

LE POINT DE VUE DU CLINICIEN SUR L'UTILISATION DES PARAMETRES FREQUENCE CARDIAQUE ET LACTATEMIE LORS DU SUIVI DE L'ENTRAINEMENT DU TROTTEUR

DESBROSSE, F. * ; LE DRAOULEC, T. * ; AUVINET, B.**

*Vétérinaires

** Médecin, CHU Laval

Francis DESBROSSE avait déjà présenté aux lecteurs d'EquAthlon sa "Check-List" de médecin du sport pour les Trotteurs à l'entraînement. Il récidive avec une approche mi-clinique, mi-expérimentale et nous livre ses impressions sur les paramètres lactatémie et fréquence cardiaque mesurés au travail, en tant qu'indicateurs précoces de pathologies respiratoires ou orthopédiques. Ce texte original est le compte-rendu complet de la communication présentée aux Entretiens de Laval 1991, et qui n'apparaissait pas dans le précédent numéro.

SUMMARY: A CLINICIAN'S POINT OF VIEW ABOUT THE USE OF CARDIAC RHYTHM AND BLOOD LACTATE AS FITNESS PARAMETERS IN THE TRAINING STANDARDBRED.

This paper describes the relationship between clinical datas (and especially those concerning orthopedic and respiratory problems) and two fitness parameters used in sports medicine, cardiac rhythm and blood lactate during exercise in Standardbred horses. This results from a one-year study on more than a hundred horses examined in the Training Center of Grosbois. Cardiac rhythm and blood lactate seemed to be early indicators of an underlying pathology. The practical limits of those parameters are also discussed.

Key-Words : STANDARDBRED, BLOOD LACTATE, CARDIAC RHYTHM, RESPIRATORY DISEASES, ORTHOPAEDICS.

Cet article a été conçu à partir d'une étude faite sur plus d'une centaine d'examen en 1990 et 1991 sur des chevaux à l'entraînement au centre de Grosbois. L'examen comprenait un enregistrement de la fréquence cardiaque pendant la séance d'entraînement associé à une ou plusieurs mesures de lactatémie après effort. Cet examen était réalisé sur des chevaux dont on connaissait l'état de santé ainsi que les performances en course avant et après l'examen. Nous avons ainsi dégagé un certain nombre d'observations permettant une nouvelle approche de l'utilisation des paramètres fréquence cardiaque et lactatémie dans le suivi médical des chevaux à l'entraînement.

Pour l'ensemble de ces travaux, le cardio-fréquencemètre utilisé était le Baumann BHL-5000, les dosages de lactate ont été réalisés à l'hôpital de Laval selon la méthode de Boehringer, après déprotéinisation immédiate à l'acide perchlorique.

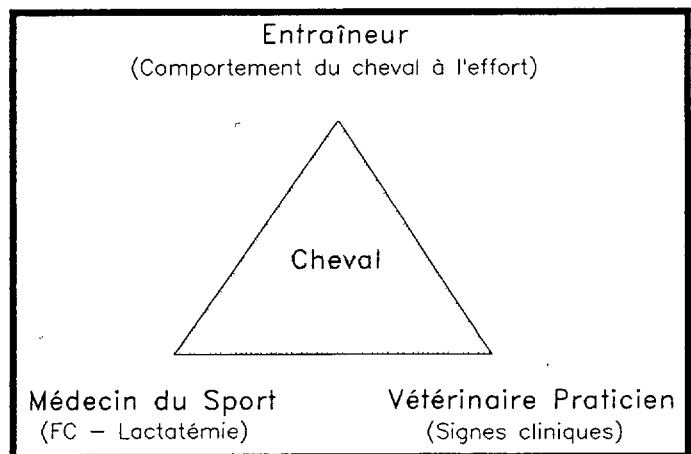


Figure 1 : Les acteurs de la mise en condition du cheval-athlète

LE CHEVAL-ATHLETE, UNE APPROCHE MULTI-FACTORIELLE.

Nous pouvons définir trois entités participant à la mise en condition du cheval-athlète (Figure 1) : l'entraîneur, le vétérinaire, le médecin du sport.

Comportement du cheval à l'effort.

On observe comment le cheval est "allant" au cours et surtout à la fin du travail. Cet "allant", généralement apprécié au cours d'un "bout-vite", est un bon indicateur empirique de la condition du cheval. C'est en effet la résultante de nombreux facteurs : génétique, entraînement, existence d'une pathologie, psychisme... C'est de plus le meilleur critère d'évaluation du potentiel énergétique du cheval lors d'effort maximal. Cependant, l'observation de ce critère ne va pas sans risque pour la santé du cheval. De plus, elle ne fournit pas d'information sur la cause d'une anomalie éventuelle.

Signes cliniques de l'effort mal supporté.

Un effort mal toléré se traduira par des signes cliniques qui apparaîtront plus ou moins tardivement et de manière non spécifique. Par exemple :

- Température > 40°5 cinq minutes après l'effort,
- Fréquence respiratoire > 20 mvts/min 20 minutes après l'effort,
- CPK > 250 UI 2 heures après l'effort,
- Appétit diminué le lendemain,
- Boiterie le lendemain,
- Naseaux sales le lendemain,
- Neutrophilie deux jours après,
- Fibrinogène augmenté deux jours après,
- ACE augmentée à 60 UI une semaine après.

Lactatémie et fréquence cardiaque pendant l'effort.

L'accumulation des lactates sanguins est le reflet de l'intensité relative de la dégradation

anaérobie du glycogène et du glucose par rapport à la dégradation aérobie de ces mêmes substrats. La courbe d'accumulation, observée au cours d'une épreuve d'effort triangulaire, est exponentielle en fonction de la vitesse. On associe l'accumulation des lactates avec l'augmentation de la fréquence cardiaque. Les travaux effectués au laboratoire sur tapis roulant situent le seuil anaérobie vers des vitesses correspondant à une fréquence cardiaque de 200 battements par minute (V200). Nos observations à la piste du centre d'entraînement de Grosbois situent plutôt ce seuil vers V210 ou V215, alors qu'à V200 la lactatémie reste faible.

TYPES D'ACTIVITE A L'ENTRAINEMENT

Le Tableau I montre la correspondance entre les différents niveaux d'entraînement (capacité aérobie, puissance maximale aérobie, tolérance lactique, désaturation) et les exercices correspondants. La lecture de ce tableau appelle certains commentaires.

- L'«Américaine» :

A notre grande surprise, nous avons observé de grandes variations dans les valeurs de fréquence cardiaque et de lactatémie, notamment avec une plage de fréquence cardiaque allant de 150 à 220 battements/minute. Il y a plusieurs explications à ce phénomène. En effet, un cheval en début d'entraînement peut souffrir de l'effort que nécessite une américaine. De plus, un cheval aux américaines peut parfois être amené à faire quand même des pointes de vitesse durant cet exercice (par exemple lorsqu'il travaille parmi d'autres chevaux).

- L'«Interval-Training» :

Il nécessite une ligne droite de 800 m. Le travail consiste alors en 6 efforts de 800 m (trois allers-retours) entrecoupés de phases de récupération au pas en cercle aux extrémités de la ligne droite. Dans ces conditions, la vitesse est suffisamment courte pour travailler à des vitesses élevées, et suffisamment longue pour accumuler des lactates. Ce type de travail développe la tolérance à l'acide lactique, mais les lignes droites de 800 m sont rares et nous sommes plutôt habitués à des successions de départs sur 500 m, toujours dans le même sens avec récupération au pas. Les fréquences cardiaques ne dépassent pas 215-220 et les lactatémies avoisinent les 10

Entraînement

Exercices

Capacité aérobie La = 4 mmol/l	Américaine 2' < V < 1'40 sur 6000-12000 m
Puissance maximale aérobie 4 < La < 10 mmol/l	Travail conventionnel 1000 m 35', 1000 m 30', 500 m 20'
Tolérance acide lactique 10 < La < 15 mmol/l	Interval-training 6 x 800 m 18'
Désaturation acide lactique La <= 2 mmol/l	Récupération active 3000 m en 2' au km

Tableau I : Types d'entraînement (classification "énergétique") et exercices correspondants

Type de Pathologie	Intérêt pratique de FC et LA
Signes cliniques apparents	+
Mauvaises performances Phase précédant les signes cliniques	+++

Tableau II : FC et lactatémie, indicateurs précoces de pathologies

mmol/l. Ceci permet de ménager les jambes du cheval tout en développant la vitesse. Cependant une distance de 500 m est trop courte pour atteindre une lactatémie suffisamment élevée dans le cas d'un travail de tolérance lactique. Par ailleurs, les chevaux trop nerveux ont du mal à supporter ce type de travail.

PLACE DES PARAMETRES FC ET LACTATEMIE PARMIS LES EXAMENS HABITUELS

Dérive de FC et lactatémie (LA) dans le cadre de la pathologie.

Notre expérience montre que, sur de bons chevaux dans de bonnes conditions d'entraînement, c'est la pathologie qui est le facteur limitant de la performance. Pour les affections dont l'expression clinique est dominante, la mesure de FC et de LA présente un intérêt essentiellement scientifique, pour l'étude de l'incidence de ces affections sur la capacité énergétique du cheval ; l'intérêt pratique est cependant limité. Au contraire, lors de baisses de performances et pendant la phase précédant les signes cliniques, la mesure de FC et de LA présente un grand intérêt (Tableau II).

En effet, il s'avère que toute pathologie est associée à une augmentation de FC et LA. Ce phénomène est précoce, on l'observe pendant la phase précédant l'insuffisance rénale et l'infarctus du myocarde chez l'homme, ainsi que dans les affections pulmonaires obstructives chroniques (COPD) chez l'homme comme chez le cheval. Pour un cheval donné et un effort déterminé, une élévation de FC et LA par rapport aux valeurs habituelles souligne l'existence d'une pathologie. Ces paramètres peuvent donc tout à fait s'intégrer dans le cadre de l'exploration clinique.

Les boiteries.

Les boiteries sont responsables de 60% des mauvaises performances, elles ne sont pas toujours visibles mais engendrent quand même de la douleur. Pour l'exploration des boiteries, nous disposons d'un certain nombre de techniques (Tableau III).

Signalons que la scintigraphie est pratiquée dans le cadre de la médecine sportive à l'Université de Tufts à Boston (USA). Elle est intégrée dans le protocole d'examen lors d'une consultation de médecine sportive, et se pratique sans anesthésie générale. Cet examen est très riche d'ensei-

Tableau III : Sémiologie des boiteries chez le Trotteur à l'entraînement

Type d'examen	Commentaires
Examen clinique	Fiable - valeur des signes = ? en phase précoce
Hémo-biochimie	Neutrophilie après le W // stress Fibrinogène augmenté // inflammation CPK, SGOT Fiabilité mais sans rapport direct avec le métabolisme énergétique
Lactates, FC	Précoce, rapport avec énergétique, fiable ?
Anesthésies sémio au W	Nécessite anomalie bien visible
Radiologie - Echographie	Fiables mais informations tardives
Scintigraphie Thermographie	Nécessite des centres équipés Prix élevé Déterminant dans certaines affections

Boiteries

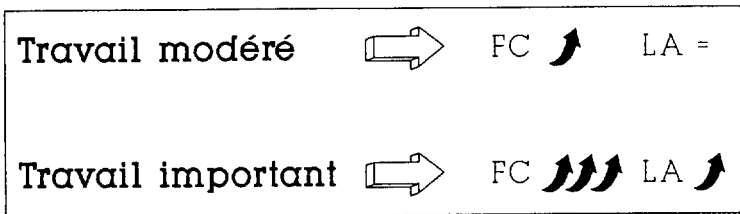


Figure 2 : Dérive de FC et LA lors de boiterie

gnements, mais c'est le seul centre au monde qui le pratique de cette façon. La scintigraphie est également utilisée dans le cadre des explorations cliniques à Berne en Suisse ainsi qu'en Allemagne, mais sous anesthésie générale, ce qui est incompatible avec une consultation de médecine sportive. Il s'agit pourtant d'un examen primordial pour la mise en évidence de certaines affections telles que l'ostéochondrose de l'épiphyse du métacarpe induite par l'entraînement, ou encore la sclérose sous-chondrale de la fossette radiale du troisième os du carpe.

L'expérience nous a montré que les boiteries entraînent une dérive des FC vers le haut, avant celle des LA (Figure 2).

Une étude américaine a montré que la phénylbutazone normalise la FC des chevaux boiteux :

CHEVAL NORMAL : FC = Normale
 CHEVAL BOITEUX : FC = Anormale
 CHEVAL BOITEUX + PHENYLBU-TAZONE : FC = Normale.

Ceci nous montre l'intérêt, mais également le danger de ce type de médication, ainsi que la nécessité d'un contrôle vigilant lors de son utilisation.

Chez un cheval boiteux soumis à un travail intense, on constate parfois une forte augmentation de FC avec une lactatémie qui reste égale à la valeur habituelle. Ceci pourrait signifier que l'on a affaire à un cheval possédant un fort potentiel énergétique que la souffrance l'empêche d'extérioriser.

Les affections respiratoires.

Les affections respiratoires sont responsables de 20% des causes de mauvaises performances. Elles s'aggravent très fréquemment après les courses, leur évaluation est délicate. A ce jour, les différents examens ont une bonne valeur spécifique mais non pronostique (Tableau IV).

Tableau IV : Sémiologie des affections respiratoires

Type d'examen	Commentaires
Température = 38 l	Significatif, pas de valeur pronostique
Naseaux sales	Idem
Auscultation au sac	Nécessite plusieurs examens - Révèle la toux //VO2 Affections aiguës + ; COPD +/-
Examens sanguins	Formule, fibrinogène, ACE : assez fiable Sérologie : valeur épidémiolo + valeur individuelle +/-
Fibroscopie	COPD - sécrétions à l'effort EIPH : valeur pronostique = ? OURT repos/effort = ?
FC - Lactatémie	Info précoce - valeur pronostique = ? Aide au dosage entraînement
Radiologie	Confirmer hémorragies à récurrence
Scintigraphie	Détection précoce des bronchospasmes

Dans le cas de l'ACE (enzyme de conversion de l'angiotensine), la valeur normale se situe aux alentours de 40 à 50 UI. L'ACE diminue lors d'hémorragies pulmonaires, elle augmente dans la phase chronique du granulome inflammatoire. Il faut en fait apprécier la cinétique de l'ACE, certains chevaux en parfaite santé peuvent avoir une ACE basse. Par ailleurs, la normalisation

Degré	Mouvement - LRLN
1	Symétrie, abduction-adduction droit et gauche synchrones
2	Quelques mouvements asynchrones quel que soit le moment de la respiration Abduction complète G durant l'occlusion nasale (+ déglutition)
3	Quelques mvts. asynchrones (idem 2) L'abduction complète ne peut pas être maintenue durant l'occlusion nasale
4	Paralyse complète

Tableau V : Degrés cliniques de la neuropathie du nerf récurrent gauche

d'une ACE auparavant supérieure à 50 UI peut être due à une bonne évolution du granulome inflammatoire mais aussi à une récurrence de l'hémorragie, il faut alors surveiller l'évolution du nombre des hématies et du taux d'hémoglobine. L'ACE peut également présenter des interférences avec le parasitisme. En effet, l'ACE augmente avec la présence de parasites. Cette source d'erreurs est particulièrement importante chez les jeunes chevaux.

Dans le cas des obstructions des premières voies respiratoires (OURT), on attribue classiquement quatre degrés qui correspondent aux différents stades du cornage (neuropathie du nerf récurrent gauche ou Left Recurrent Laryngeal Neuropathy = LRLN) (Tableau V).

Les examens sur tapis roulant aux vitesses submaximales avec une analyse objective informatisée des surfaces de l'ostium laryngé ont mon-

tré une bonne corrélation avec le degré 4, et une mauvaise pour les autres. Ainsi, un cheval présentant un LRLN de degré 2 peut n'avoir aucune obstruction aussi bien qu'une obstruction complète peu différente de celle du degré 4 par obstruction du ligament ary-épiglottique.

Ces examens sur tapis roulant ont permis par ailleurs d'évaluer l'importance d'autres types d'affections obstructives (Tableau VI). Ceci montre la complexité du problème.

Notre expérience a permis de mettre en évidence, dans ces situations, une dérive de FC et LA (Figure 3).

Actuellement, l'évaluation de la lactatémie ne fournit pas la solution quant au pronostic mais permet de doser le travail d'un cheval porteur d'une affection respiratoire. Ceci est particulièrement intéressant pour le "manage-

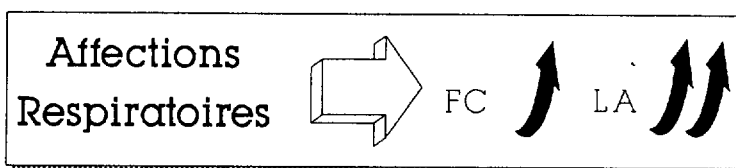


Figure 3 : Dérive FC et LA dans les affections respiratoires

ment" de trois affections respiratoires auxquelles le praticien est fréquemment confronté. Il s'agit de la Rhinopneumonie (virus EHV1), de l'affection respiratoire obstructive chronique et de l'hémorragie pulmonaire induite par l'exercice (EIPH).

Pour le praticien, la situation peut se présenter de deux manières différentes :

- lors d'une fibroscopie, découverte de mucus +/- rosé ==> recherche d'une dérive FC et LA.

Tableau VI : Affections obstructives des premières voies respiratoires

Type d'anomalie à évaluer par vidéo-endoscopie sur tapis roulant

- Entrapement épiglottique (EE)
- Déplacement dorsal du voile du palais (DDSP)
- Neuropathie récurrent gauche
- Collapsus de la corde vocale (+/- LRLN)
- Obstruction par le ligament ary-épiglottique (+/- LRLN)
- Obstruction par le ligament ary-épiglottique + collapsus de la paroi pharyngée
- Déplacement du ligament ary-épiglottique + DDSP

Examen	Orthopédie	Respiratoire
Signes cliniques	# A l'échauffement ('raide') # A l'effort ('saute du cul')	# Au box : naseaux sales # Au travail : peu de signes à l'effort # En course : signes à l'effort
Hématologie	Neutrophilie modérée précoce	Neutrophilie importante retardée
Biochimie	Fibrinogène) N SGOT) N	Fibrinogène) N ACE normale
Dérive FC - LA	FC >> N LA > N	LA >> N FC > N
Risque d'aggravation en course	MODERE - QUANTIFIABLE	IMPORTANT - IMPREVISIBLE

Tableau VII : Clinique comparée des affections orthopédiques et respiratoires

ont pu être atteintes sévèrement, alors que l'ensemble des muscles mis en jeu travaillait globalement en métabolisme aérobie. Y aurait-il un compartimentage des différents types de fibres ?

- lors d'un examen, FC et LA anormalement élevées ==> faire un examen fibroscopique.

Dans le suivi de ces affections respiratoires, il faut étudier régulièrement la corrélation entre :

- la quantité de l'effort,
- la courbe de fréquence cardiaque,
- la lactatémie après l'effort.

Le Tableau VII présente une synthèse de l'exploration des affections orthopédiques et respiratoires, qui représentent à elles seules 80% des causes de baisse de performance.

CAS PARTICULIERS

Nous avons eu l'occasion de réaliser des mesures de lactatémie sur des chevaux présentant d'autres types d'affections.

Acide lactique et myosite.

Nous avons mesuré la lactatémie chez un cheval atteint d'une myosite d'effort avec une augmentation des enzymes musculaires (CPK, SGOT) à la suite d'un travail. Les résultats étaient les suivants :

- CPK repos : 457 UI.
- CPK 2 heures après travail : 1990 UI.
- SGOT : 927 UI.
- LA à 3 minutes : 3,08 mmol/l.
- LA à 5 minutes : 2,71 mmol/l.

La lactatémie après effort est restée basse, contrairement à ce que l'on aurait pu attendre. En effet, l'acide lactique a souvent été considéré comme un des principaux facteurs de myosite. Dans notre exemple, certaines fibres musculaires

Acide lactique et acépromazine.

Chez les chevaux nerveux, l'acépromazine administrée à faible dose (1 cuiller à café rase de VETTRANQUIL granulés ND) diminue la lactatémie après effort et améliore la performance. Ceci permet de mieux utiliser les qualités d'un cheval nerveux à l'entraînement au cours d'un travail conventionnel mais pas en interval-training. Chez les chevaux calmes, cette même médication ne fait que provoquer une baisse de performance (FRUSTONE J.F., EVJ 91, 23(3)).

Acide lactique et surentraînement.

Le surentraînement est observable cliniquement : "fitness" augmenté, FC de repos augmentée, appétit diminué, enzymes augmentées...

Par contre, les limites précédant le surentraînement sont très difficiles à évaluer. Une possibilité d'évaluation consiste à effectuer un travail à FC2, qui devra déjà être connue chez le cheval concerné. Cette FC se situe généralement aux alentours de 140 battements/minute. Si pour cette FC, la lactatémie après effort est de 3 mmol/l, c'est que l'on a vraisemblablement atteint un niveau de surentraînement. Il faut donc diminuer la charge d'entraînement jusqu'à normalisation.

Acide lactique et "essoufflement".

Nous avons pu observer de nombreux chevaux qui rentraient du travail essoufflés, et ceci pendant très longtemps (fréquence respiratoire de

Cheval à fort potentiel : LA < 'N' ; FC = 'N'
Risque de sous-estimer une pathologie

Cheval à faible potentiel : LA > 'N'
Risque de sur-estimer une pathologie

Tableau VIII : Causes d'erreur dans l'interprétation des paramètres FC et LA

mmol/l (Tableau IX). La méthode la plus sûre consiste à effectuer deux prélèvements à 5 et 10 minutes.

CONCLUSION

Lactatémie et fréquence cardiaque sont sans nul doute des paramètres très intéressants dans le suivi d'entraînement du cheval de course, à la fois pour l'entraîneur et le vétérinaire. Comme nous avons essayé de le montrer, ces examens peuvent aider à la détection précoce d'anomalies, de mieux cibler les examens complémentaires, d'où peut-être certaines économies. Ils permettent également d'adapter le niveau de travail lors d'une pathologie, d'où une plus grande efficacité. Cependant, les causes d'erreur sont encore nombreuses, il sera donc nécessaire de confirmer ces premiers résultats. L'utilisation de ces "outils" par le praticien doit se faire avec une grande prudence, en tenant compte du contexte de l'examen. L'évolution des connaissances permise par la recherche scientifique conjointement à l'expérience de terrain devrait contribuer à l'amélioration de la pertinence de ces examens.

128 mouvements/minute, 20 min après la fin de l'effort). Cependant, nous n'avons pas noté de corrélation entre cet "essoufflement" et une lactatémie élevée. La fréquence respiratoire n'apparaît donc pas comme un bon reflet du métabolisme énergétique mis en jeu.

CAUSES D'ERREURS

La cause d'erreur la plus fréquente est due au manque de connaissance du potentiel énergétique intrinsèque du cheval. Cela devient particulièrement problématique lorsque l'on recherche une pathologie à l'aide de cet examen sans avoir de données propres au cheval examiné. En effet, la comparaison des résultats avec des valeurs moyennes considérées comme normales peut être source d'erreurs importantes (Tableau VIII).

FC ET LACTATEMIE MAXIMALES

La fréquence cardiaque maximale d'un cheval ne peut être connue qu'en course. Il existe deux approches possibles pour le praticien qui souhaite estimer cette valeur. La première consiste à faire porter un cardio-fréquencemètre au cheval lors de sa séance de qualification. La seconde est de l'estimer en ajoutant 10 battements à la FC maximale obtenue au cours d'un travail d'une durée de 2 min minimum à une vitesse sub-maximale.

Un autre problème est de savoir à quel instant devra se situer le prélèvement sanguin pour obtenir le pic de lactatémie. D'après les études de cinétique de lactatémie après effort que nous avons effectuées, le moment optimal se situe dans les 5 premières minutes pour un travail induisant une lactatémie inférieure à 10 mmol/l, à 10 minutes pour un travail induisant une lactatémie supérieure à 10

Tableau IX : Conditions idéales de prélèvement pour l'observation du pic de lactatémie

Travail	Lactatémie au pic	Temps idéal de prélèvement
Facile	< 10 mmol/l	3-5 min
Normal Difficile	10 mmol/l	5 et 10 min
Très difficile Course	> 10 mmol/l	10 min

POUR EN SAVOIR PLUS :

- Blood lactate : implications for training and sports performance, I. JACOBS, Sports Medicine 3, 10-25 (1986).
- An energetic basis of equine performance, D.F. McMIKEN, EVJ 15(2) 123-133 (1983).
- Standardized exercise test and daily heart response of Thoroughbreds undergoing conventional race training and detraining, J.H. FOREMAN, W.M. BAILY, Am. J. Vet. Res. 51(6) (1990).
- Bases biochimiques comparées des techniques d'entraînement chez l'homme et le cheval, J.M. CRIELAARD et al., Congrès Médecine et Sports Equestres, Saumur 1985.