

# Typologie musculaire du cheval d'endurance

## Relations avec l'aptitude physique aérobie

### Recherche

T. DEMONCEAU\*,  
C.Y. GUEZENEC\*\*,  
A.X. BIGARD\*\*.

\* Equathlon

\*\* CERMA, 91228 Brétigny sur Orge

*Un effectif de chevaux d'endurance, de randonnée, de concours complet et d'instruction a été soumis à une épreuve d'effort de terrain dans le but de déterminer les paramètres classiques d'aptitude physique et de définir pour chaque cheval la zone de transition aéro-anaérobie. Parallèlement, des biopsies musculaires sont réalisées dans le muscle fessier moyen, afin d'évaluer la répartition des différents types de fibres musculaires. Les auteurs montrent les particularités de la typologie musculaire des chevaux pratiquant des disciplines d'endurance, et recherchent des corrélations avec les paramètres d'aptitude déterminés grâce à l'épreuve d'effort.*

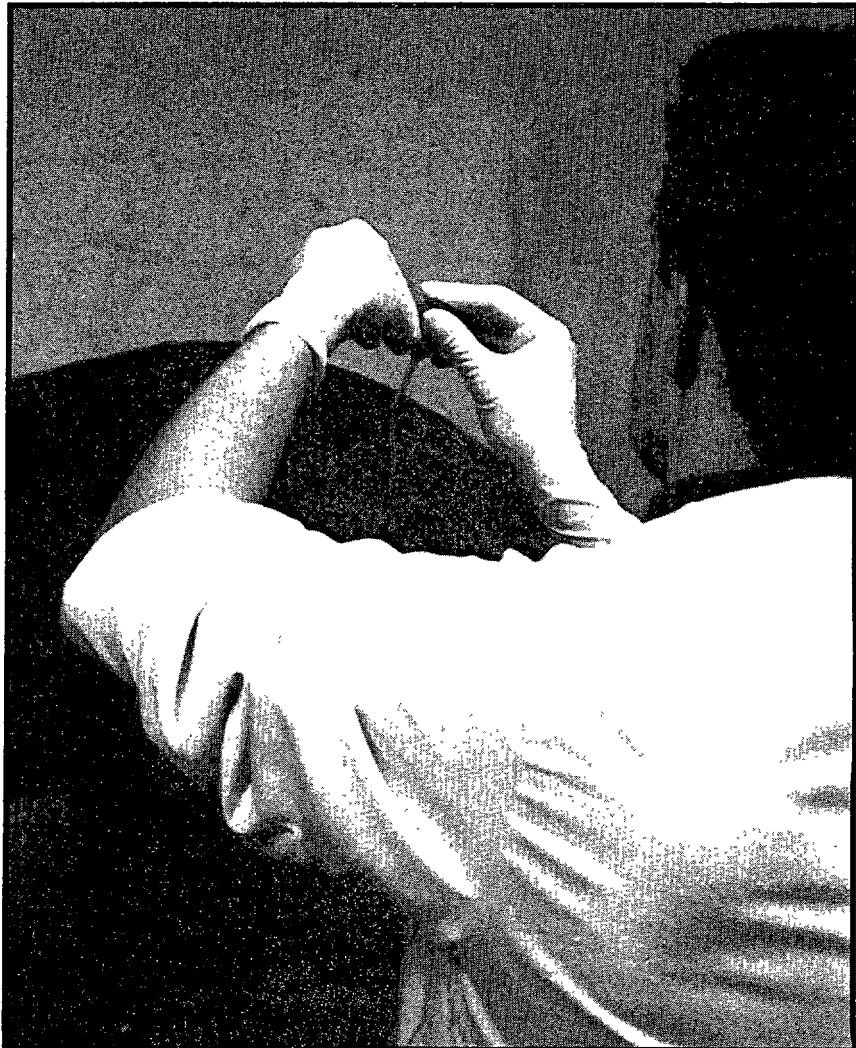
### PROTOCOLE EXPERIMENTAL

11 chevaux ont subi à la fois un test d'effort de terrain et une biopsie musculaire. Pour des raisons techniques, 4 chevaux n'ont effectué que le test d'effort ; 9 ont uniquement subi la biopsie musculaire. Les disciplines sportives pratiquées par cet effectif total de 24 chevaux se répartissent comme suit :

- *endurance* : 4 chevaux (3 de niveau national, 1 de niveau régional)
- *épreuves de style "24 h"* (endurance extrême) : 3 chevaux
- *TREC* (randonnée de compétition) : 6 chevaux
- *concours complet d'équitation* : 3 chevaux
- *instruction* : 6 chevaux
- *repos complet* : 2 chevaux

Le test d'effort standardisé s'effectue sur piste d'entraînement, et comprend un échauffement au trot de 5 min à 15 km/h, suivi de 5 paliers de 3 min au galop à des vitesses de 24, 27, 30, 35 et 40 km/h (le dernier palier étant facultatif). Tout au long du test, la fréquence cardiaque d'effort est mesurée à l'aide d'un cardiofréquencemètre de type Horse-Tester PEH 200. A la fin de chaque palier, la lactatémie est mesurée à partir d'un

*Figure 1 : Réalisation pratique d'une biopsie musculaire à l'aide d'une aiguille de Bergström dans le muscle fessier moyen.*



prélèvement sanguin effectué à la veine jugulaire. La relation lactatémie-vitesse de course est établie en se conformant à un modèle exponentiel du type  $La = \exp(A \times vit. + B) + C$ . Ce modèle permet de calculer les vitesses correspondant à la zone de transition aéroanaérobie, à savoir V2 et V4, correspondant respectivement à des lactatémies de 2 et 4 mmol/l, ainsi que la vitesse se traduisant par le début d'accumulation du lactate ou OBLA (Onset of Blood Lactate Accumulation). Les fréquences cardiaques correspondantes FC<sub>OBLA</sub>, FC2 et FC4 sont également estimées, ainsi que V200, la vitesse correspondant à une FC de 200 batt./min.

Les biopsies musculaires sont réalisées au repos (dans les 24 h qui suivent le test pour les chevaux concernés), dans le muscle fessier moyen gauche, à l'aide d'une aiguille de Bergström de 4 mm de diamètre, à une profondeur de 6 à 7 cm, et à un emplacement situé à environ 15 cm de la pointe de la hanche (*tuber coxae*) en direction de la base de la queue (figure 1). La biopsie est conservée dans l'azote liquide à -80°C. Des coupes histologiques sont effectuées et le pourcentage des trois types de fibres (I : lentes oxydatives, IIA : rapides oxydatives, et IIB : rapides glycolytiques) est calculé après coloration de la myosine-ATPase.

Le traitement statistique des résultats fait appel à des calculs de corrélation entre les différents paramètres mesurés, ainsi qu'à différents tests de comparaisons de moyennes (analyse de variance) ou de répartitions (test de Chi-2) en fonction des groupes de chevaux.

## RESULTATS

### Typologie musculaire

La répartition moyenne des types de fibres sur l'ensemble de la population est la suivante : fibres I = 26,6% ; fibres IIA = 35,4% ; fibres IIB = 38,0%. Les données ont été regroupées par discipline sportive (les chevaux de CCE et d'instruction sont rassemblés, car ils ont une activité assez proche à l'entraînement). Les moyennes par groupe ont fait l'objet d'un test de Chi-2 qui indique une liaison significative entre la discipline sportive et la typologie

musculaire. Il apparaît que tous les chevaux pratiquant des disciplines de type "effort d'endurance" ont davantage de fibres de type I que les autres chevaux (moyennes comprises entre 30 et 40%). A l'inverse, les deux chevaux au repos complet, anciens chevaux d'instruction, se distinguent de leurs homologues en activité par une proportion de fibres lentes réduite de moitié (figure 2).

La race anglo-arabe est représentée dans deux groupes (endurance : 3 chevaux, et instruction, 4 chevaux). Les répartitions moyennes des types de fibres dans ces deux groupes ont été soumises à un test de Chi-2 qui indique une liaison significative entre le groupe et la typologie. Les anglo-arabes du groupe "endurance" ont davantage de fibres de type I mais aussi davantage de fibres de type IIB que les anglo-arabes du groupe "instruction".

### Lactatémie et fréquence cardiaque

A l'échelon de la population expérimentale, les valeurs moyennes calculées pour les différents paramètres d'aptitude physique sont les suivantes :

- V<sub>OBLA</sub> : 27,2 +/- 5,3 km/h
- V2 : 28,8 +/- 5,3 km/h
- V4 : 33,8 +/- 5,2 km/h
- V200 : 35,9 +/- 5,6 km/h
- FC<sub>OBLA</sub> : 174 +/- 13 bpm
- FC2 : 180 +/- 12 bpm
- FC4 : 195 +/- 13 bpm.

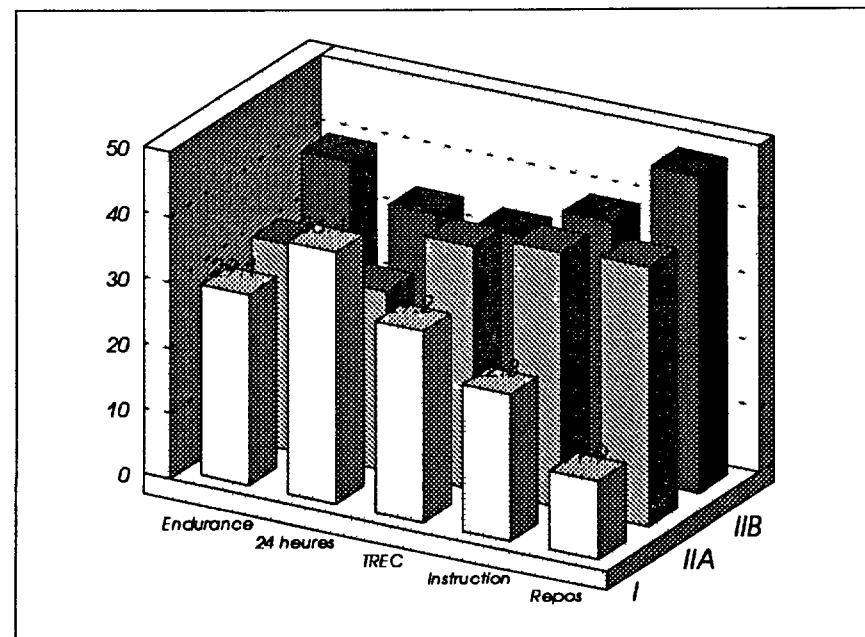
Après regroupement des chevaux soumis au test d'effort en quatre catégories (endurance, chevaux de TREC, poneys de TREC et instruction), il apparaît que la vitesse-seuil V<sub>OBLA</sub> est plus élevée en moyenne dans le groupe endurance que dans les autres groupes, mais la forte variance ne permet pas de conclure à une différence significative.

Par contre, le coefficient A de la relation exponentielle lactatémie-vitesse de course, qui traduit la "pente" d'accumulation du lactate après la zone seuil, est significativement plus élevé (pente plus forte) chez les chevaux de TREC que chez les poneys de TREC et les chevaux d'endurance. La V200 est significativement plus faible chez les poneys de TREC que dans les autres groupes, tandis que la V200 moyenne la plus élevée se retrouve dans le groupe endurance (non significatif).

### Corrélations

Aucune corrélation significative ne peut être mise en évidence entre l'un ou l'autre des types de fibres et les paramètres calculés à partir de l'épreuve d'effort, même si une certaine relation peut être établie entre la proportion de fibres rapides IIB et la fréquence cardiaque ou la lactatémie au seuil anaérobie.

Figure 2 : Répartition des trois types de fibres musculaires en fonction de l'activité sportive (en %).



## DISCUSSION

### Typologie musculaire

L'interprétation des résultats de cette étude de la composition musculaire par biopsie soulève un certain nombre de questions. Peut-on considérer le prélèvement effectué comme représentatif de la composition de l'ensemble de la musculature ? La réponse est *a priori* négative, puisque l'on sait que la composition en fibres varie selon le type de muscle (phasique ou tonique), mais aussi, dans le cas du muscle fessier moyen du cheval, selon l'emplacement et la profondeur du prélèvement. Ainsi, la proportion de fibres lentes passe de 13 à 30% depuis la région du *tuber coxae* vers celle de la tête du fémur, et de 5 à 33% depuis la superficie jusqu'à la profondeur (6 à 9 cm) du muscle fessier moyen d'un même cheval. Une grande prudence s'impose donc quant à l'interprétation des résultats.

Pour notre population expérimentale, la proportion de fibres lentes est plus élevée que ce qui est habituellement décrit pour des chevaux moins spécialisés en endurance. En particulier, les chevaux de "24 heures", qui sont utilisés plusieurs mois par an comme chevaux de randonnée, ont, en moyenne, presque 40% de fibres lentes. Faut-il y voir l'effet de la génétique (les trois chevaux sont d'origine hispano-barbe) ou de l'activité physique ? Rien ne permet de conclure dans cette étude ; une expérimentation comportant la réalisation de plusieurs biopsies au cours d'une période de mise en condition physique serait nécessaire pour préciser les effets de l'entraînement en endurance.

Notre groupe "Chevaux d'endurance" est très hétérogène quant à sa typologie musculaire. La proportion de fibres lentes varie de 18 à 41%, la valeur la plus élevée étant obtenue chez une jument très à l'aise sur des courses de très longue distance à vitesse limitée. De plus, la proportion de fibres IIA, qui est censée augmenter avec l'entraînement, ne permet pas de différencier les groupes "endurants", probablement à cause de leur richesse marquée en fibres de type I. Le rapport IIA/IIB n'apporte pas d'information plus con-

cluante, puisqu'il est de l'ordre de 0,8 chez les chevaux d'endurance, de "24 heures" et au repos, de 1 chez les chevaux d'instruction et de 1,1 chez les chevaux de TREC.

Par ailleurs, il faut remarquer la très faible proportion en fibres lentes et la grande richesse en fibres IIB dans les muscles des deux chevaux au repos. Comparée à la répartition des fibres chez d'autres chevaux d'instruction en activité, cette situation est à rapprocher des observations indiquant, chez l'homme, une évolution des fibres lentes en fibres rapides sous l'effet de l'inactivité physique.

### Relations entre le seuil anaérobie et la typologie musculaire

La littérature abonde de travaux mettant en évidence une corrélation entre la typologie musculaire et la production d'acide lactique lors d'épreuves d'effort. Les explications sont nombreuses : les fibres I, plus oxydatives que glycolytiques, produisent moins de lactate que les fibres IIA et surtout IIB. Autrement dit, plus les fibres I et IIA sont nombreuses, moins la lactatémie doit augmenter à intensité d'effort équivalente. L'entraînement joue un rôle majeur dans cette adaptation à fournir de l'énergie en accumulant peu de lactate. Au niveau musculaire, l'entraînement augmente l'activité des enzymes oxydatives, le nombre de capillaires par fibre en relation avec une diminution de la surface de tous les types de fibres, le volume mitochondrial en relation avec la consommation maximale d'oxygène, le tout concourant à un moindre utilisation du glycogène et donc à une moindre production de lactate.

Il faut cependant rappeler que ces adaptations, observées sur des temps d'entraînement courts (moins de 2 mois), interviennent sur les trois types de fibres, sans qu'il soit obligatoirement constaté de modification dans les proportions des différents types de fibres. Toutefois, une augmentation des fibres IIA est parfois observée. Ceci peut contribuer à expliquer la faiblesse des corrélations que nous avons observées entre les pourcentages de fibres et les autres paramètres. L'entraînement en endurance pourrait donc augmenter

globalement le potentiel oxydatif musculaire en intervenant sur l'équipement enzymatique de toutes les fibres, avant même d'engendrer des variations dans la répartition des types de fibres.

Par ailleurs, le seuil anaérobie n'est pas un indicateur spécifique de l'aptitude physique à l'effort très prolongé. Ainsi, d'après les données publiées dans la littérature, les Pur sang et les Trotteurs, qui sont plutôt des athlètes de demi-fond voire des sprinters longs, ont des seuils anaérobies en moyenne supérieurs à ceux de notre effectif expérimental. Cependant, dans ces races, la proportion de fibres de type I varie entre 10 et 20%.

Tous ces éléments incitent à penser que la détermination de la répartition des fibres musculaires définie selon des critères histochimiques n'a pas de rapport direct avec l'aptitude aérobie déterminée par une épreuve d'effort de terrain chez le cheval-athlète. L'hétérogénéité et à la faible taille de notre effectif, le fait que le cheval d'endurance ne subisse pas un entraînement aussi spécifique que son homologue humain et qu'il ne soit pas l'objet d'une réelle sélection génétique contribuent à expliquer que, sur le plan métabolique et musculaire, il soit difficile de différencier le cheval d'endurance des chevaux de concours complet ou de randonnée.

### EN CONCLUSION

- ☐ Les chevaux de type "endurance" ont davantage de fibres lentes dans leur muscle fessier moyen que les chevaux d'instruction et de CCE
- ☐ La méthode histochimique de typologie musculaire et celle des seuils anaérobies lactiques sont deux approches non corrélées de l'aptitude sportive