



4723

26^{ème} journée d'étude1^{er} mars 2000

LES HARAS NATIONAUX

Mesures du modèle et des allures chez les jeunes chevaux destinés au dressage : comparaison des races françaises, allemandes et espagnoles

E. BARREY¹, F. DESLIENS¹, Dominique POIREL¹, Sophie BIAU²,
Sophie de BEAUREGARD², B. LANGLOIS¹

¹ INRA
Station de Génétique Quantitative et Appliquée
78352 Jouy-en-Josas
France

² Ecole Nationale d'Equitation
49411 Saumur
France

Résumé

Le système Equimétrie d'analyse des allures et de la conformation a été utilisé pour évaluer objectivement les différences de conformation et d'allures de trois groupes de races ayant des aptitudes pour le dressage. L'objectif de ce travail est de comparer nos meilleurs jeunes chevaux de 3 ans qualifiés pour la finale « Plus Dressage » avec des chevaux du même âge des races allemandes (Hanovre, Oldenburg et Westphalien) et de Pure race espagnole sélectionnées pour l'aptitude au dressage. Les meilleurs jeunes chevaux Selle français qualifiés pour le dressage ont un modèle très semblable au modèle des races allemandes par contre leurs allures sont moins favorables pour le dressage.

Mots-clés : Dressage – Allures – Modèle – Race – Biomécanique – Chevaux

Summary

Three genetic groups of horses breed for dressage were compared using the Equimetrix system which measured the gaits and the conformation. The best 3 years old French Saddle horses qualified for dressage were tested and compared with 3 years old horses bred for dressage in Germany (Hanoverian, Oldenburger and Westfalian) and Spain (Pur Spanish Breed). The best dressage French Saddle horses had in average a quite similar conformation as the German horses but they had poor gaits for dressage.

Key-words : Dressage - Gaits – Conformation – Breed – Biomechanics - Horses

INTRODUCTION

Dans toutes les cours d'Europe du XV^{ème} au XVIII^{ème} siècle, ce sont les chevaux de race andalouse qui étaient les plus utilisés par les écuyers pour le dressage académique (LENOIR 1998). A la cour de Versailles, François ROBICHON de La GUÉRINIÈRE (1769) a affirmé sa préférence pour le cheval andalou comme cheval de manège. De nos jours, l'Ecole espagnole de Vienne, l'Ecole de Jerez en Andalousie et l'Ecole portugaise d'art équestre sont les principaux gardiens de cette tradition équestre adaptée au dressage des races d'origine ibérique : Pure race espagnole, Pur-sang Lusitanien et Lipizzan.

Sur le plan de la compétition internationale, la discipline du dressage est dominée par les races allemandes ou des races qui ont utilisé des reproducteurs allemands : Hanovrien (HA), Westphalien (WE), Oldenburg (OL), Holstein (HO). Les pays du nord de l'Europe (Suède, Hollande, Finlande) ont largement utilisé la génétique de l'élevage allemand pour améliorer leurs races dans cette discipline (SWB, KWPN). De plus, les standards de jugement à l'échelle internationale sont largement influencés par des représentants de l'équitation et de l'élevage allemand. Cette situation est défavorable à toutes les autres races même si elles ont un potentiel pour le dressage comme les races d'origine ibérique.

En France, l'aptitude au saut d'obstacles a été choisie comme objectif principal de sélection, il n'y a donc que très peu de lignées Selle français ou anglo-arabe susceptibles de donner des produits compétitifs pour le dressage de haut niveau. Il existe cependant des chevaux de races françaises qui présentent un modèle et des allures intéressantes pour le dressage ; les étrangers ont d'ailleurs acheté à plusieurs reprises des étalons français qui ont produit à la fois en obstacle et en dressage (Exemple : COR de la BRYÈRE, SF). En l'absence de moyen de sélection organisé au niveau des jeunes chevaux, la difficulté consiste à détecter ceux qui ont une aptitude pour le dressage afin de les valoriser par un travail adapté. Le programme « Label Plus Dressage » a été mis en place à partir de 1989 pour favoriser la production de chevaux de dressage et notamment organiser des épreuves de modèles et allures pour détecter les jeunes chevaux, qualifier les étalons et les juments ayant une aptitude pour le dressage.

L'objectif de ce travail est de comparer nos meilleurs jeunes chevaux de 3 ans qualifiés pour la finale « Plus Dressage » avec des chevaux du même âge des races allemandes (Hanovre, Oldenburg et Westphalien) et de Pure race espagnole sélectionnées pour l'aptitude au dressage. Cette comparaison s'appuie sur la mesure de la conformation et l'analyse du pas et du trot en main.

1- Qualités des allures recherchées pour le cheval de dressage

D'après la littérature et nos premiers résultats du programme « Etude des allures de dressage » développé en partenariat avec l'ENE, on peut résumer comme suit les principales qualités d'allure à rechercher pour le cheval de dressage :

- **Le pas** : une cadence lente et régulière avec une grande amplitude des foulées. Le rythme à quatre temps du pas doit être bien marqué. Le pas doit être actif avec un déplacement vertical de la croupe bien visible.
- **Le trot** : une cadence lente et régulière avec un grand déplacement vers le haut donnant l'impression visuelle d'élasticité et de légèreté. L'amplitude des foulées doit pouvoir augmenter ou diminuer facilement tout en conservant une cadence lente et régulière ce qui nécessite une bonne propulsion de la part des postérieurs.
- **Le galop** : une cadence lente et régulière avec trois temps d'appui bien marqués. L'appui du diagonal ne doit pas être dissocié. L'amplitude des foulées doit pouvoir varier amplement entre le galop rassemblé et allongé.

2 - Conformation recherchée pour le dressage

De même pour le modèle, différentes études ont montré les tendances les plus favorables à la performance en dressage (Holmström 1994) :

- **Conformation favorable des postérieurs pour porter et rassembler**
 - Fémur long et orienté vers l'avant
 - Bassin plutôt orienté vers l'axe horizontal

- Angle du grasset ouvert
- Angle du jarret normal $> 154^\circ$ pour éviter les risques traumatiques
- **Conformation favorable des antérieurs pour les gestes d'extension**
 - Epaule longue et inclinée
 - Humérus long

3 - Matériel et méthodes

3.1. Les chevaux testés

Trois populations de chevaux de 3 ans ont été testées selon le même protocole :

- Chevaux de races françaises : 61 chevaux de 3 ans finalistes de l'épreuve « Plus Dressage » à la Grande Semaine de l'élevage 1997, 1998 et 1999. Ces chevaux étaient principalement de race Selle français.
- Chevaux de races allemandes : 53 chevaux de 3 et 4 ans de races Hanovre (31 HA), Oldenburg (6 OL) et Westphalien (16 WE). Ces chevaux étaient stationnés à la station de testage de Munster pour les étalons et au centre de promotion des Hanovriens de Verden pour les juments et les hongres.
- Chevaux de Pure race espagnole (PRE) : 28 chevaux de 3 ans élevés à la ferme militaire de Jerez en Andalousie.

3-2. Mesures du modèle

Les mesures de la conformation des membres se réalisent sur une photographie de profil du cheval à l'arrêt. Des gommettes collées sur les articulations permettent de mesurer, grâce au logiciel Equimétrie, la longueur, l'orientation des segments par rapport à l'horizontale et les angles articulaires (angle entre deux segments consécutifs). Des études menées en France et en Suède ont montré quelles étaient les conformations les plus favorables pour l'obstacle ou le dressage (LANGLOIS et al. 1978 ; HOLMSTRÖM et al. 1994).

3-3. Mesures des allures en main

Les caractéristiques des allures sont mesurées par le système d'analyse des allures Equimétrie. Cet appareil se place au niveau du passage de sangle et enregistre les mouvements verticaux et longitudinaux du cheval au moyen d'accéléromètres (BARREY et al. 1996). Ce système permet de tester les allures. Après transfert de l'enregistrement vers un ordinateur, un logiciel permet de calculer rapidement les principales caractéristiques des foulées intéressantes pour le dressage qui correspondent à des notions d'équitation connues des cavaliers et des juges :

- Vitesse de l'allure
- Cadence ou fréquence des foulées
- Amplitude ou longueur des foulées
- Régularité des mouvements locomoteurs au cours du temps
- Symétrie des foulées
- Elasticité ou rebondi ou amplitude du déplacement vertical du garrot
- Impulsion ou activité de propulsion

3-4. Analyses statistiques

Les effets race sur les variables ont été comparés par des analyses de variance. Pour comparer les races en tenant compte de toutes les variables soit de modèle, soit du pas ou du trot, on a utilisé des analyses factorielles discriminantes. Seule la distance de Mahalanobis entre les groupes de race sera utilisée pour présenter les résultats de ces analyses multivariées. Cette distance est calculée en prenant en compte toutes les variables qui décrivent les groupes. Plus la distance entre deux groupes est grande, plus il existe de différences sur les variables.

4- Résultats

4-1. Le modèle

Les tableaux 1, 2 et 3 présentent les résultats des différentes mensurations obtenues par race ou groupe de races. Lorsqu'on prend en compte simultanément toutes les mensurations, une analyse factorielle discriminante sépare significativement ($p < 0.0001$) les trois groupes de races comme l'indique le tableau 4 des distances entre les groupes.

Par contre, si l'on considère les mensurations indépendamment les unes des autres, on ne trouve pas de différences entre le groupe Selle français et le groupe des races allemandes. Le Pur race espagnole est quant à lui différent pour la plupart des mensurations. Le cheval de Pure race espagnole est moins grand et présente une ligne du dessus plus courte. Les segments de ses membres sont moins longs et les angles articulaires sont plus fermés. Il a également une épaule et une cuisse plus inclinées sur l'horizontale que dans les deux autres groupes.

Sur le plan du modèle, on ne distingue pas en moyenne de différences très nettes entre les races allemandes et nos meilleurs chevaux Selle français qualifiés pour le dressage. Par contre, le cheval Pure race espagnole diffère très franchement des deux autres groupes de race par son format plus petit avec des angles fermés

4-2 Les allures en main

Sur le plan des allures, le groupe Selle français et le groupe de races allemandes (HA, WE, OL) sont différentes et ces deux groupes de races diffèrent encore davantage du groupe Pure race espagnole (PRE). Cette variabilité raciale du pas et du trot est mise en évidence respectivement par deux analyses factorielles discriminantes qui séparent les groupes de races selon les caractéristiques des allures qui distinguent le mieux les 3 groupes. Les tableaux 5 et 6 matérialisent par la distance qui séparent les groupes de races l'ampleur des différences d'allures en prenant en compte toutes les caractéristiques de chaque allure.

Pas (Tableau 7)

Les chevaux Pure race espagnole ont une cadence de pas moins rapide et une foulée de moins grande amplitude que les groupes de races française et allemande. La vitesse de l'allure étant le produit de la cadence par l'amplitude de la foulée, leur vitesse de pas est plus faible. Les déplacements verticaux et l'activité des mouvements verticaux du thorax sont nettement moins marqués chez le cheval Pure race espagnole que dans les deux autres groupes. Les chevaux SF ont le pas le plus rapide et le plus régulier dans le temps par contre ils développent moins d'effort de propulsion que les chevaux espagnols ou allemands.

Trot (Tableau 8)

Les chevaux espagnols PRE ont un trot moins rapide que les deux autres groupes de races. Cette vitesse plus lente s'explique par une amplitude de foulée beaucoup plus courte. Par rapport aux races allemandes, les chevaux SF présentés à la finale « Dressage Plus » ont une cadence plus rapide. Les races allemandes ont également plus d'activité verticale et d'amplitude de déplacement vertical ce qui signifie plus de « rebondi ». L'impulsion, mesurée par l'activité de propulsion et de l'accélération longitudinale de propulsion, est plus marquée chez les races allemandes et espagnoles que chez les chevaux français.

La cadence plus lente est plus favorable à l'expression de l'amplitude et du rebondi qui rendent le trot plus aérien chez les races allemandes. La bonne propulsion liée à la poussée des postérieurs est aussi un facteur favorable chez les races allemandes et espagnoles pour le rassembler. D'après une autre étude en cours, ce dernier facteur d'impulsion est l'un des critères les plus corrélés aux notes des juges dans les épreuves de dressage pour jeunes chevaux (4, 5 et 6 ans) (BIAU et al. 1999).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le système d'analyse des allures Equimétrie a permis de tester rapidement dans des conditions standardisées plusieurs populations de chevaux de 3 ans. Ces tests se sont déroulés facilement dans des conditions usuelles de présentation des chevaux. Dans le cas des chevaux français, les tests se sont déroulés pendant des épreuves officielles de manière à rendre les résultats immédiatement aux propriétaires. Ceci démontre le côté opérationnel de ces techniques de mesures mises au point. L'introduction de mesures objectives dans les épreuves de modèles et allures des chevaux de 3 ans permettrait :

- d'améliorer l'évaluation et la détection des jeunes chevaux de races françaises ou étrangères ayant des aptitudes pour le dressage ;
- de fournir au propriétaire un bilan chiffré du fonctionnement de son cheval à la fin de l'épreuve ; ce bilan lui permettra de mieux valoriser son cheval par une orientation précoce et un faire-valoir vis-à-vis de l'acheteur.
- de constituer une base de données nationale indispensable pour comparer les chevaux entre eux et déterminer l'héritabilité des caractères d'allures et de modèle ; il existe déjà des estimations d'héritabilité des caractères mesurés dans les tests des chevaux allemands

La comparaison de l'aptitude au dressage de trois groupes de races sélectionnées très différemment a montré des différences marquées à la fois sur le plan du modèle et des allures. Le cheval de Pure race espagnole se distingue très nettement des deux autres groupes sur tous les plans. Le groupe des races allemandes et le groupe Selle français « Dressage Plus » ne diffèrent que très peu sur le plan du modèle mais par contre les caractéristiques des allures sont bien distinctes.

Le groupe des races allemandes, internationalement reconnues pour leurs très bonnes aptitudes au dressage, nous fournissent des valeurs de références pour les mesures les plus pertinentes. Ainsi, les résultats des chevaux nouvellement testés dans les concours d'élevage sont maintenant comparés à cette population de chevaux de référence ayant une bonne aptitude au dressage. Les critères les plus importants sont :

- Un pas régulier et actif avec grande amplitude de déplacement vertical
- Une cadence lente et régulière au trot
- Un grand déplacement vertical au trot donnant une impression de « rebondi »
- Une bonne propulsion des postérieurs au pas comme au trot

Il est intéressant de noter que les chevaux de 3 ans les mieux classés lors des finales « Dressage plus » ont des profils locomoteurs qui s'apparentent bien aux chevaux de référence de races allemandes. De plus, on a observé depuis 1997, une amélioration des allures favorables au dressage des chevaux présentés à la finale.

Comment pourrait-on améliorer rapidement certaines lignées de nos races pour le dressage ? Il faut en premier lieu définir un objectif de sélection spécifique au dressage car l'amélioration génétique de l'aptitude au saut d'obstacles et de l'aptitude au dressage sont antagonistes. Les plans de sélection des races allemandes ont toujours eu pour objectif de base l'aptitude à la selle, l'aptitude au saut ayant été choisie secondairement pour améliorer certaines lignées pour l'obstacle. Les épreuves de testage des étalons et des juments sont organisées pour sélectionner dès le plus jeune âge (à partir de deux ans et demi pour les étalons) les chevaux selon plusieurs critères. Les juges attachent la plus grande importance aux notes fonctionnelles qui concernent :

- la soumission aux aides du cavalier – aptitude à la selle (coefficient 4 fois plus élevé)
- les qualités des allures : pas, trot, galop
- le tempérament

Il en résulte une assez bonne homogénéité des chevaux sur le plan du tempérament, de l'aptitude à la selle et des allures.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARREY E. (1998) Comment perfectionner le concours de modèles et allures de l'an 2000 ? Journées techniques nationales, 4-5-6 novembre 1998, Haras National de Pompadour.
- BARREY E. (1998). Mesurer la locomotion et la conformation pour sélectionner les jeunes chevaux de dressage. *Equ'Idée*, octobre 1998, n° 31, 30-31.
- BARREY E.(1998). Mesurer la locomotion et la conformation pour sélectionner les jeunes chevaux de dressage : moyens techniques pour améliorer les concours de modèles et allures. *Les Echos de France Dressage*, n° 6, 7.
- BARREY E.(1999). Methods, applications and limitations of gait analysis in horses. *The Veterinary Journal*, 157, 7-22.
- BARREY E., GALLOUX P. (1996) Perspectives d'analyse de la locomotion du cheval de dressage par accélérométrie. Colloque Sélection et aptitude au dressage, Institut du Cheval, 18 septembre 1996, pp 46-56.
- BARREY E., HOLMSTRÖM M., BIAU S., POIREL D., Langlois B.(1999) A new type of early performance test: gait and conformation measurements in 3 years old horses. 50th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Commission of Horse Production, Zürich, Switzerland, 22-26 August 1999, 5 p.
- BARREY E., HOLMSTRÖM M., BIAU S., POIREL D., LANGLOIS B.(1999) Nouveau test d'aptitude des jeunes chevaux : évaluation des allures et de la conformation chez les chevaux de 3 ans destinés au dressage. *France Dressage*, Grande semaine de l'élevage, 28 août - 5 septembre 1999, 4 p.
- BIAU S., BARREY E., GALLOUX P. (1997) Variations d'allure au trot. *Equathlon N°29*, 5-10.
- BIAU, S., de BEAUREGARD, S. et BARREY, E. (1999) Premiers résultats d'un suivi d'un lot de jeunes chevaux en compétition de dressage. *Entretiens de Laval*, 16 octobre 1999.
- HOLMSTRÖM, M., FREDRICSON, I. and DREVEMO, S. (1994) Biokinematic differences between riding horses judged as good and poor at the trot. *Equine vet. J. , Suppl.* 17, 51-56.
- LANGLOIS, B., FROIDEVEAUX, J., LAMARCHE, L., LEGAULT, C., LEGAULT, P., TASSENCOURT, L. and THÉRET, M. (1978) Analyse des liaisons entre la morphologie et l'aptitude au galop, au trot et au saut d'obstacles chez le cheval. *Ann. Génét. Sél. Anim.* 10, 443-474.
- LENOIR, O. (1998) Chevaux de Pure race espagnole et de pur-sang Lusitanien. Thèse vétérinaire, Université Claude-Bernard-Lyon I N°26, pp 271.
- MANCHARD, N. (1999) Rapport bibliographique sur l'état actuel de la sélection des chevaux de sport en Europe. *ENSAIA*, pp51.
- PATRIA, C. (1999) Les voies d'amélioration de l'élevage du cheval de dressage en France. Mémoire de fin d'études. Institut Supérieur Agricole de Beauvais. Juin 1999, pp 68.

Tableau 1

Moyennes des mensurations générales
Means of the main conformation measurements

Mensurations (Measurements)	HA-WE-OL	SF	PRE	Unités (units)	P
Taille au garrot (Height at withers)	1,68	1,68	1,54	m	0,001
Taille à la croupe (Height at the sacrum)	1,65	1,66	1,55	m	0,001
Longueur épaule-hanche (Distance scapula-hip)	1,44	1,48	1,34	m	0,001
Vide sous-sternal (Height at the sternum)	0,89	0,89	0,82	m	0,001
Profondeur de poitrine (Height of thorax)	0,79	0,80	0,73	m	0,01
Longueur de la tête (Head length)	0,53	0,52	0,49	m	0,001
Longueur de l'encolure (Neck length)	0,78	0,80	0,74	m	0,001
Longueur du dos (Back length)	0,33	0,34	0,26	m	0,001
Longueur du rein (Back length)	0,53	0,56	0,50	m	0,001
Angle du dos (Back angle)	156	155	153	deg	0,004
Inclinaison du garrot (Withers inclination)	16	16	18	deg	0,01

Tableau 2

Moyennes de la conformation des antérieurs
Means of the forelimb conformation

Mensurations (Measurements)	HA-WE-OL	SF	PRE	Unités (units)	P
Longueur de l'épaule (Scapula length)	0,53	0,53	0,50	m	0,0001
Longueur du bras (Humérus length)	0,32	0,33	0,29	m	0,0001
Longueur de l'avant-bras (Radius length)	0,41	0,44	0,40	m	0,0001
Longueur du canon antérieur (Metacarpus length)	0,32	0,29	0,28	m	0,0001
Longueur du doigt antérieur (Phalange 1-3 length)	0,28	0,27	0,25	m	0,0001
Angle du coude (Elbow angle)	140	140	139	deg	NS
Angle de l'épaule (Scapula angle)	105	104	101	deg	0,04
Inclinaison de l'épaule (Scapula inclination)	58	59	54	deg	0,0001

Tableau 3

Moyennes de la conformation des postérieurs
Means of the hind limb conformation

Mensurations (Measurements)	HA-WE-OL	SF	PRE	Unités (units)	P
Longueur de la croupe (Ilium length)	0,36	0,36	0,33	M	0,001
Longueur de la cuisse (Femur length)	0,42	0,41	0,43	M	NS
Longueur de la jambe (Tibia length)	0,51	0,51	0,47	M	0,001
Longueur du canon postérieur (Metatarsus length)	0,37	0,37	0,36	M	0,006
Longueur du doigt postérieur (Phalanges 1-3 length)	0,27	0,27	0,24	M	0,001
Angle de la hanche (Hip angle)	95	94	88	Deg	0,001
Angle du grasset (Stifle angle)	128	127	123	Deg	0,001
Angle du jarret (Hock angle)	157	155	150	Deg	0,001
Inclinaison de la croupe (Coxal inclination)	26	23	24	Deg	0,004
Inclinaison de la cuisse (Femur inclination)	69	71	64	Deg	0,001

Tableau 4

Distances de Mahalanobis entre les groupe de races, calculées par l'analyse
factorielle discriminante selon les caractéristiques du modèles

Mahalanobis distances between breed groups calculated by factorial analysis on all the conformation variables

	SF	PRE
HA-WE-OL	9,79***	24,21***
SF	0	14,99***
PRE		0

***p<0,0001

Tableau 5

Distances de Mahalanobis entre les groupe de races, calculées par l'analyse
factorielle discriminante selon les caractéristiques du pas

Mahalanobis distances between breed groups calculated by factorial analysis on all the walk variables

	SF	PRE
HA-WE-OL	6,55***	3,87***
SF	0	3,1**
PRE		0

***p<0,0001 **p<0,0003

Tableau 6

Distances de Mahalanobis entre les groupe de races calculée par l'analyse
factorielle discriminante selon les caractéristiques du trot

Mahalanobis distances between breed groups calculated by factorial analysis on all the trot variables

	SF	PRE
HA-WE-OL	8,05***	10,05***
SF	0	6,23**
PRE		0

*** p<0,0001 **p<0,0003

Tableau 7

Moyennes des caractéristiques du pas
Means of walk variables

Caractéristiques de l'allure (Gait measurements)	HA-WE-OL	SF	PRE	Unités (units)	P
Vitesse (Speed)	1,69	1,74	1,43	m/s	0,001
Longueur de la foulée (Stride length)	2,01	1,99	1,75	m	0,001
Cadence ou fréquence de la foulée (Stride frequency)	0,84	0,88	0,82	foulée/s	0,001
Symétrie des foulées (Stride symmetry)	89	93	85	%	0,001
Régularité des foulées dans le temps (Stride regularity in time)	152	158	105	/200	0,001
Déplacement vertical du thorax (Dorsoventral displacement)	4,3	4,3	2,7	cm	0,001
Elasticité ou Activité verticale (Dorsoventral activity)	1,13	1,44	0,48	g ² .Hz	0,001
Rythme à 4 temps (4 beats rythm)	37	38	16	%	0,001
Impulsion ou accélération longitudinale (Longitudinale acceleration)	7,53	4,92	6,64	g	0,001
Durée de propulsion (Propulsion duration)	32	27	31	%	0,001
Impulsion ou activité de propulsion (Propulsion activity)	0,43	0,37	0,38	g ² .Hz	NS

Tableau 8
Moyennes des caractéristiques du trot
Means of trot variables

Caractéristiques de l'allure (Gait measurements)	HA-WE-OL	SF	PRE	Unités (units)	P
Vitesse (Speed)	3,97	4,24	3,18	m/s	0,001
Longueur de la foulée (Stride length)	2,98	3,02	2,31	m	0,001
Cadence ou fréquence de la foulée (Stride frequency)	1,33	1,40	1,38	foulée/s	0,001
Symétrie des foulées (Stride symmetry)	97	97	96	%	NS
Régularité des foulées dans le temps (Stride regularity in time)	185	182	174	/200	0,001
Déplacement vertical du thorax (Dorsoventral displacement)	13	10	10	cm	0,001
Elasticité ou activité verticale (Dorsoventral activity)	24,33	22,01	19,76	g ² .Hz	0,02
Rythme à 4 temps (4 beats rhythm)	89	90	87	%	0,05
Impulsion ou accélération longitudinale (Longitudinal acceleration)	8,49	7,39	9,22	g	0,002
Durée de propulsion (Propulsion duration)	26	29	29	%	0,02
Impulsion ou activité de propulsion (Propulsion activity)	2,35	1,43	2,42	g ² .Hz	0,001