

# La Fiche Technique

## DETERMINATION DU SEUIL ANAEROBIE CHEZ LE CHEVAL-ATHLETE

BARREY E.(\*), DEMONCEAU T(\*\*)

(\* Chargé de recherche à l'INRA, Station de génétique quantitative et appliquée - Groupe cheval 78350 JOUY-EN-JOSAS

(\*\*) Vétérinaire praticien

L'un des objectifs de l'entraînement physique est d'accroître la capacité musculaire à soutenir un effort spécifique de la discipline hippique pratiquée. En fonction de la durée et de l'intensité de l'exercice demandé, les muscles vont utiliser différentes sources d'énergie d'origine aérobie et anaérobie. Le système aérobie est recruté en priorité jusqu'à sa capacité maximale (Consommation maximale d'oxygène ou VO<sub>2</sub>max). Au fur et à mesure que l'intensité de l'exercice s'accroît, le système anaérobie plus puissant, est progressivement mobilisé pour assurer la demande énergétique des muscles. Le tableau 1 indique les parts relatives des deux voies métaboliques en fonction de la vitesse de déplacement du cheval.

En pratique, la fréquence cardiaque constitue un très bon indicateur de la puissance aérobie mise en jeu. Cependant, lorsque la puissance musculaire déployée devient maximale pendant une durée inférieure à 5 minutes, comme cela est le cas en course de galop ou de trot, la fréquence cardiaque plafonne à des valeurs comprises entre 200 et 240 bat/min et ne

permet plus de connaître avec exactitude la puissance énergétique demandée au cheval. L'un des méthodes proposées est alors de mesurer la concentration d'acide lactique circulant dans le sang, ou lactatémie, pour connaître la part d'énergie qui est fournie par la voie anaérobie. Ainsi, la fréquence cardiaque et la lactatémie constituent deux indices complémentaires et faciles à mesurer soit pour déterminer l'aptitude d'un athlète, soit pour doser son travail d'entraînement.

### DEFINITION DU SEUIL ANAEROBIE

Les mesures de la lactatémie au cours d'un test d'effort standardisé, permet d'estimer le seuil anaérobie. Il s'agit d'un état métabolique théorique dans lequel le lactate musculaire est produit en quantité équivalente à celle qui est reconsumée, si bien que la lactatémie doit rester stable autour d'une valeur comprise entre 1 et 4 mmol/l, si l'exercice se prolonge plus de 5 minutes. Concrètement, ce seuil anaérobie correspond à une intensité maximale de travail musculaire qui est soutenable pendant une longue durée sans apparition rapide du phénomène de fatigue. De plus, un travail réalisé à la vitesse correspondante au seuil anaérobie permet d'améliorer la capacité physique sans pour autant risquer l'apparition de problèmes locomoteurs. Ceci souligne l'intérêt pratique de cette notion de seuil anaérobie pour optimiser la conduite de l'entraînement.

L'objet de cet article didactique est de présenter la réalisation pratique de la mesure de la lactatémie et son utilisation pour évaluer le seuil anaérobie. Nous exposerons essentiellement la méthodologie, les pièges, les règles d'interprétation et l'exploitation des résultats. Pour comprendre comment ces mesures s'intègrent dans un programme d'entraînement, il convient de se reporter aux autres articles de ce numéro spécial et tout particulièrement celui de GALLOUX et collaborateurs.

ALLURE VITESSE	% ANAEROBIE
Pas 100 m/min	
Trot 250 m/min	3
Trot de course à 13 m/s	53
Galop 350 m/min	15
Galop 400 m/min	19
Galop 450 m/min	23
Galop 500 m/min	27
Galop 550 m/min	31
Galop 600 m/min	36
Galop de course à 15 m/s	64

Tableau 1 : Pourcentages du métabolisme énergétique d'origine anaérobie en fonction de la vitesse demandée au cheval

## REALISATION D'UN TEST D'EFFORT STANDARDISE SUR PISTE

Plusieurs tests d'effort sur piste ont été proposés pour les chevaux d'endurance et ceux de concours complet (voir *EquAthlon* N° 6 et compte-rendu du Congrès de Médecine et Sports Equestres 1989). Le principe général de ces tests dits "triangulaires" est de faire effectuer au cheval une succession d'efforts de vitesse progressivement croissante appelés "paliers". Au cours de ces paliers, on enregistre en général la fréquence cardiaque et on prélève des échantillons de sang à la fin de chaque effort pour mesurer la lactatémie.

Nous proposons ici un protocole simple et adapté à tous les chevaux de selle (Figure 1). Le choix du terrain est un paramètre important de la bonne réalisation de l'épreuve-test. L'idéal est de disposer d'une piste de course parfaitement plate (hippodrome) et peu profonde. Il est nécessaire de contrôler précisément la vitesse de course des chevaux, soit en les faisant précéder par un véhicule automobile dont le conducteur règle la vitesse en se repérant sur des balises, soit en confiant au cavalier ou au driver le soin de fixer l'allure à l'aide d'un chronomètre ou d'un signal sonore qui doit coïncider avec le passage devant les balises. Il sera toujours préférable de mesurer la vitesse réellement soutenue pour la prendre en compte lors de la construction de la courbe lactatémie-vitesse. En effet, la précision des résultats dépendra étroitement de la maîtrise des deux caractéristiques de l'allure que sont la vitesse et la régularité.

Avant l'épreuve, ainsi qu'à la fin de chaque palier, une prise de sang à la veine jugulaire est pratiquée pendant le temps de repos de 1'30" (voir le Carnet d'adresses). Suivant la méthode de dosage employée, on utilisera des tubes sous vide au fluorure-oxalate ou on prélèvera à la pipette une quantité fixe de sang pour le diluer (au 1/3 ou davantage) dans l'acide perchlorique 0,6 Normale. Ces additifs ont pour rôle de bloquer les enzymes de la glycolyse afin de stabiliser les prélèvements jusqu'au moment du dosage effectif du lactate au laboratoire.

## MESURE DE LA LACTATEMIE

Le dosage du lactate sanguin peut s'effectuer dans un laboratoire d'analyses humaines ou au moyen d'un analyseur portable lorsqu'on pratique des tests régulièrement (voir Carnet d'adresses). Il est important de noter que les résultats obtenus avec différentes méthodes d'analyse ne sont en général pas identiques. Il

## EPREUVE D'EFFORT ADAPTEE AUX CHEVAUX DE SELLE

### ECHAUFFEMENT :

10 minutes au pas à environ 100 m/min  
5 minutes au trot à 250 m/min

### PALIER :

Durée : 3 minutes  
Vitesses successives au galop : 350, 400, 450, 500, 550 et 600 m/min  
Repos entre les paliers : 1 minute au pas après la prise de sang

### PRELEVEMENTS DE SANG :

Prise de sang à la veine jugulaire dès la fin du palier

*Figure 1 : Protocole d'un test d'effort triangulaire pour chevaux de selle. Cette épreuve-test doit être bien standardisée afin de pouvoir comparer un cheval par rapport à lui-même, d'un test à l'autre, ou par rapport à d'autres chevaux.*

faudra donc adopter un laboratoire ou un appareil personnel et s'y tenir pour pouvoir interpréter l'évolution des résultats d'un même cheval testé à plusieurs reprises.

## CONSTRUCTION DE LA COURBE LACTATEMIE-VITESSE ET ESTIMATION DU SEUIL ANAEROBIE

La lactatémie évolue selon une courbe d'allure exponentielle (Figure 2). Aux faibles vitesses, elle augmente lentement puis à partir du seuil, elle croît rapidement. On définit le seuil anaérobie lactique comme étant la zone de la courbe où l'on observe la rupture de pente (Figure 2). Pour caractériser ce seuil, on détermine graphiquement deux paramètres V2, V4. Après avoir placé les points (Lactate, Vitesse) sur le graphique et les avoir joints par des segments de droite, on déterminera aisément les vitesses qui correspondent respectivement à 2 et 4 mmol/l (Figure 2).

## INTERPRETATIONS ET EXPLOITATION DES RESULTATS

Pour bien interpréter les résultats de ces tests d'effort, il est important de bien connaître l'ensemble des facteurs de variation du seuil anaérobie lactique. En effet, celui-ci est dépendant du protocole, de la

## Le Seuil Anaérobie

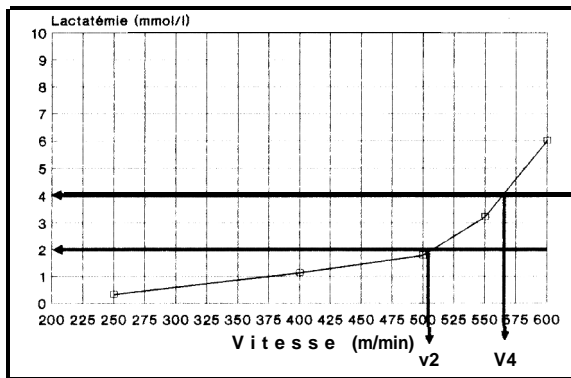


Figure 2 : Exemple de courbe lactatémie-vitesse. Les vitesses V2, V4 et Vseuil sont déterminées d'après les valeurs expérimentales.

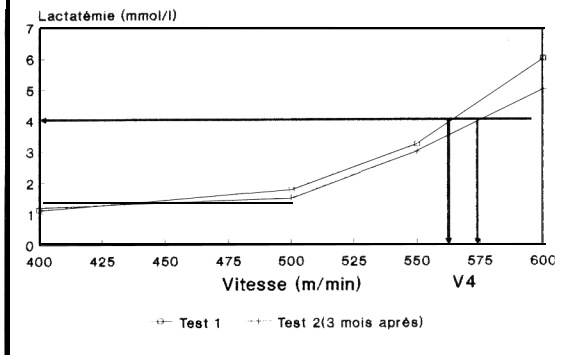
nature de la piste, des conditions climatiques, du cavalier, de la méthode de dosage du lactate, voire de l'état nutritionnel du cheval au moment du test. Si l'on veut comparer différents résultats entre eux, il est donc nécessaire de fixer tous ces facteurs et d'en limiter au maximum la variation entre les tests. Ainsi, une bonne maîtrise des conditions du test permettra de suivre au cours d'une saison l'évolution du seuil anaérobie d'un même cheval.

Comment interpréter les variations du seuil anaérobie chez le cheval-athlète ? Il paraît évident que plus un cheval dispose d'un seuil anaérobie élevé, plus grande est son aptitude à réaliser un effort physique prolongé. En effet de nombreuses études réalisées sur des chevaux de diverses disciplines montrent bien que le seuil anaérobie s'améliore parallèlement à l'état d'entraînement. Il est ainsi possible de suivre périodiquement les effets physiologiques du programme d'entraînement, qui doit déplacer la courbe de lactatémie vers la droite si celui-ci est efficace (Figure 3).

La lourdeur du test d'effort limite sa fréquence de mise en oeuvre. C'est pourquoi on fixera la date des tests lors de la planification de l'entraînement. Généralement, un test en début de période d'entraînement

servira à doser le travail nécessaire au cheval, puis un test tous les trois mois permettra de modifier la charge des séances en fonction des progrès réalisés. Lors de ces tests, on établira la relation fréquence cardiaque/seuil anaérobie lactique afin de pouvoir utiliser quotidiennement le cardio-fréquence-mètre pour régler l'intensité du travail. Les paramètres FC2 ou FC4 serviront de fréquences cardiaques de références pour conduire les séances d'entraînement (voir article de GALLOUX et coll.). En effet, l'entraînement physique de capacité aérobie est efficace si l'exercice est effectué dans une gamme de vitesses proches du seuil anaérobie.

Chez les chevaux d'endurance, le seuil anaérobie est généralement compris entre 25 et 40 km/h. La fréquence cardiaque est comprise entre 160 et 180 bat./min au seuil 2 mmol/l et aux environs de 190-200 bat./min au seuil 4mmol/l. La vitesse seuil V2, déterminée lors d'un test, ne permet pas de prédire la vitesse moyenne en course. En effet, un test pratiqué dans des conditions très favorables ne reflète pas les conditions de course et la V2 atteint fréquemment le double de la vitesse moyenne.



**Figure 3 :** Exemple du déplacement de la courbe lactatémie-vitesse vers la droite après une période d'entraînement de 3 mois. La vitesse V4 passe de 560 à près de 575 m/mn, ce qui souligne une amélioration sensible de la capacité aérobie.

Chez les chevaux de concours complet, on trouve des V2 comprises entre 430 et 550 m/min avec une fréquence cardiaque correspondante de 145 à 180 bat./min. La V4 peut atteindre 490 à 600 m/min avec une fréquence cardiaque correspondante de 160 à 190 bat./min.

## LES LIMITES DU SEUIL ANAEROBIE LACTIQUE

Il convient de bien connaître les limites du seuil anaérobie lactique pour ne pas en faire une utilisation abusive et dangereuse. Il semble que les vitesses V2 et encore davantage V4 ne peuvent pas être soutenues plus de 5 à 7 minutes sans élévation de la lactatémie au-dessus de 2 ou 4 mmol/l. Ces vitesses sont donc utilisables pour établir la vitesse d'une séance d'entraînement mais ne correspondent pas à une vitesse soutenable pendant une longue durée. En course d'endurance, la fréquence cardiaque des meilleurs chevaux se situe en moyenne entre 130 et 140 bat./min, ce qui correspond à une lactatémie moyenne inférieure à 2 mmol/l. Par ailleurs, on peut se demander s'il existe un rapport étroit entre la capacité d'endurance et la notion de seuil anaérobie lactique chez le cheval ? En effet, les chevaux de race Pur sang présentent généralement les vitesses seuil les plus élevées alors que leur spécialité est le sprint.

## CONCLUSION

La détermination du seuil anaérobie au cours d'un test d'effort triangulaire est assez simple à réaliser lorsqu'on dispose d'une piste balisée. Pour assurer la validité des résultats, il faudra maîtriser parfaitement la vitesse des paliers et minimiser l'influence des facteurs de variation du seuil autres que celui de l'amélioration de la capacité aérobie. Le cavalier, la technique de prise de sang, la méthode de dosage et l'état du terrain seront les principaux facteurs à ne pas faire varier d'un test à l'autre. Dans ces conditions, il est possible d'utiliser la détermination du seuil anaérobie pour doser la charge du travail d'entraînement et suivre le développement de la capacité aérobie d'un groupe de chevaux.

Pour avoir un réel intérêt, les tests d'effort triangulaires avec détermination du seuil anaérobie doivent s'inscrire dans un programme général d'entraînement dont le calendrier sera établi avant le début de la saison de compétition. Ainsi, les résultats d'un test montreront l'efficacité ou l'inefficacité du travail de mise en condition physique déjà réalisé et permettront d'adapter le programme d'entraînement à chaque cas pour le travail avenir.