

## La morphométrie 3D

La morphométrie 3D est une version plus poussée du pointage. Elle permet d'estimer la plupart des mensurations du cheval sur la base d'analyses d'images vidéo afin de caractériser son modèle de façon objective.

par Margot SABBAGH - Bernard DUMONT SAINT PRIEST - Pauline DOLIGEZ - | 08.01.2018 |



Niveau de technicité :



## Principe de la morphométrie 3D

Développée en 1999 par le Pr. Nathalie Crevier Denoix (collaboration ENVA / INRA), la morphométrie 3 Dimensions est une méthode qui permet de caractériser la conformation du cheval de façon objective.

Son principal intérêt est d'obtenir à partir de repères morphométriques, des longueurs et des valeurs d'angles

rapidement mesurées sur le cheval en mouvement au pas. En effet, l'évaluation par simple examen visuel du modèle à l'arrêt lors des concours de modèle et allures est biaisée par la recherche d'un certain « placer » du cheval variable selon le présentateur.

En morphométrie 3D, l'évaluation du cheval se fait sur un "arrêt sur image" issu d'une vidéo d'un cheval en mouvement. Il n'y a donc peu d'impact du présentateur.

## Intérêt

---

Cette méthode originale a pour particularités :

- D'être en trois dimensions : mesures de longueurs et d'angles réels et non projetés sur un plan
- De n'utiliser que 2 marqueurs cutanés (gain de temps pour l'estimation de grands effectifs) pour 28 repères
- D'utiliser l'enregistrement vidéo du cheval au pas : valeurs du modèle plus reproductibles qu'à l'arrêt

Cette technique peut s'inclure dans un programme d'élevage visant à caractériser la descendance des reproducteurs par le calcul de l'héritabilité des caractères morphologiques sur un effectif important de chevaux.

## Procédé

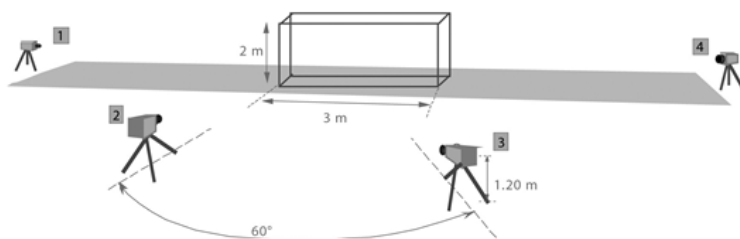
---

L'analyse des chevaux se fait en 3 étapes :

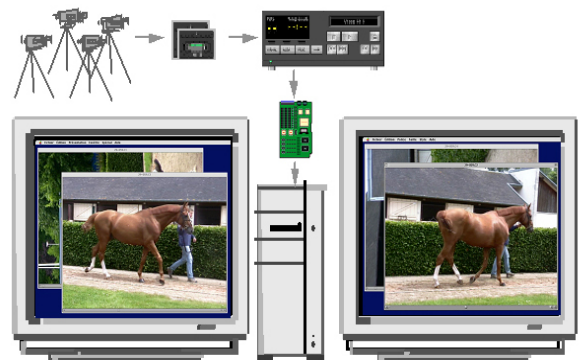
### L'enregistrement des données

Les chevaux sont filmés en main au pas par 4 caméras lors d'un aller et retour dans un couloir d'environ 10 m de long sur 0,70 m de large. Deux caméras sont installées à chaque extrémité du couloir filmant le cheval de face et de derrière. Les deux autres sont situées sur un côté faisant entre elles un angle de 60° pour obtenir des images de profil.

**A) : Disposition des caméras et aire d'enregistrement.**



**B) : Numérisation des 4 films, qui sont présentés sur 2 écrans séparés.**



### Le traitement des films et la synchronisation des 4 films

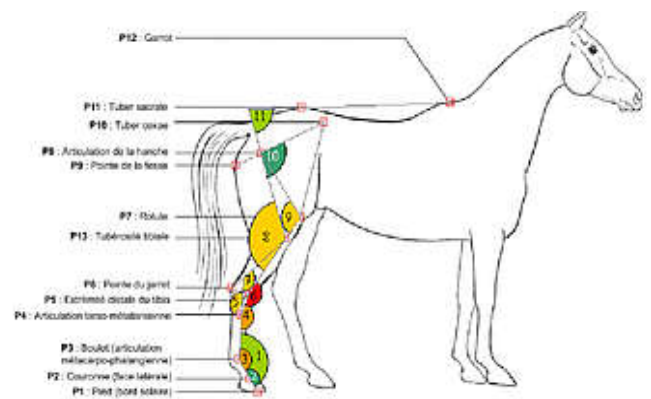
**C) : Synchronisation des 4 films et sélection des « images de référence » (ici, pour l'antérieur : IR-ant.).**



## Les relevés anatomiques et le calcul des paramètres morphométriques

28 repères anatomiques (15 images de référence sur le membre antérieur, régions tête-encolure, tronc et 13 images du membre postérieur et dos). Le calcul d'environ 400 paramètres morphologiques est réalisé grâce aux coordonnées 3D des 28 repères pour obtenir les valeurs :

- Des longueurs et rapports : segments des membres, des bras de levier, rapport longueur/taille au garrot...
- Des principales largeurs : épaules, hanches
- Des principales hauteurs et rapport : hauteurs/taille au garrot
- Des angles articulaires : angles réels et projection dans un plan sagittal et frontal
- Des angles des segments par rapport à l'horizontale et à la verticale. Les valeurs d'angles permettent d'apprécier les aplombs de profil, de devant et de derrière.



Exemples de mesures réalisées au cours d'étude  
Représentation des angles articulaires calculés en 3-D à partir des IR-Post sur une vue de profil, 1ère partie  
(Dessin J.-M. Denoix), Source DOUCET M. 2007

## Restitution

Une étude préliminaire a été réalisée sur 40 chevaux en comparant la morphologie de 20 chevaux de niveau international en CSO et 20 chevaux de niveau amateur (Crevier-Denoix et al 2004).

Résultats de l'étude des 40 chevaux

## Principales différences morphologiques observées dans le groupe des 20 chevaux internationaux par rapport au groupe de 20 chevaux de niveau amateur

Pas de différence de taille au garrot entre les 2 groupes

Reliefs osseux de l'arrière-main plus hauts (croupe plus haute), la ligne du dessus a tendance à être moins orientée « en montant » chez les chevaux internationaux

Chez les chevaux internationaux :

- Bras, croupe et cuisse plus longs
- Canon antérieur légèrement plus long
- Avant-bras plus court
- Rapport avant-bras/canon antérieur plus petit
- Tronc plus bref

Articulation de l'épaule plus fermée Humérus (axe du bras) plus couché (horizontal) chez les chevaux internationaux

Une autre étude menée à grande échelle avec cette méthode concerne 750 jeunes chevaux (4 et 5 ans) Selle Français en 2002. 36 étalons, pères et/ou grands-pères de ces jeunes chevaux ont été aussi enregistrés (2003). L'analyse de ces données a permis de calculer les héritabilités de différents caractères et de présenter les caractéristiques morphologiques de la production d'une trentaine d'étalons (c'est-à-dire de calculer la probabilité d'apparition d'un trait morphologique en lien avec les caractéristiques de son ascendance).

Exemple d'héritabilités calculées chez les Selle Français grâce à la morphométrie 3D

(si l'héritabilité ( $h^2$ ) est supérieure à 0,4 alors la caractère est héritable)

Trait morphologique	Héritabilité
Profondeur relative du thorax	0,53
Longueur du tronc	0,47
Inclinaison de la croupe	0,28
Taille	0,23

## Exemple d'application : le projet SoGen

Porté par l'Ifce, financé par le Fonds Eperon, l'Ifce et l'INRA et mené en partenariat avec les socio-professionnels (SHF et Selle-Français notamment), ce programme vise à rechercher des gènes majeurs prédictifs de l'aptitude au saut d'obstacles. Pour ce faire 2 500 jeunes chevaux (4 ou 5 ans) ont fait l'objet d'une caractérisation fine concernant leur morphologie et leur locomotion. Pour ce qui est de la morphologie c'est la technique de la Morphométrie en 3 dimensions (M3D) qui a été utilisée.

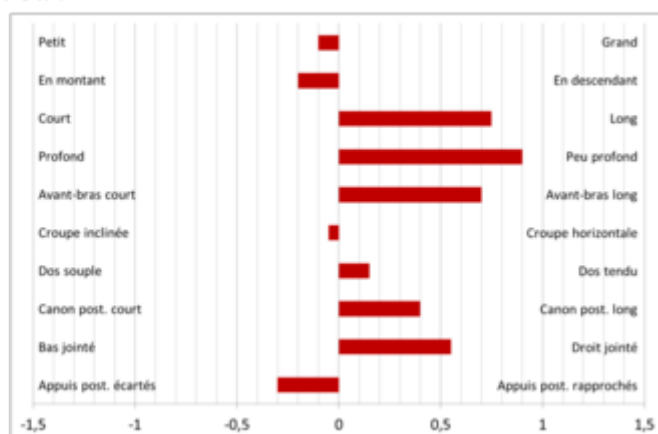
Chaque cheval a été filmé à l'issue de son parcours de CSO. Avec une équipe rodée l'enregistrement prend à peine deux minutes. Les images des quatre caméras sont recombinaées pour obtenir les coordonnées 3D de chaque articulation (28 repères). Le programme calcule les distances entre points et les angles entre segments (au total 380 dimensions).

A terme, lorsque les dépouillements seront terminés, sont prévus :

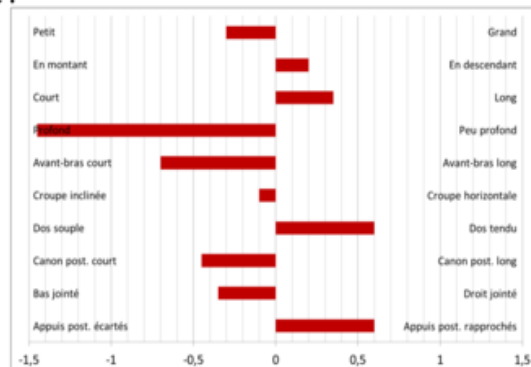
- Une restitution individuelle à l'éleveur de chaque cheval. Sa position par rapport au reste de la population de référence selon chacun des critères mesurés.
- Une analyse génétique incluant les calculs d'héritabilité pour chacun des critères.
- Une indexation génétique des reproducteurs (comme base à un outil d'aide au croisement).
- L'analyse d'éventuelles corrélations avec les performances en saut d'obstacles.
- La recherche de marqueurs génomiques permettant la prévision précoce d'aptitudes et/ou le croisement raisonné.

Au titre d'illustration on peut rappeler les indices génétiques calculés en 2002 à partir d'une base test de 750 chevaux de sport. Même si les étalons en question ne sont plus de la première actualité, les profils de Rosire et Royal Feu (ci-après) rappellent bien que leurs productions respectives étaient très différentes sur le plan morphologique :

### Royal Feu :



### Rosire :



## En savoir plus sur nos auteurs

- **Margot SABBAGH** Ingénieur de développement IFCE
- **Bernard DUMONT SAINT PRIEST** Ingénieur de développement IFCE
- **Pauline DOLIGEZ** Ingénieur de développement IFCE

## Bibliographie

- **CREVIER-DENOIX N., POUCELOT P., RICARD A., AUDIGIE F., ERLINGER D., LAGACHE C., CONCORDET 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.
- **CREVIER-DENOIX N., ERLINGER D., CONCORDET D., TAVERNIER L., LAGACHE C., POUCELOT P., DENOIX JM.**, 2004. Corrélations morphologie - aptitude sportive : étude préliminaire sur un effectif de 20 chevaux de niveau international en CS0 et de 20 chevaux de classe D. 30<sup>ème</sup> journée de la Recherche Equine, 10 pages.
- **POURCELOT P., AUDIGIE F., LACROIX V., DENOIX JM., ERLINGER D., CONCORDET D., CREVIER-DENOIX N.**, 2002. Suivi des paramètres morphologiques et des aplombs du cheval : une méthode 3D. 28<sup>ème</sup> Journée de la Recherche Equine, 137-148.
- **DOUCET M.**, 2007. Thèse de doctorat vétérinaire, Maisons Alfort. Présentation et évaluation d'une méthode de mesure morphométrique en trois dimensions, 113 p.



Pour retrouver ce document: [www.equipedia.ifce.fr](http://www.equipedia.ifce.fr)

Date d'édition: 11 08 2020