

ifce

institut français
du **cheval**
et de l'**équitation**



43^{ème} Journée de la Recherche Équine
Jeudi 16 mars 2017

SOGEN : état des lieux après deux campagnes de phénotypage

B. Dumont Saint Priest¹, P. Bléteau², P. Fontaine³, L. Gosselin⁴, F. Guillot⁵, D. Le Menn-Billerrey⁶, N. Maréchal⁵, C. Ruhlmann⁷, J-M. Yvon⁸, A. Ricard⁹,

¹ IFCE – Direction développement & Recherche – La jumenterie – 61310 Exmes

² IFCE – DDT Pays de la Loire – Haras national - 21 rue du Général Gallieny – 85000 La Roche/Yon

³ IFCE – DDT Grand Est – Haras national – 1, rue Léon Bocheron – 54110 Rosières aux Salines

⁴ IFCE – DDT Normandie – Haras national – rue du Maréchal Juin – 50010 Saint Lô

⁵ IFCE – DDT Bretagne – Haras national – 15, place du Champ de Foire – 22405 Lamballe cédex

⁶ IFCE – DDT Bourgogne-Franche Comté – Haras national - 52, rue de Dôle – 25020 Besançon cédex

⁷ IFCE – DDT Hauts de France – 80000 Amiens

⁸ IFCE-INRA – INRA Val de Loire, Unité PRC - 37380 Nouzilly

⁹ IFCE-INRA - UMR1388 - Génétique, Physiologie et Systèmes d'Élevage - 24, Chemin de Borde Rouge BP 52627 - 31326 Castanet Tolosan Cedex

Résumé

Le projet "SoGen" prévoit le génotypage et le phénotypage fin de 2 000 chevaux, c'est-à-dire la mesure de la morphologie en 3 dimensions et de l'accélération du centre de gravité aux 3 allures. A l'issue de deux campagnes de mesures (2015 et 2016) l'effectif prévu est largement atteint (2451 chevaux). Les premières analyses de l'accélérométrie (488 chevaux) permettent de mettre en évidence l'influence du concours, du sexe (dans la moitié des mesures), de la vitesse (sauf pour la symétrie et la régularité aux allures de travail) mais pas de l'âge (4 ou 5 ans). Les chevaux se distinguent d'abord par l'homogénéité de leur technique quelle que soit l'allure : d'un côté ceux qui ont un fort déplacement dorso-ventral allié à une faible cadence, de l'autre ceux qui ont un faible déplacement dorso-ventral et une forte cadence, donc pour une même vitesse une plus petite longueur de foulées. En second, les chevaux se différencient par leurs puissances de propulsion et leurs puissances latérales quelle que soit l'allure allié à une faible régularité au trot vs faibles puissances et grande régularité. Il faut attendre la troisième composante principale pour différencier des chevaux avec des techniques différentes selon les allures.

Mots clés: génomique, accélérométrie, morphométrie, saut d'obstacles, caractérisation

Summary

The "SoGen" project included the genotyping and phenotyping of 2,000 horses for morphology in 3D and the acceleration of the center of gravity at the 3 gaits. At the end of two measurement campaigns (2015 and 2016), the planned strength is largely achieved (2451 horses). The first analysis of accelerometry (488 horses) shows the influence of competition, sex (in half measurements), velocity (except for symmetry and regularity at work) but not of the age (4 or 5 years). Horses are first distinguished by the homogeneity of their technique whatever the gait: a strong dorso-ventral displacement allied to a low stride frequency versus low dorso displacement and a high stride frequency therefore for a same velocity a smaller stride length. Secondly, the horses are differentiated by a high propulsion power and lateral whatever the gait allied to a low trot regularity. It is necessary to wait for the third main component to differentiate horses with different techniques according to the gait.

Key-words : genomics, accelerometry, morphometry, show jumping, characterization



Introduction

Le projet « SoGen » a pour objectif d'améliorer l'évaluation génétique des chevaux de sport d'une part en utilisant la génomique et d'autre part en augmentant le nombre de caractères mesurés. Cette deuxième action s'appelle le « phénotypage fin ». La phase de phénotypage fin du projet SoGen était planifiée sur les deux années 2015 et 2016. Elle consistait à mesurer :

- La morphologie en 3 dimensions ou morphométrie 3D (Crevier-Denoix et al., 2006),
- **L'accélération du centre de gravité en 3 dimensions avec Equimetrix®** (Barrey et al., 1996)

Nous présentons ici le déroulement de ces mesures et les premiers résultats en accélérométrie.

1 Déroulement des mesures

Le projet prévoyait le phénotypage de 2 000 chevaux sur deux ans. **L'objectif est largement atteint (tableau 1)**. Les dites mesures ont été réalisées sur 7 concours de la Société Hippique Française en 2015 et sur 10 concours en 2016. Les chevaux mesurés étaient âgés de 4 ans ou 5 ans au moment des mesures.

Tableau 1 : Effectifs mesurés
Table 1: Number of horses recorded

Concours / Campagne	Journées terrain	Nb Chevaux M3D	Nb Chevaux Accélérométrie	Chevaux différents
7 concours SHF 2015	24 jours 140 jours homme	917	522	1.048
10 concours SHF 2016	28,5 jours 155 jours homme	797	1.065	1.403
Total général		1.714	1.587	2.451

On peut noter que quelques individus ont été mesurés plusieurs fois, permettant d'éventuelles vérifications de répétabilité et que 835 chevaux ont été phénotypés successivement selon les deux techniques.

La perception par les participants aux dits concours a été chaque fois très positive grâce notamment à **l'affichage d'un projet coopératif associant l'IFCE et les organismes socio-professionnels (SHF, SBSF)**. Deux signes de cette perception positive :

- Sur chacun des concours, la proportion de concurrents qui se présentent à la mesure augmente au fil des jours, sans doute le signe d'un bouche à oreille favorable
- **A l'issue de la première saison de mesures, le stud-book selle-français a manifesté son intérêt en demandant que soit envisagé un phénotypage par accélérométrie sur les chevaux de 3 ans sautant en liberté. Cette extension au projet initial a débuté dès l'automne 2015.**

2 Matériel et méthodes : l'accélérométrie

Les chevaux ont été étudiés à 5 allures : pas (W), trot de travail (TT), trot moyen (TM), galop de travail (GT), galop moyen (GM). Pour ce faire les cavaliers étaient sollicités dès leur sortie de parcours et enchaînaient une petite reprise constituée de 5 diagonales après avoir éventuellement réalisé un cercle sur le petit côté de la carrière afin de stabiliser l'allure si le niveau de dressage du jeune cheval le nécessitait.

L'accélération instantanée dans les 3 dimensions (horizontale, verticale, latérale) est mesurée par un boîtier placé sous le sternum du cheval et fixé à la sangle ou à la bavette si la selle est munie de ce dispositif. Pour mise en relation des dimensions mesurées avec la vitesse, les temps de passage à chaque extrémité de la diagonale étaient enregistrés.

Les enregistrements sont ensuite dépouillés : on retient une séquence de 10 secondes pour chacune des allures, on affecte à cette séquence la vitesse moyenne enregistrée sur la diagonale correspondante et Equimetrix® calcule alors la cadence, la longueur des foulées, la régularité et la symétrie, le rebond ainsi que les puissances développées selon chacun des trois axes ainsi que la somme des puissances.

A l'issue de cet échantillonnage 10 mesures par allure sont retenues pour caractériser la locomotion de chaque cheval (tableau 2, soit un total de 48 mesures)

En 2015, 488 chevaux ont été mesurés sur 7 concours. Les sexes étaient équitablement répartis (50% de femelles), 35% avaient 4 ans et 65 % 5 ans, 82% étaient des Selle-français.



Sur ce premier échantillon, nous avons étudié la distribution des mesures, l'effet du concours, de l'âge, du sexe, de la race et de la vitesse sur les mesures par analyse de variance, et les corrélations entre mesures (intra allure) ou entre allures (intra mesures) après correction pour les effets significatifs. L'ensemble des corrélations peuvent être synthétisées par une analyse en composante principale.

3 Résultats

3.1 Statistiques élémentaires

Les distributions des différentes variables permettent d'identifier les différentes allures (tableau 2).

Tableau 2 : Statistiques élémentaires sur les mesures d'accélérométrie relevées en 2015
Table 2 : Elementary statistics on accelerometer measured data from 2015

Allures (*)	W	TT	TM	GT	GM
Vitesse (km/h)	6.48 (0.8)	12.48 (1.89)	15.76 (1.8)	18.31 (2.47)	22.6 (2.83)
Cadence (Foulées/s)	0.9 (0.06)	1.35 (0.08)	1.46 (0.08)	1.67 (0.07)	1.73 (0.08)
Longueur Foulées (m)	2,00 (0.25)	2.57 (0.36)	2.99 (0.34)	3.04 (0.4)	3.63 (0.42)
Régularité	200.7 (41.6)	358.7(34.7)	326.7 (43.5)	135.1 (21.0)	120.38 (21.3)
Symétrie	208.2 (57.9)	253.8 (53.8)	235.0 (46.9)		
Déplacement Dorso-Ventral (cm)	4.1 (1.46)	10.45 (1.82)	10.03 (1.75)	20.25 (2.31)	21.53 (2.65)
Puissance Dorso-Ventrale (W/kg)	0.96 (0.43)	13.26 (3.12)	19.01 (3.32)	14.73 (2.69)	18.98 (3.74)
Puissance Propulsion (W/kg)	2.84 (1.13)	8.66 (2.7)	11.29 (3.81)	12.77 (6.22)	21.51 (10.41)
Puissance Médio-Latérale (W/kg)	1.44 (0.47)	2.67 (0.88)	3.93 (1.28)	5.7 (1.99)	7.67 (2.97)
Puissance Totale (W/kg)	5.23 (1.56)	24.59 (5.06)	34.23 (6.03)	33.2 (8.58)	48.15 (14.31)

(*) le pas (W), le trot de travail (TT), le trot moyen (TM), le galop de travail (GT) et le galop moyen (GM).

3.2 Effets d'environnement

L'effet du concours est toujours significatif, il doit donc être corrigé pour situer le cheval par rapport aux chevaux mesurés dans d'autres concours. La vitesse a une influence sur toutes les variables excepté la symétrie, la régularité au TT et GT et le déplacement dorso-ventrale au TT, TM et GM. Si on désire caractériser les allures à vitesse constante, pour les rendre plus comparables d'un cheval à l'autre ou d'une journée à l'autre pour un même cheval, il faudra aussi le prendre en considération afin de ne pas confondre puissance et vitesse. L'âge n'est pas significatif. Le sexe affecte presque la moitié des mesures (40%) mais de façon modérée. L'effet de la race n'a pu être mis en évidence sauf une cadence plus élevée pour les Anglo-arabes.

3.3 Relation entre variables

Tout d'abord (Figure I), les chevaux se distinguent par l'homogénéité de leur technique quelle que soit l'allure : d'un côté ceux qui ont un fort déplacement dorso-ventral allié à une faible cadence de l'autre ceux qui ont un faible déplacement dorso-ventral et une forte cadence donc pour une même vitesse une plus petite longueur de foulées.

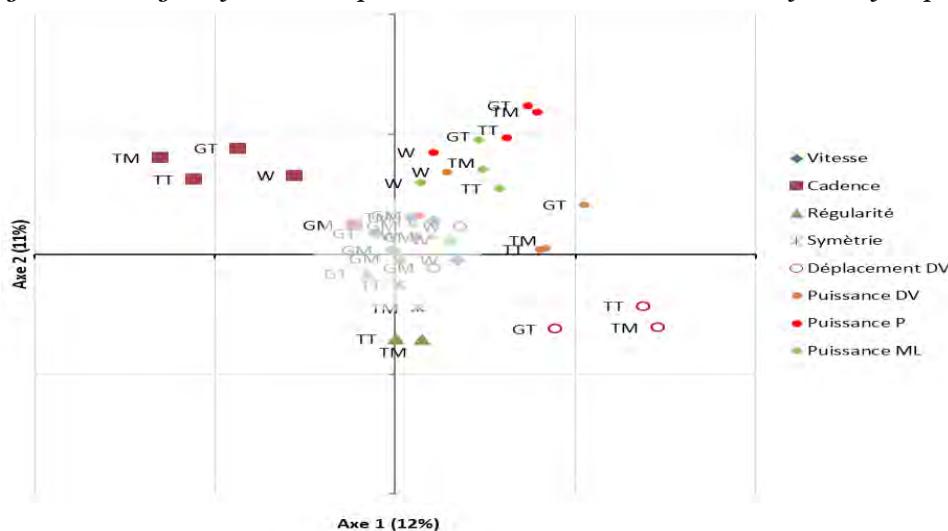
En second, les chevaux se différencient par une forte puissance de propulsion et latérale quelle que soit l'allure allié à une faible régularité au trot de ceux qui, inversement, ont une faible propulsion mais une meilleure régularité.

Il faut attendre la troisième composante principale pour différencier des chevaux avec des techniques différentes selon les allures : les chevaux ayant un fort déplacement dorso-ventral et une bonne régularité au pas et non au trot ou au galop se distinguent des chevaux opposés.

Ces éléments pourront prochainement être mis en relation avec les performances en CSO.



Figure I : Analyse en composante principale des mesures d'accélérométrie sur les cinq allures
 Figure I : Analysis of main components on accelerometer measures for the five paces



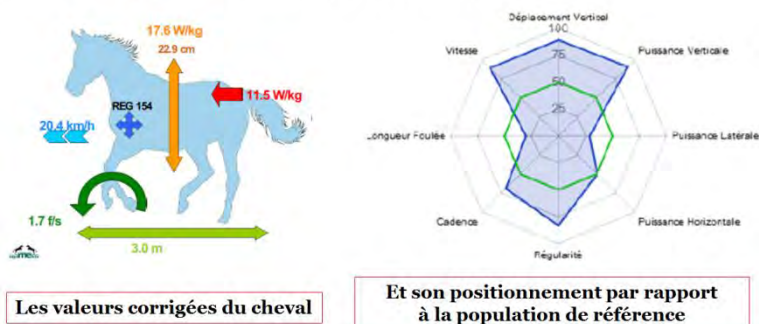
3.4 Restitution auprès des propriétaires

Le dépouillement des mesures 2015 a débuté dès l'automne 2015 pour ce qui concerne l'accélérométrie des allures. Après consultation du comité de pilotage sur la forme, un rendu (Figure II) a été adressé aux détenteurs des 488 premiers chevaux au mois de janvier 2016. Le rendu comportait d'une part les mesures de chaque cheval (avec mention à titre indicatif de la moyenne de ses congénères) et d'autre part son positionnement par rapport à la population de référence selon chacun des neuf critères retenus (diagrammes en radars). La fiche de rendu insistait sur le caractère « observation » des données livrées en insistant sur le fait qu'aucune notion de valeur ne pouvait actuellement être déduite des dites données puisque les optima n'avaient pas encore été déterminés.

Figure II : Exemple de restitution individuelle adressée aux propriétaires

Figure II: Example of return to owners

Pour chaque allure, Exemple du Galop de Travail



Remerciements

Nous remercions tous les propriétaires et cavaliers qui ont participé à l'étude, les associations de race (ANSF ANAA) et la société hippique française (SHF) pour leur contribution à la réflexion et leur soutien auprès de leurs membres sur le terrain. Le financement est issu du Fonds Eperon, de l'IFCE et de l'INRA.

Références

Barrey E., Galloux P., 1996. Perspectives d'analyse de la locomotion du cheval de dressage par accélérométrie. Colloque "Sélection et aptitude au dressage", Le Pin, France, 18 septembre 1996, résumé, Institut du Cheval, Département Développement, Expérimentation, Formation, Information.

Crevier-Denoix N., Pourcelot P., Ricard A., Audigé F., Erlinger D., Lagache C., Condorcet D., Tavernier L., Denoix JM., Doucet M., Morphométrie 3D : un nouvel outil au service de l'élevage et de la sélection. Revue Equ'idée n° 57- Hiver 2006 p 76-79.