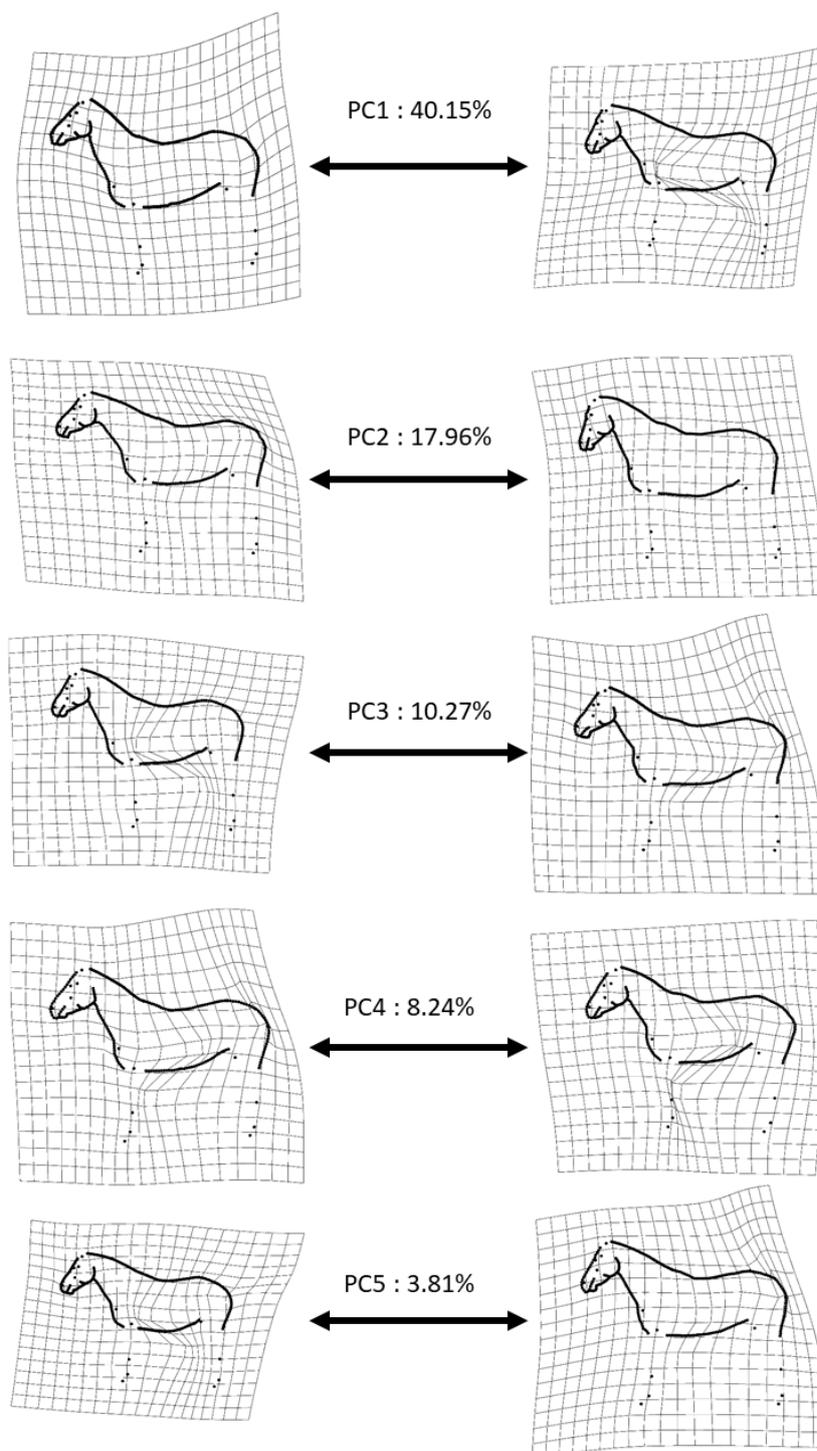


Figure 3: Visualisation des cinq premières composantes principales (PC) avec les contours représentant les extrêmes. La variance représentée par chaque composante principale est visible au dessus des flèches.

Cependant, le sexe avait un effet important sur les composantes PC3 et PC4, dont les extrêmes diffèrent surtout par rapport à la musculature de l'encolure, la saillance du garrot et de la ligne du dos (Figure 4). Il n'est pas encore clair si l'encolure des étalons est plus large seulement à cause des effets de la testostérone ou si le type plus lourd est davantage présent chez les étalons en général, compensant la tendance vers un type plus léger chez les juments et hongres.

Tableau 2: Effet du sexe sur les composantes principales de 51 contours de chevaux (résultats de l'ANOVA avec sexe comme effet de groupe)

Composante principale	F-Value	P-Value
PC1	0.299	0.743
PC2	2.43	0.0988
PC3	9.263	0.000396***
PC4	13.19	<0.0001***
PC5	0.698	0.503

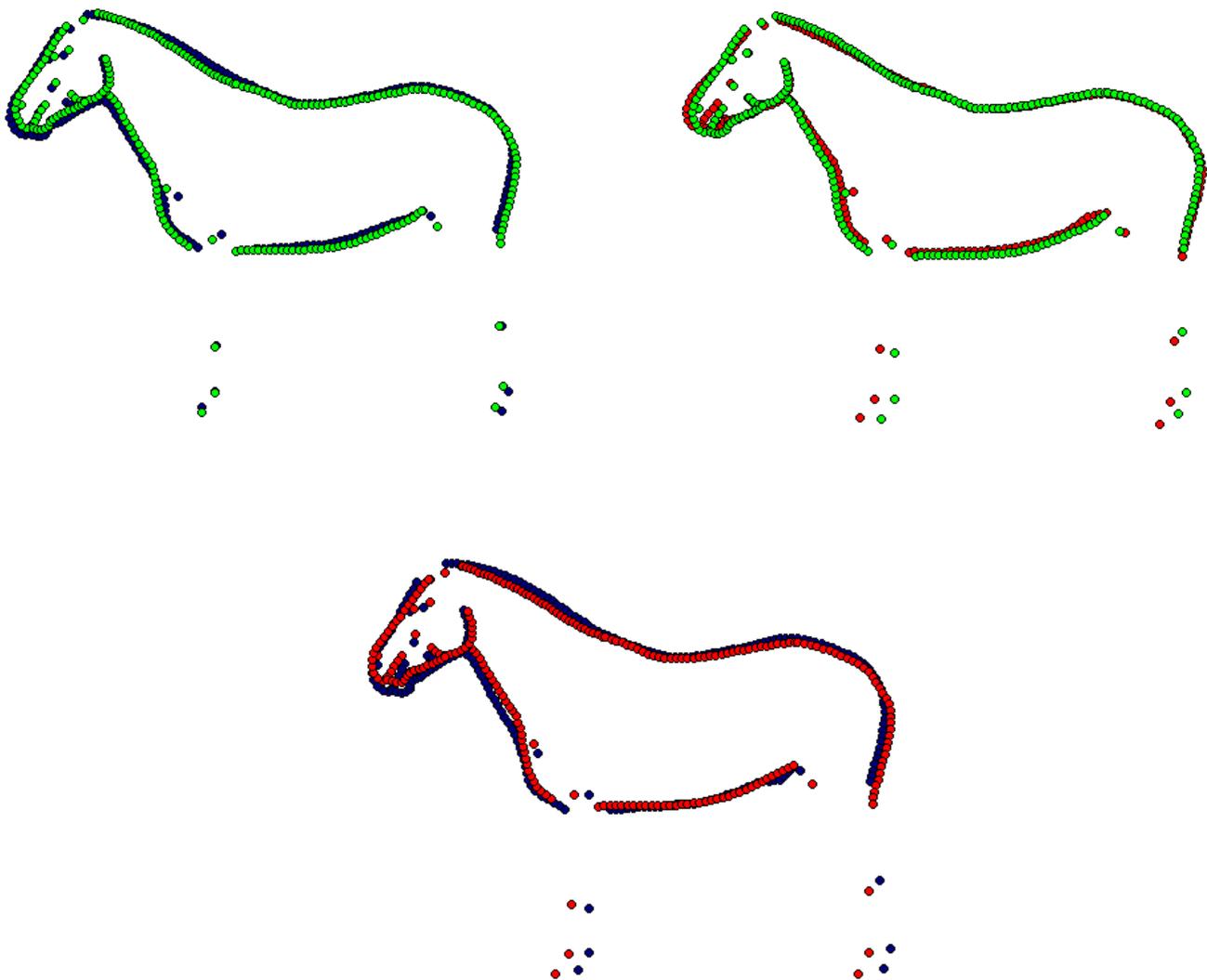


Figure 4: comparaison bilatérales des contours de l'étalon (bleu), hongre (vert) et jument (rouge) moyen

Au vu de ces différences liées au sexe, les résultats individuels des chevaux seront représenté sur la moyenne du sexe du cheval, et non sur la moyenne de tout l'échantillon.

Partie 2 - allures

Qualité des allures – principes et méthodes

L'évaluation de la qualité des allures est extrêmement difficile à l'œil nu. Les traits tels que l'élasticité ou l'harmonie ne sont décrits que de manière subjective. De plus, la capacité naturelle de l'œil humain à distinguer des mouvements rapides au trot et au galop est très limitée. Pour contrer ce problème, les vétérinaires utilisent de plus en plus souvent des capteurs qui permettent de mesurer les mouvements subtiles et rapides de chevaux afin d'améliorer la qualité de leur diagnostic lors d'évaluations de boiteries.

Pour le projet Modèle et Allures 2.0, les chevaux sont mesurés avec le système de capteurs EquiMoves, qui prend en compte les mouvements de la tête, des membres et du dos. Les chevaux ont été présentés en aller-retour sur une ligne droite d'environ 35 mètres au pas et au trot jusqu'à obtenir deux mesures valides par allure. Pour garantir une bonne qualité de la mesure, les chevaux devaient rester dans la même allure, et ne pas avoir fait de mouvements «parasites» comme secouer la tête ou bocquer. La vitesse du cheval était enregistrée à l'aide d'un chronomètre à barrage photoélectrique.

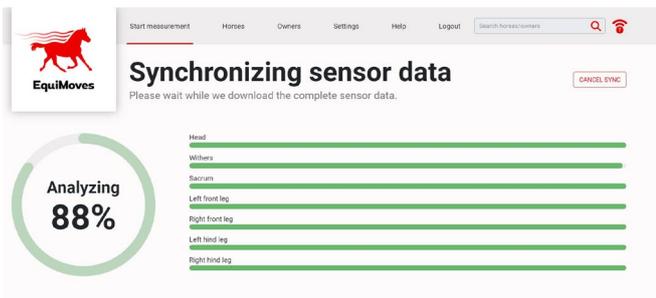
Déroulement



1. Application des capteurs sur les membres, un surfaix de longe, la têtière de la bride et la croupe



2. Présentation du cheval sur une ligne droite d'environ 35 mètres



3. Synchronisation des capteurs avec un programme d'ordinateur



4. Récupération des capteurs, fin des mesures

Les traits de la qualité des allures sont souvent décrits par une combinaison de mesures. L'amplitude de la foulée, par exemple, est quantifiée par la longueur de foulée ainsi que par le mouvement en avant des antérieurs, que l'on peut mesurer par l'angle de protraction. Etant donné que nous travaillons avec un système commercial, nous n'avons qu'une sélection de paramètres que nous pouvons mesurer. Nous allons d'abord décrire les paramètres mesurés, puis donner les résultats à la fin du rapport sous forme de tableaux.

Interprétation des mesures

- Angles de protraction des antérieurs → Amplitude
- Angles de protraction des postérieurs → Engagement des postérieurs
- Angles d'abduction-adduction des membres → Rectitude de l'allure
- Excursion verticale du tronc → Elasticité
- Longueur et fréquence de foulée → Amplitude
- Durée de la phase de suspension → Elasticité



Vitesse, fréquence et longueur de foulée

Avec les capteurs, nous pouvons calculer la durée et la fréquence des foulées. La fréquence et la vitesse du cheval nous donnent la longueur de la foulée.

Angle de protraction-rétraction

L'angle de protraction décrit l'avancement du membre vers l'avant (en direction de la tête), alors que l'angle de rétraction décrit le mouvement inverse, de combien de degrés le membre est reculé vers l'arrière (en direction de la queue). L'angle de protraction maximal des antérieurs quantifie un aspect de l'amplitude, alors que l'angle de protraction maximal des postérieurs quantifie leur engagement sous le corps.

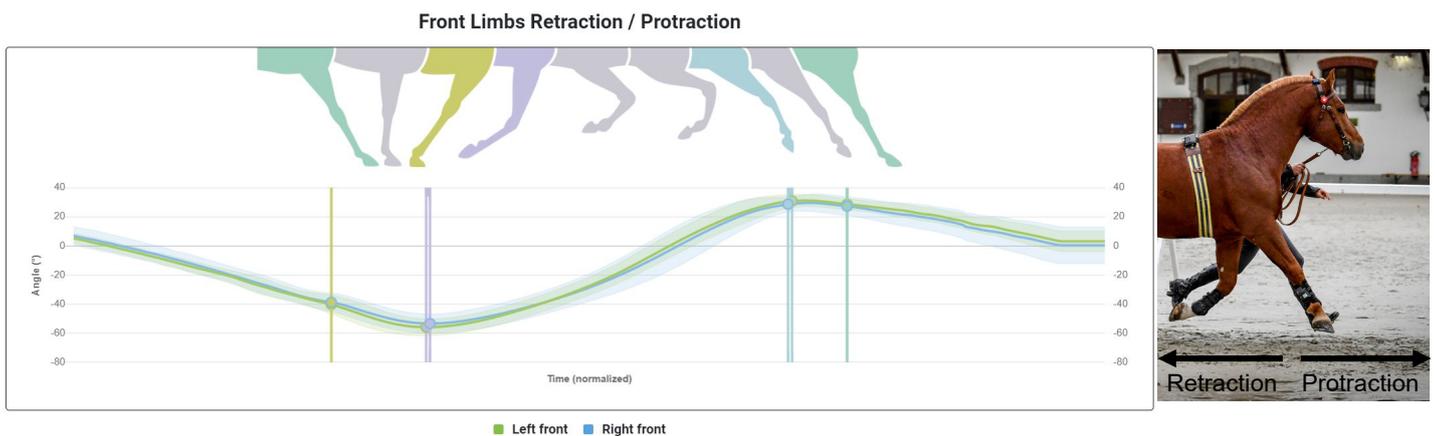


Figure 5: angle de protraction-rétraction des antérieurs (vert=gauche, bleu=droit). Le sommet de la courbe représente l'angle de protraction maximal, alors que le point le plus bas représente l'angle de rétraction maximal. Le graphique provient du programme EquiMoves.

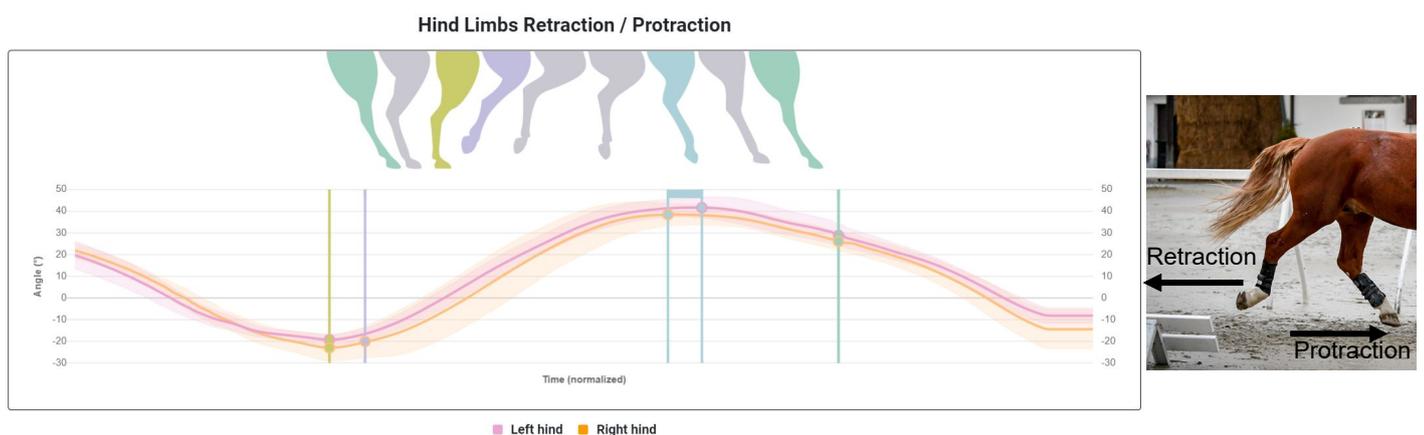


Figure 6: angle de protraction-rétraction des antérieurs (rose=gauche, orange=droit). Le sommet de la courbe représente l'angle de protraction maximal, alors que le point le plus bas représente l'angle de rétraction maximal. Le graphique provient du programme EquiMoves.

Angles d'abduction et d'adduction

L'angle d'abduction représente le mouvement d'écartement du membre en relation à l'axe de ce membre quand le cheval a son poids dessus à l'arrêt. L'angle d'adduction représente le mouvement inverse, c'est-à-dire de faire revenir le membre vers le centre de l'animal par rapport à l'axe du membre quand le cheval est posé dessus à l'arrêt. Lorsque le membre part de côté (plus abduction) lorsqu'il est avancé (en phase de protraction), le cheval billarde. On constate souvent ce défaut chez les chevaux cagneux. L'inverse, quand le membre est tiré vers l'intérieur (plus d'adduction) en phase de protraction, est souvent observé chez les chevaux panards.

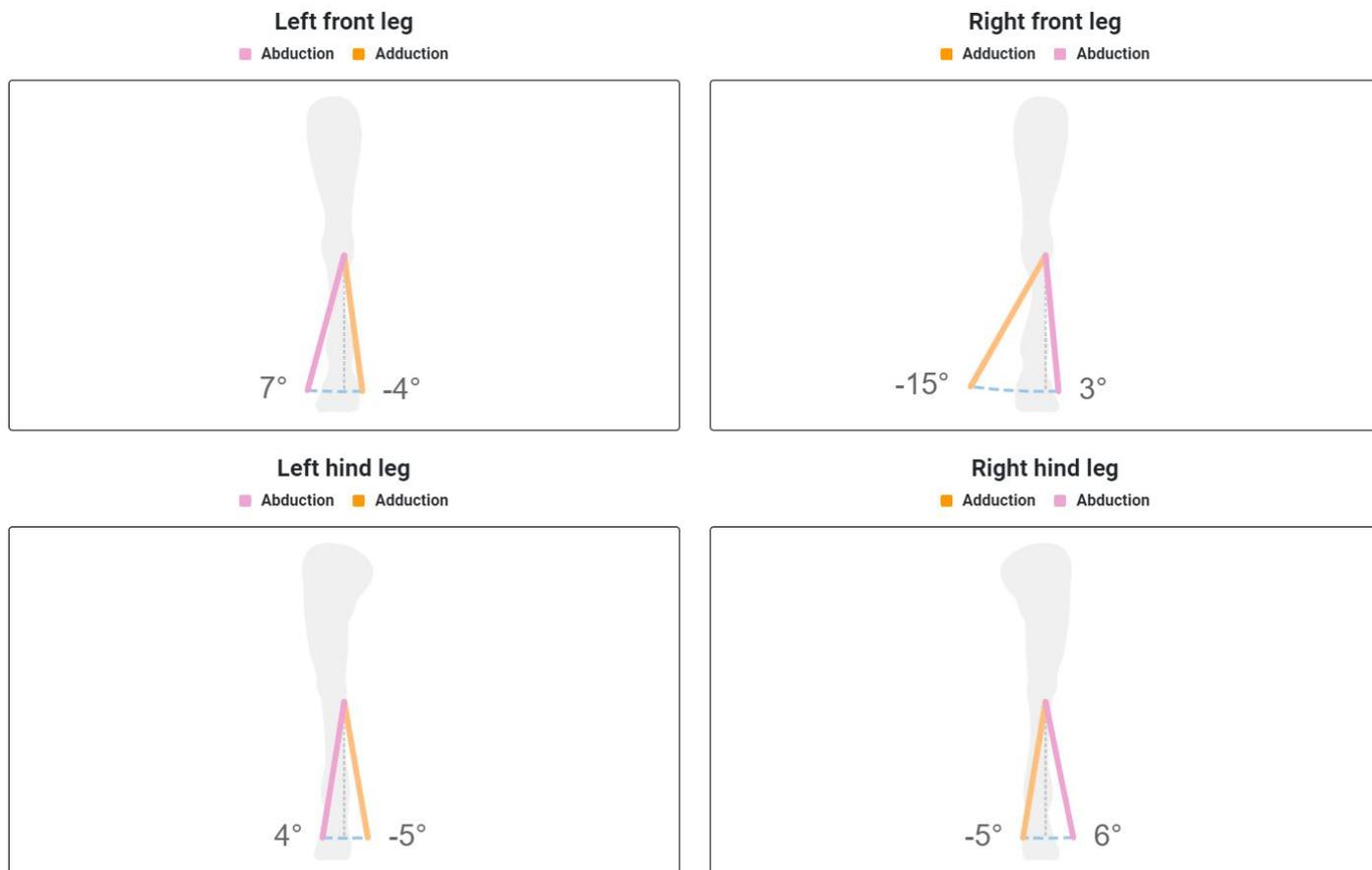


Figure 7: les quatre membres vus de derrière (en haut à gauche = antérieur gauche, en haut à droite = antérieur droit, en bas à gauche = postérieur gauche, en bas à droite = postérieur droit). Graphique d'EquiMoves

Dans l'exemple ci-dessus (Figure 7), le cheval montre une forte adduction de l'antérieur droit, mais reste relativement correct dans les autres membres.

Durée de la phase de suspension

Au trot, les sabots diagonaux touchent le sol de manière approximativement simultanée, suivi d'une phase de suspension lors de laquelle les quatre membres sont en l'air. Cette phase aérienne est une mesure de l'élasticité et contribue en partie à la longueur de foulée au trot.

Excursion verticale du tronc

L'excursion verticale du tronc est mesurée avec le capteur placé sur le surfaix. Ce paramètre mesure le mouvement du cheval vers le haut et vers le bas au trot (Figure 8) et représente des aspects de l'élasticité et de la relaxation du cheval. C'est une approximation du mouvement «aérien» du cheval.

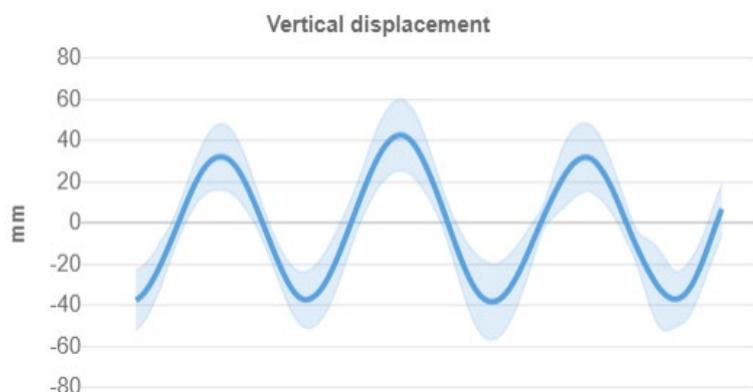


Figure 8: Représentation de l'excursion verticale du tronc selon le programme EquiMoves en millimètres. A droite, un étalon franches-montagnes au trot.

Les résultats descriptifs des mesures pour un échantillon de 54 chevaux de trois ans sont représentés dans les tableaux suivants:

Tableau 3: Statistiques descriptives des paramètres de qualité des allures au pas (les angles de rétraction et d'adduction sont en valeurs absolues)

Paramètre	Membre	Min	Moyenne ± déviation standard	Max	Intervalle
Vitesse (m/s)	-	1.49	1.75 ± 0.10	1.93	0.44
Fréquence de foulée	-	0.79	0.95 ± 0.05	1.05	0.27
Longueur de foulée (m)	-	1.51	1.83 ± 0.12	2.11	0.60
Protraction (degrés)	FL	20.16	32.05 ± 2.78	33.85	15.93
	FR	21.78	32.19 ± 2.61	33.79	14.63
	HL	20.34	26.35 ± 2.14	28.23	9.69
	HR	20.37	26.19 ± 2.15	27.83	9.38
Rétraction (degrés)	FL	28.69	39.44 ± 3.24	46.73	18.04
	FR	24.93	39.86 ± 3.30	45.81	20.88
	HL	17.68	28.76 ± 2.29	33.47	15.79
	HR	16.78	28.56 ± 2.37	32.10	15.32
Abduction (degrés)	FL	1.88	4.05 ± 0.98	4.68	4.66
	FR	0.00	5.99 ± 2.49	7.60	11.63
	HL	2.54	4.27 ± 0.88	4.77	3.71
	HR	1.62	3.76 ± 1.47	4.28	8.40
Adduction (degrés)	FL	4.16	5.72 ± 2.58	16.25	15.52
	FR	3.37	3.95 ± 1.07	8.38	6.23
	HL	2.92	4.01 ± 1.80	9.20	7.43
	HR	3.51	4.43 ± 1.35	10.59	8.05

FL: antérieur gauche, FR: antérieur droit, HL: postérieur gauche, HR: postérieur droit

Tableau 4: Statistiques descriptives des paramètres de qualité des allures au trot (les angles de rétraction et d'adduction sont en valeurs absolues).

Paramètre	Membre	Min	Moyenne ± déviation standard	Max	Intervalle
Vitesse (m/s)	-	3.76	4.60 ± 0.35	5.21	1.45
Fréquence de foulée	-	1.36	1.53 ± 0.09	1.71	0.34
Longueur de foulée (m)	-	2.64	3.02 ± 0.23	3.78	1.14
Protraction (degrés)	FL	19.00	27.55 ± 2.86	33.37	14.37
	FR	19.04	27.48 ± 3.24	32.76	13.72
	HL	22.27	33.22 ± 3.36	41.13	18.86
	HR	24.69	33.23 ± 3.71	44.63	19.94
Rétraction (degrés)	FL	38.74	52.56 ± 4.21	61.55	22.81
	FR	38.12	53.13 ± 4.26	60.90	22.78
	HL	16.82	23.07 ± 2.75	27.43	10.61
	HR	17.03	23.11 ± 2.75	29.97	12.94
Abduction (degrés)	FL	2.09	5.34 ± 2.10	10.85	8.76
	FR	2.35	7.92 ± 3.54	18.20	15.85
	HL	2.20	5.61 ± 1.82	9.75	7.55
	HR	2.46	5.21 ± 1.73	10.53	8.07
Adduction (degrés)	FL	3.03	9.57 ± 3.74	17.10	14.07
	FR	2.12	6.47 ± 2.75	16.00	13.88
	HL	2.29	5.45 ± 1.74	10.34	8.05
	HR	2.51	6.07 ± 1.80	10.16	7.65
Durée de la phase de suspension (s)	L	-0.011	0.040 ± 0.019	0.073	0.083
	R	-0.010	0.039 ± 0.019	0.084	0.094
Excursion verticale du tronc (mm)	-	74.34	103.67 ± 14.16	140.75	66.41
Excursion verticale du tronc (% taille)	-	4.80	6.60 ± 0.90	9.00	4.00

FL: antérieur gauche, FR: antérieur droit, HL: postérieur gauche, HR: postérieur droit

Commentaires sur les résultats

Les analyses de la conformation et de la qualité des allures présentées dans ce rapport se basent sur une seule journée de mesure par cheval. Tout comme lors d'un test en terrain, il est possible que le cheval se soit moins bien présenté que ce qu'il aurait pu un autre jour, ou qu'il se soit au contraire surpassé au moment des mesures.

Pour les analyses morphométriques du contour et des angles articulaires, une photo est utilisée. Nous avons choisi la «meilleure» concernant la position du cheval. Cependant, nous étions limités dans le choix de l'image pour les chevaux très excités.

Pour les résultats concernant la qualité des allures, il est très important de considérer le point suivant: aucun des paramètres, à l'exception notable de l'excursion verticale du tronc, n'a été normalisé ou mis à l'échelle. Cela signifie qu'une comparaison directe de la longueur de foulée et de la vitesse n'est pas entièrement valide, puisqu'on ne prend pas en compte la taille (hauteur au garrot) ni la longueur des membres. La vitesse devrait avoir un effet sur les paramètres mesurés. Cependant, nous n'avons pas pu constater d'effet statistiquement significatif sur l'échantillon présenté ici. Nous espérons mesurer plus de chevaux en 2021 afin d'augmenter la validité de nos analyses et pouvoir faire des pronostiques plus précis.

