

ADAPTATION A L'EFFORT DU CHEVAL DE CONCOURS COMPLET D'EQUITATION : évolution de la fréquence cardiaque et de la lactatémie en compétition.

B. AUVINET (*), P. GALLOUX (**), O. LEPAGE (***), J.M. MICHAUX (****),
A. ANSALONI-GALLOUX (**), X. GOUPIL (*****).

* Centre Hospitalier, 53024 LAVAL CEDEX

** Ecole Nationale d'Equitation

*** Fédération Française d'Equitation

**** Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

***** Ecole d'Application de l'Arme Blindée Cavalerie

RESUME: La fréquence cardiaque et la lactatémie ont été mesurées pendant et à l'issue d'épreuves de Concours Complet d'Equitation. Ces deux paramètres permettent de déterminer l'influence des filières énergétiques utilisées à l'effort. Des lactatémies atteignant 10 mmol/l et des fréquences cardiaques maximales de 200 battements par minute et plus ont été observées, indiquant l'intensité extrême de l'effort en particulier lors du steeple et du cross des épreuves combinées.

La dépense énergétique d'un athlète en situation de compétition est impossible à connaître, sinon par des expériences à méthodologie très lourde. En revanche, il est possible de suivre deux paramètres qui sont le témoin de cette dépense énergétique, et le reflet des filières énergétiques mises en jeu : la fréquence cardiaque et la lactatémie. Cette méthodologie, d'application courante en médecine sportive humaine, reste du domaine de l'exceptionnel en médecine sportive équine. Notre but a été de suivre ces paramètres sur des chevaux de concours complet d'équitation à l'occasion de quelques épreuves de fond.

METHODOLOGIE UTILISEE

1/ Mesure de la fréquence cardiaque (FC).

Pour celle-ci, nous utilisons le cardio-fréquence-mètre Horse-tester PEH 200 (riding

model) ; cet appareil permet l'enregistrement de la fréquence cardiaque en continu ; l'intervalle des prises de données est de 15 secondes, avec mise en mémoire. L'utilisation d'une interface, d'un micro-ordinateur et d'une imprimante nous permet d'obtenir deux fonctions :

- le tracé de la courbe des fréquences cardiaques,
- le listing des fréquences cardiaques enregistrées.

2/ Mesure de la lactatémie.

Le dosage de la lactatémie se fait sur prélèvement sanguin veineux prélevé par voie jugulaire.

L'échantillon est immédiatement traité à l'acide perchlorique ; le dosage est réalisé selon la technique de BOEHRINGER.

3/ Population étudiée.

Nous avons pu suivre, en accord avec l'entraîneur national, trente chevaux, à l'occasion d'épreuves qualificatives pour les Jeux Olympiques de SEOUL. Cette population équine de C.C.E. de haut niveau se caractérise par sa diversité, à savoir :

- l'âge : de 8 à 16 ans, avec une moyenne de 11 ans ;

- le sexe : prépondérance des hongres sur les juments (22 sur 30) ;

- les origines : 1 trotteur, 9 anglo-arabes, 2 pur-sang et 18 chevaux de selle français marqués par un fort courant de pur-sang (50 à 75%).

LE CONCOURS COMPLET D'EQUITATION (C.C.E.)

Le C.C.E. est la discipline la plus éprouvante pour le cheval de sport ; elle comporte la succession de trois épreuves réparties sur deux à trois jours. La première, l'épreuve de dressage, consiste en l'exécution d'une succession de figures imposées ; elle vérifie la qualité de soumission du cheval ; elle ne nécessite pas de grandes qualités athlétiques.

La seconde, l'épreuve de fond, comporte pour les C.C.E. combinés la succession des quatre phases suivantes :

- phase A : Premier routier (à parcourir au trot : vitesse 220 m/min)
- phase B : Steeple (à parcourir au grand galop : vitesse moyenne 640 m/min)
- phase C : Deuxième routier (à parcourir au trot : vitesse 220 m/min)
- phase D : cross (à parcourir au galop rapide : vitesse moyenne 550 m/min).

Entre les phases C et D, le cheval bénéficie d'une période de repos de 10 minutes, au cours de laquelle il est l'objet d'un contrôle vétérinaire.

Ainsi, l'épreuve de fond des Jeux Olympiques de SEOUL s'effectue sur les distances suivantes :

- premier routier : 5940 m
- steeple : 3105 m
- deuxième routier : 10230 m
- cross : 7086 m

Le steeple devait être parcouru à la vitesse de 690 m/mn et le cross à la vitesse de 570 m/mn. Ces caractéristiques rendent compte de la difficulté de l'épreuve, d'où la nécessité d'une préparation athlétique rigoureuse.

Enfin, la troisième épreuve, le saut d'obstacles, est effectuée le lendemain ; elle ne comporte pas de difficulté majeure, son but est de vérifier si le cheval a bien récupéré de l'épreuve de fond.

RESULTATS

1/ Fréquence cardiaque

A titre d'exemple, nous reproduisons un certain nombre de tracés d'enregistrements de fréquences cardiaques, obtenus pour chacune des épreuves suivies (Figures 1 et 2). Pour les épreuves simples, c'est à dire ne comportant qu'un parcours de cross, nous observons, au moment du départ, une élévation très rapide de la fréquence cardiaque, suivie d'un plateau lentement ascendant, puis d'une diminution brutale dès la fin du cross (Figure 1). On retrouve une courbe identique lors des épreuves combinées pour les phases du steeple et du cross. A l'inverse, les parcours routiers qui précèdent et suivent le steeple se caractérisent par des fréquences cardiaques beaucoup plus basses et relativement stables (Figure 2).

Pour une étude plus précise de ces fréquences cardiaques, nous utilisons le "listening" des valeurs enregistrées toutes les 15 secondes par les cardio-fréquence-mètres utilisés ; ceci nous permet de définir les fréquences maximales et les fréquences moyennes pour chaque phase de la compétition (Tableaux I et II).

Lors du cross, les fréquences cardiaques maximales sont très élevées, elles varient de 190 à 220 battements par minute, avec une moyenne de 199 +/- 13, ceci sur un échantillon de 29 sujets. Lors du steeple, les valeurs sont très légèrement supérieures, elles vont de 206 à 228 battements par minute, avec une moyenne de 214 +/- 7, sur un échantillon de 6 chevaux.

Les parcours routiers se caractérisent par

Figure 1 : Tracé des fréquences cardiaques et lactatémies. Epreuve de fond, C.C.E. Le Chambon

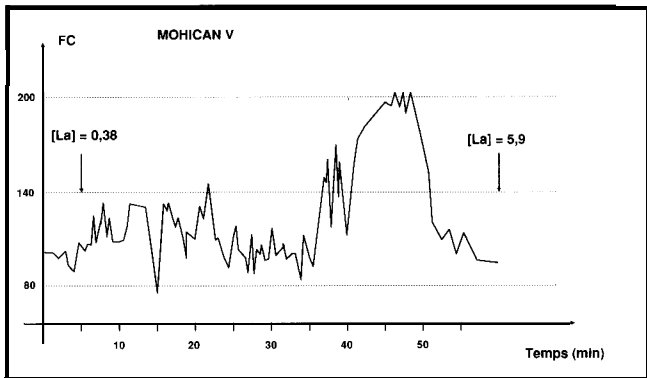
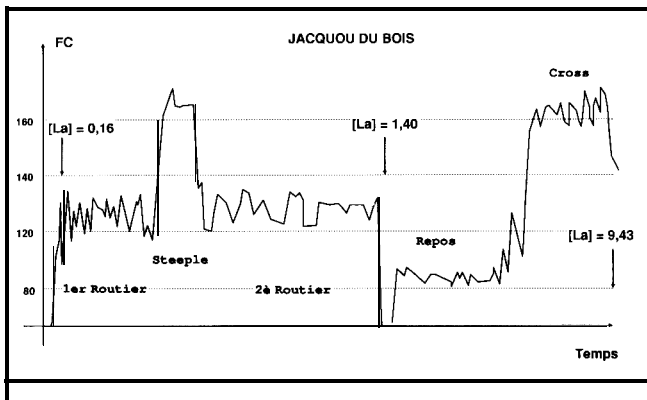


Figure 2 : Tracé des fréquences cardiaques et lactatémies. C.C.I Saumur (30/04/88)



des fréquences cardiaques relativement stables comprises entre 114 et 160 battements par minute, avec des valeurs moyennes de 129 +/- 9 et de 132 +/- 16 pour les parcours routiers se situant respectivement avant et après le steeple.

2/ Lactatémie.

Pour un certain nombre de chevaux, nous avons pu suivre la lactatémie avant, pendant et après l'épreuve (Tableaux I et II). Les lactatémies de repos sont toujours basses ; les lactatémies mesurées trois minutes après la fin du cross sont élevées. Elles sont très variables, allant de 3 à 21 mmol/l, avec des

DISCUSSION

Le suivi de la fréquence cardiaque et de la lactatémie chez le cheval de sport a fait l'objet de nombreuses études dans différentes conditions expérimentales ; en revanche, en situation de compétition sur le terrain, nous n'avons retrouvé qu'une seule étude (ROSE R.J. et al., 1980). Ceci nous amène à discuter notre travail, principalement en fonction des études expérimentales.

1/ La fréquence cardiaque.

Lors des phases de cross et de steeple, nous discuterons la fréquence cardiaque

Tableau I : Fréquences cardiaques et lactatémies. CCI Saumur 1988, épreuve de fond.

NOM	Steeple Distance 2 640 m, Vitesse 660 m/mn, Temps Théorique 4 mn										
	FC Moy 1er Routier	FC Max Steeple	FC Moy Steeple	FC Moy 2e Routier	FC Max Cross	FC Moy Cross	Lactatémie Repos	Lactatémie 2e Routier	Lactatémie Cross	Temps dépassé	
KHEPIR	144	228	206	160	-	≈ 201	0,14	2,7	-	Ab	
KRACK D'ARGOS	125	207	198	114	217	196	0,19	0,23	9,30	3"	
NEWLOT	127	213	201	122	215	190	0,28	0,86	9,70	38"	
MARCNAT	117	206	201	126	209	193	0,19	3,06	12	41"	
JACQUOU DU BOIS	127	210	198	131	209	189	0,16	1,40	9,43	39"	
LACUNE D'AUZAY	134	223	216	137	227	209	0,37	1,42	13	35"	
JIM PAM	-	-	-	-	-	≈ 181	0,28	0,89	12,57	12"	
MOYENNES	129,4 ± 9,0	214,5 ± 9,0	203,9 ± 6,8	132,1 ± 15,8	215,4 ± 7,4	194,7 ± 9,0	0,23 - 0,07	1,50 ± 1,0	10,7 ± 1,6		

différences très marquées selon la compétition suivie (Tableau II).

Ceci donne en valeur moyenne globale une lactatémie en fin de cross de 10,2 mmol/l +/- 4,3 pour un échantillon de 37 prélèvements.

En outre, l'épreuve combinée de SAUMUR nous a donné l'occasion de faire 7 prélèvements à la fin du 2ème routier : nous constatons des lactatémies peu élevées, allant de 0,2 à 3,06 mmol/l, avec une valeur moyenne de 1,5 mmol/l +/- 1,0.

maximale. En effet, la fréquence cardiaque moyenne est corrélée avec la fréquence cardiaque maximale et suit les mêmes évolutions ($r = 0,86$; $n = 28$). Lors de ces deux phases de la compétition, les fréquences cardiaques maximales observées sont élevées (valeur moyenne 214 +/- 11 battements/min) ; elles n'atteignent cependant pas les fréquences cardiaques maximales théoriques. Celles-ci ont été particulièrement bien étudiées par KUBO (1984). Cet auteur retient comme fréquence cardiaque maximale théorique la valeur de 233 +/- 7 battements/min, ceci dans des conditions bien particulières, à savoir lors d'un galop

effectué à la vitesse de 700 m/mn jusqu'à épuisement du cheval.

Néanmoins, dans des conditions difficiles de compétition telles que celles que nous avons connues à DIJON, les chevaux approchent de leur fréquence cardiaque maximale (respectivement 230 et 232 battements/min pour les chevaux LAGUNE D'AUZAY et KHEMIS). La fréquence cardiaque maximale est toujours obtenue pendant la dernière minute de l'épreuve. Enfin, selon les épreuves, des variations importantes sont notées. Ainsi, il existe une différence de 20 battements/min, tant pour les fréquences cardiaques maximales que pour les fréquences cardiaques moyennes observées lors des concours de DIJON et de COMPIEGNE (compétitions pratiquées à

Par ailleurs, pour l'épreuve combinée de SAUMUR, les fréquences cardiaques moyennes observées pendant les 1er et 2ème parcours routiers sont respectivement de 129 +/- 9 battements/min et 132 +/- 16 battements/min. Ces valeurs sont légèrement inférieures à celles que nous avons mesurées au seuil aérobie (158,3 +/- 17,6) lors d'un test d'effort standardisé de terrain réalisé chez des chevaux de concours complet d'équitation (AUVINET et al, 1989).

2/ Lactatémie.

Après des efforts maximaux pratiqués sur une distance de 1100 m à 1700 m, BAYLY (1986) a montré que la lactatémie peut atteindre 30 à 35 mmol/l. Il n'en est pas de même dans les conditions de notre étude.

Tableau II : Fréquences cardiaques maximales et valeurs moyennes ; lactatémies. CCE 1988 (Cross et Steeple).

EPREUVE	N1	FC MAX	FC MOY	N2	LACTATES mmol/l
DIJON (cross)	8	221 ± 8	208 ± 11	7	16,3 ± 4,0
COMPIEGNE (cross)	6	201 ± 9	185 ± 13	8	7,0 ± 3,3
SAUMUR cross steeple	6	215 ± 7	195 ± 9	7	10,7 ± 1,6
	6	214 ± 9	204 ± 7	-	-
LE CHAMBON (cross)	7	217 ± 8	204 ± 8	7	7,2 ± 1,8
CHANTILLY (cross)	2	215 - 229	198,5	8	10,6 ± 2,6
MOYENNE (cross)	30	214 ± 11	199 ± 13	37	10,2 ± 4,3

N1 Nombre de mesures de fréquences cardiaques

N2 Nombre de prélèvements pour lactatémie

même vitesse sur des distances peu différentes) ; ceci est la conséquence des difficultés du parcours de cross, qu'elles soient dues à la configuration du terrain ou aux conditions météorologiques. L'épreuve de DIJON s'effectuait sur un parcours très vallonné et dans de très mauvaises conditions climatiques à l'opposé de celle de COMPIEGNE.

Nos résultats se rapprochent de ceux de ROSE et al., (1980). Ces auteurs ont dosé le lactate lors du concours complet combiné de SYDNEY, 30 secondes après le deuxième routier, 30 secondes puis 30 minutes après le cross, ceci pour 14 chevaux. Lors du prélèvement réalisé 30 secondes après le cross, ils observent une valeur moyenne de 8,16 +/- 0,8 mmol/l tandis que nous constatons une

valeur moyenne de 10,7 +/- 1,6 mmol/l, trois minutes après la fin du cross du C.C.E. combiné de SAUMUR (Tableau I).

Pour l'ensemble des 5 compétitions suivies, nous avons réalisé 37 prélèvements sanguins pour le dosage de la lactatémie, trois minutes après l'arrivée du cross ; la valeur moyenne est de 10,2 +/- 4,4 mmol/l. Ce chiffre cache de grandes diversités (de 3 à 21,2 mmol/l). **Parmi les paramètres qui peuvent influencer la lactatémie de fin de cross, nous retiendrons les éléments suivants :**

- la configuration géographique du parcours,
- les conditions climatiques,
- les caractères génétiques du cheval,
- l'état d'entraînement du cheval,
- les sollicitations du cavalier qui s'expriment globalement par les vitesses moyennes du parcours.

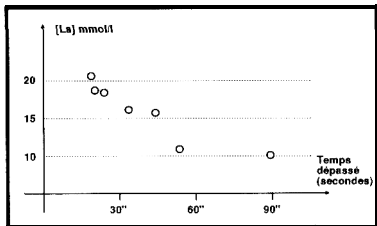
Ainsi, de tous les parcours, DIJON a été reconnu comme le plus éprouvant pour les chevaux, ceci en raison d'un terrain très vallonné et de mauvaises conditions climatiques (froid et pluie). De plus, s'ajoute la date de compétition très précoce dans l'année (début Mars). Les chevaux ne sont pas encore en bonne condition physique. Il en résulte des lactatémies de fin de cross très élevées avec une valeur moyenne de 16,29 +/- 4 mmol/l. A l'inverse, COMPIEGNE est reconnu comme un parcours facile. Il a été réalisé dans de bonnes conditions météorologiques, un mois après DIJON, sur des distances très légèrement supérieures (4000 m contre 3870 m), à vitesse moyenne semblable. Les lactatémies observées en fin de cross sont beaucoup plus basses avec une valeur moyenne de 7,0 +/- 3,3 mmol/l.

Il faut également tenir compte des sollicitations du cavalier : la vitesse de réalisation du parcours se traduira par un temps de pénalité plus ou moins important. La Figure 3 montre la relation existant entre

les pénalités de temps et la lactatémie finale lors de l'épreuve de DIJON. Indéniablement, la vitesse de réalisation du parcours est un facteur important pour expliquer l'élévation de la lactatémie en fin de cross.

Les caractères génétiques du cheval influencent vraisemblablement les lactatémies observées en fin de compétition. Ceci n'a pu être véritablement apprécié lors de notre étude. En revanche, SAIBENE (1985)

Figure 3 : Corrélation entre les pénalités de temps et la lactatémie finale (CCE Dijon 1988).



a montré que les chevaux de polo produisent plus de lactates que les trotteurs qui en produisent eux-mêmes plus que les pur-sang.

Ainsi que ROSE, lors de l'épreuve combinée de SYDNEY en 1980, nous avons pu, à SAUMUR, effectuer des prélèvements sanguins pour dosages de la lactatémie à la fin du 2ème parcours routier. Les valeurs que nous avons observées chez 7 chevaux (1,5 +/- 1,0 mmol/l) sont proches de celles constatées par ROSE (2,07 +/- 0,5 mmol/l). Ceci nous permet d'affirmer que le deuxième parcours routier qui se situe immédiatement après le steeple constitue pour le cheval une véritable récupération active. En effet, le steeple représente une épreuve proche de l'effort maximal du cheval (pour SAUMUR, distance de 2640 m, vitesse imposée 660 m/mn, soit une durée d'épreuve de 4 min avec une FC Max de 214 +/- 9). En conséquence, nous pensons qu'il y a une production importante d'acide lactique lors du steeple.

La Parole aux Chercheurs

A cette phase de la compétition fait suite le 2ème parcours routier d'une durée de 30 mn qui s'effectue au trot avec une fréquence cardiaque moyenne légèrement inférieure à la fréquence cardiaque moyenne du seuil aérobie. Ainsi donc, toutes les conditions sont réunies pour que ce deuxième parcours routier représente une véritable récupération active pour le cheval.

CONCLUSION

Au cours de l'épreuve de fond du concours complet d'équitation, le cheval de sport est amené à solliciter fortement ses trois filières énergétiques. A chaque saut d'obstacle, la rapidité de l'action, l'intensité du geste sportif, mettent à contribution la filière anaérobie alactique. L'existence d'un taux de lactatémie en fin de cross supérieur à 8-10 mmol/l, confirme une contribution importante des sources d'énergie anaérobie lactique. Enfin, la durée même de l'épreuve de 7 à 14 minutes pour le cross avec une fréquence cardiaque moyenne de 200 battements/min, nécessite une participation importante de la filière aérobie.

En conséquence, mieux connaître les possibilités énergétiques du cheval de sport devrait permettre d'aider à la conduite de son entraînement.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES :

- AUVINET, B. ; GALLOUX, P. ; MICHAUX, J. M. ; DE FAUCOMPRET, J. ; FRANCOVILLE, M. ; LEPAGE, O. ; ANSALONI-GALLOUX, A. ; COUREAU, C., 1989, Test d'effort standardisé de terrain pour chevaux de concours complet (T.E.S.T.). CEREOPA, Compte-rendu de la 15ème Journée d'Etude, Paris, 8 mars 1989.
- BAYLY, W. M. ; GRAND, B. D. ; PEARSON, R. C., 1986, Lactate concentrations in thoroughbred horses following maximal exercise under field conditions. In Equine exercise physiology II (Gillespie, J. R. et Robinson, N. E., ed.). ICEEP Publications, 426-437.
- KUBO, K. ; TAKAGI, S. ; MURAKAMI, M. ; KAI, M., 1984, Heart rate and blood lactate concentration of horses during maximal work. Bull. Equine Res. Inst., 21, 39-45.
- ROSE, R. J. ; ILKIN, E. J. ; SARNOLD, K. ; BACKHOUSE, J. W. ; SAMPSON, D., 1980, Plasma biochemistry in the horse during three-days event competition. Equine Veterinary Journal, 12, 132-136.
- ROSE, R. J. ; ILKIN, E. J. ; BACKHOUSE, J. W. ; SAMPSON, D., 1980, Changes in blood gas, acid base and metabolic parameters in horses during three-days event competition. Research in Veterinary Science, 28, 393-395.
- SAIBENE, F. ; CORTILI, G. ; GAVAZZI, P. ; SALA, A. ; FAINA, M. ; SARDELLA, F., 1985, Maximal anaerobic (lactic) capacity and power of the horse. Equine Veterinary Journal, 17, 130-132.