

Médecine sportive appliquée au cheval athlète

Sommaire

I.	Comment ça marche quand le cheval fait un effort ?	2
A.	Voies métaboliques	2
B.	Fibres musculaires	3
II.	Effets de l'entraînement	3
A.	Développer au maximum la capacité aérobie.....	3
B.	Augmenter la capacité de l'organisme à tolérer de fortes concentrations de lactate (pouvoir tampon)...	4
C.	Augmenter la capacité de l'organisme à évacuer le lactate.....	4
III.	But de l'entraînement	4
A.	Entraînement d'endurance	5
B.	Entraînement de sprint.....	5
IV.	Qualités et limites du cheval athlète	5
A.	Qualités.....	5
B.	Limites.....	6
1)	Système locomoteur	6
2)	Système respiratoire	6
V.	Suivi médico-sportif du cheval athlète	6
A.	Evaluation de l'aptitude physique d'un cheval, choisir le meilleur.....	6
1)	Paramètres mesurés sur le terrain	7
2)	Test d'effort.....	7
B.	Suivi d'un cheval à l'entraînement	8
1)	Points clés de l'entraînement	8
2)	Optimiser l'entraînement.....	9
C.	Détection d'affections sous-jacentes	10
VI.	Mise en situation.....	10
A.	Trotteur	10
B.	Cheval de CSO	11
C.	Cheval de complet	11
	Conclusion :	12

I. Comment ça marche quand le cheval fait un effort ?

La source immédiate d'énergie pour la contraction musculaire est l'ATP (Adénosine TriPhosphate).

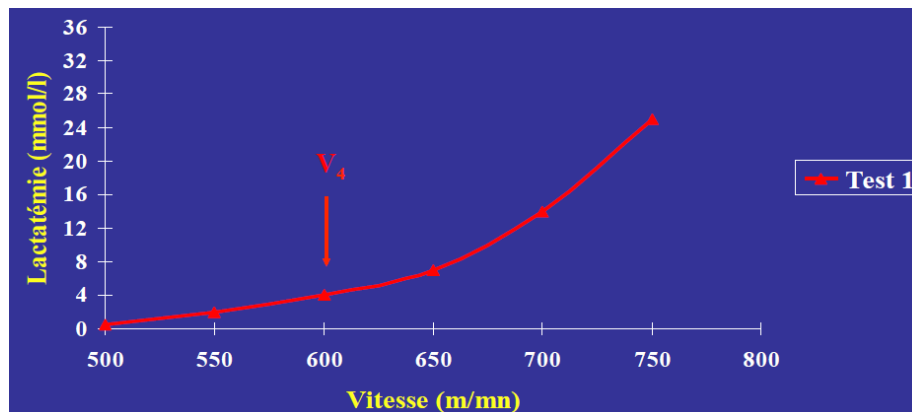
A. Voies métaboliques

Il existe 3 voies permettant de produire de l'énergie :

Voie anaérobie alactique	Voie anaérobie lactique	Voie aérobie
Pas de production d'acide lactique	Voie de la glycolyse avec production d'acide lactique	Pas de production d'acide lactique
Permet d'enclencher l'exercice, courses sur des distances très courtes (jusqu'à 1000 m).	Courses sur des distances plus longues. Diminution de l'utilisation de cette voie avec la distance (> 2700-3000 m).	Exercice de moindre intensité mais beaucoup plus long.
Sprinteurs, quarter-horse	Sprinteurs longs (galopeurs) et demi-fond (trotteurs, chevaux de complet)	Chevaux d'endurance

La participation relative des différentes voies métaboliques va dépendre de la discipline du cheval, et il sera donc nécessaire d'adapter l'entraînement en conséquence. En effet plus la distance augmente et plus la part de la voie aérobie augmente et à l'inverse la part anaérobie diminue.

Lors de l'utilisation de la voie anaérobie lactique, l'accumulation d'acide lactique se fait de façon exponentielle. Le seuil de 4 mmol/L est déterminant : en-dessous de ce seuil, l'organisme est capable de maintenir un équilibre entre production et élimination d'acide lactique, permettant la poursuite de l'exercice. Lorsque la concentration d'acide lactique dépasse ce seuil de 4 mmol/L, les capacités de l'organisme sont dépassées et l'élimination ne se fait plus suffisamment rapidement. Le déséquilibre entre production et élimination conduit à une accumulation plus importante d'acide lactique, considéré alors comme un « déchet toxique » empêchant le cheval de poursuivre son exercice. On appelle V_4 la vitesse associée à ce seuil de 4 mmol/L.



Lactatémie en fonction de la vitesse

B. Fibres musculaires

Il existe trois types de fibres musculaires :

- Fibres I = lentes
- Fibres II = rapides
 - Fibres IIa = intermédiaires
 - Fibres IIb = rapides

La composition du muscle (en % de fibres musculaires) (et donc l'utilisation des différentes voies métaboliques) varie avec la race et l'activité du cheval.

L'entraînement provoque une augmentation des fibres I et IIa et une diminution des fibres IIb. Le % de fibres I et IIa est donc adaptable alors que la part des fibres IIb est acquise génétiquement à la naissance (et n'augmente pas), ce qui explique l'importance de la sélection génétique chez les sprinteurs. Par exemple les chevaux pur-sang sont vendus très jeune avec un prix dépendant de ce potentiel génétique.

Bilan : La participation relative des différentes voies métaboliques et le pourcentage de fibres musculaires peuvent être modifiés avec l'entraînement.

II. Effets de l'entraînement

Entraînement = subtil équilibre entre l'exercice et le repos.

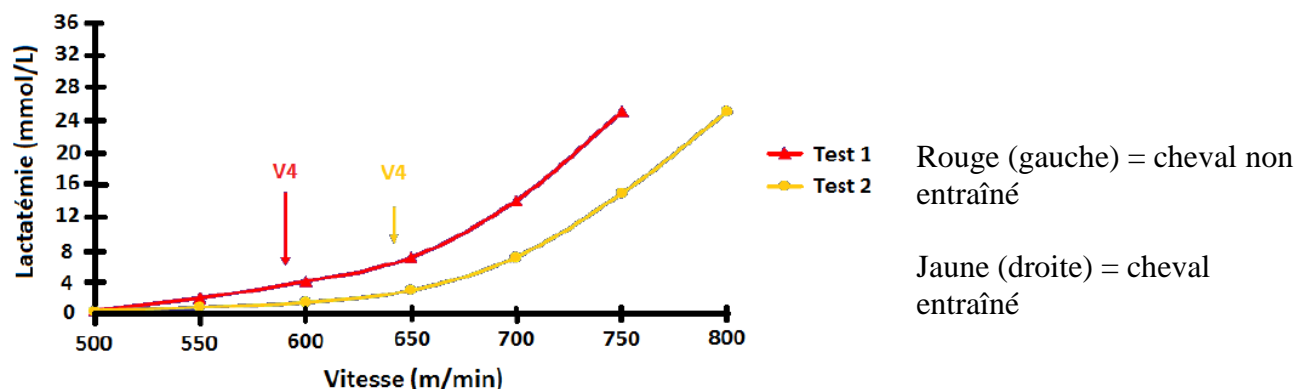
On parle de sous-entraînement lorsqu'il y a trop de repos et pas assez d'exercice. Au contraire, on parle sur-entraînement quand il y a trop d'exercice et pas assez de repos. Souvent les chevaux de course sont sur-entraînés et les chevaux de sport sous-entraînés.

Les objectifs de l'entraînement sont les suivants :

- Développer au maximum la capacité aérobie afin de pouvoir diminuer la production d'acide lactique et donc provoquer moins de fatigue.
- Augmenter la capacité de l'organisme à tolérer de fortes concentrations de lactate (pouvoir tampon)
- Augmenter la capacité de l'organisme à éliminer du lactate

A. Développer au maximum la capacité aérobie

La capacité aérobie est la capacité du cheval à utiliser préférentiellement sa voie aérobie par rapport à sa voie anaérobie lactique afin de retarder l'accumulation d'acide lactique (pour une même vitesse, diminution de la lactatémie, donc décalage vers la droite de la courbe de lactatémie en fonction de la vitesse).



Lactatémie en fonction de l'entraînement

L'entraînement permet une amélioration de la capacité aérobie selon 3 réponses différentes :

- Réponse cardiaque : la fréquence cardiaque va s'adapter à l'exercice et donc pour une vitesse donnée, la fréquence cardiaque va diminuer.
- Réponse hématologique : augmentation de la quantité de globules rouges et de la capacité à relarguer des globules rouges (contraction splénique) donc meilleure capacité de transport de l'O₂.
- Réponse musculaire : meilleure vascularisation musculaire donc meilleure capacité d'utilisation de l'O₂.

B. Augmenter la capacité de l'organisme à tolérer de fortes concentrations de lactate (pouvoir tampon)

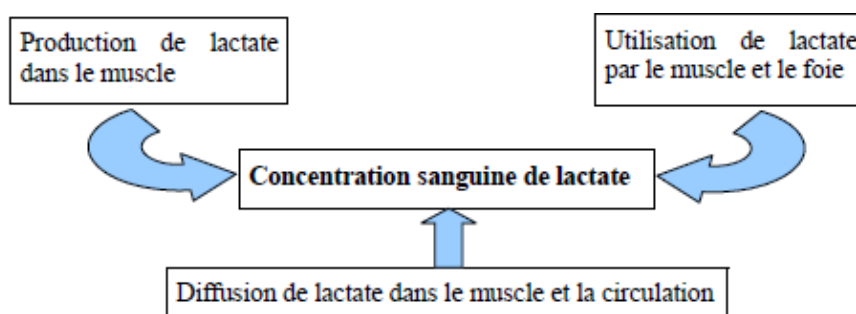
L'accumulation d'acide lactique dans l'organisme est à l'origine de concentrations sanguines et musculaires élevées en acide lactique, et donc d'une diminution du pH musculaire (< 6,8). Il apparaît donc nécessaire d'augmenter le pouvoir tampon afin de compenser cette baisse de pH musculaire et de prévenir d'éventuels dommages musculaires. En effet le cheval peut présenter une contre-performance car il ne tolère plus l'acide lactique, et donc peut s'arrêter pendant une course.

Remarque : dans le temps, on donnait aux chevaux de course un « milkshake » (bicarbonate de calcium) juste avant la course pour lutter contre la baisse de pH musculaire, ceci est considéré comme du dopage et a donc disparu.

L'entraînement doit permettre d'augmenter la capacité de l'organisme à supporter de fortes concentrations en acide lactique (jusqu'à 25-30 mmol/L) sans arrêter l'exercice.

C. Augmenter la capacité de l'organisme à évacuer le lactate

La concentration sanguine en acide lactique est déterminée selon les « mouvements » suivants :



L'entraînement doit permettre une meilleure utilisation de l'acide lactique par le muscle et le foie afin de diminuer la lactatémie et de retarder l'atteinte du seuil de 4 mmol/L, incompatible avec la poursuite de l'exercice. La récupération active après l'exercice notamment est particulièrement importante pour évacuer l'acide lactique.

III. But de l'entraînement

Il est double :

- Induire une transition du métabolisme énergétique de l'anaérobie vers l'aérobie
→ Entraînement d' « endurance » (travail de fond)
- Mieux tolérer les effets d'un exercice d'intensité élevée
→ Entraînement de « sprint » (de vitesse)

A. Entraînement d'endurance

Cette phase constitue la première étape primordiale de tout entraînement et ne doit absolument pas être négligée, afin d'éviter les problèmes de fatigue chronique (tendinites et problèmes musculaires notamment).

Le but de l'entraînement d'endurance est d'améliorer la capacité aérobie du cheval afin de retarder le seuil d'accumulation de l'acide lactique (= « seuil de fatigue »). Si l'entraînement est correct, on doit observer un décalage vers la droite de la courbe de la lactatémie en fonction de la vitesse avec une augmentation de la vitesse V4.

B. Entraînement de sprint

L'entraînement de sprint consiste à améliorer la vitesse du cheval et sa capacité à maintenir cette vitesse sur une distance de course.

IV. Qualités et limites du cheval athlète

A. Qualités

	Homme	Cheval
VO ₂ max (mL/min/kg)	70-90	160
FC repos (bpm)	40-60	25-45
FC max (bpm)	190	240-250
Ht repos (%)	40-50	32-46
Ht max (%)	40-50	60-70

La VO₂ max est la consommation maximale d'oxygène par kg, elle est deux fois plus importante chez le cheval que chez l'Homme.

Il n'y a pas de limite de la fréquence cardiaque maximale avec l'âge et la marge de progression entre la FC au repos et la FC max est très importante chez le cheval.

La contraction splénique chez le cheval provoque un relargage des globules rouges à l'effort, à l'origine d'une augmentation de l'hématocrite : après l'exercice, le sang du cheval est beaucoup plus concentré, beaucoup plus visqueux qu'au repos. L'Homme est incapable de faire la même chose.

Substrats (kJ/kg)	Cheval	Homme
ATP	0,076	0,071
CP	0,376	0,243
Glycogène	150	70
Triglycérides	1200	6380

La réserve en glycogène (substrat énergétique utilisé par le muscle) est deux fois plus importante chez le cheval que chez l'Homme. Cela explique que le syndrome d'épuisement soit rare chez le cheval, sauf pour le cheval d'endurance soumis à des exercices particulièrement longs et intenses (> 120 km) qui n'ont alors plus de réserve.

B. Limites

1) Système locomoteur

Chez les trotteurs, et encore plus chez les galopeurs, le squelette encore immature est soumis à des exercices intenses, ce qui peut être à l'origine de problèmes ostéo-articulaires. Chez les chevaux plus âgés, il y a des sollicitations importantes des articulations. C'est la 1ère cause de consultation chez le cheval sportif.

2) Système respiratoire

La ventilation étant un compromis entre les contraintes anatomiques et physiologiques et les énormes besoins métaboliques, des problèmes d'hypoxémie marquée peuvent survenir, liés à :

- une hypoventilation alvéolaire
- des problèmes de diffusion
- une inadéquation du rapport ventilation/perfusion

Par exemple, le galopeur couple sa fréquence respiratoire avec la fréquence de ses foulées, il est donc facile de comprendre qu'il y a alors une inadéquation entre sa demande en O₂ et l'air qu'il arrive à faire passer par ses voies respiratoires.

Si on a un cheval qui ouvre la bouche pour respirer, cela est signe d'un gros problème, en effet le cheval ne respire physiologiquement que par le nez.

Bilan : Le cheval est un athlète beaucoup plus doué que l'Homme, mais également plus fragile. Il est donc possible de donner beaucoup de conseils aux gens afin d'améliorer les performances d'un cheval.

V. Suivi médico-sportif du cheval athlète

Il a différents buts :

- Evaluer l'aptitude physique d'un cheval
- Suivre l'entraînement
- Evaluation d'affections connues ou sous-jacentes

NB : différence principale entre un shetland et un cheval de course = le cœur.

A. Evaluation de l'aptitude physique d'un cheval, choisir le meilleur

Vitesse	Fréquence cardiaque	Lactatémie
Trotteurs : tachymètre au niveau de la roue du sulky Chevaux montés : marqueurs sur la piste, chronomètre, GPS	Système POLAR, ceinture autour du thorax du cheval, considéré comme fiable	Prélèvement sanguin à la veine jugulaire. Dosage au laboratoire ou lecture rapide avec système <i>Accutrend</i> sur le terrain.

1) Paramètres mesurés sur le terrain

La fréquence cardiaque suit linéairement la vitesse du cheval.

La prise de sang pour le dosage de l'acide lactique est réalisée avec un tube fluorure/oxalate (gris) et doit se faire immédiatement après un exercice moyen, afin d'éviter une consommation de l'acide lactique après l'exercice et une sous-estimation de la valeur réelle. Dans le cas d'un exercice submaximal (cheval de complet notamment), on dispose d'un délai de 5 à 10 minutes avant que la lactatémie atteigne son pic maximal, ce qui permet d'attendre un peu avant de faire la prise de sang. Le dosage doit ensuite être fait rapidement, ou bien il est possible de déprotéiniser (acide perchlorique) ou de centrifuger le tube sur place afin de gagner un peu de temps avant de l'envoyer au laboratoire.

Il est également possible de mesurer la lactatémie sur le terrain par le système *Accutrend*. La prise de sang se fait également avec un tube fluorure/oxalate (gris) et une goutte de sang suffit pour réaliser la mesure. Le résultat est ensuite obtenu en 1 min. Ce système n'est pas aussi précis que le dosage en laboratoire, et le résultat est d'autant moins fiable que la valeur de la lactatémie augmente, car ce système est fait pour les hommes et n'est donc pas adapté à l'augmentation de la viscosité du sang du cheval avec l'exercice.

Autres paramètres mesurés :

- ECG embarqué avec système télévet
- VO2 max non réléisé en routine
- Endoscopie embarquée

2) Test d'effort

Il permet de calculer des paramètres représentatifs de l'aptitude physique du cheval et de limiter la variabilité.

Les différents paramètres à définir pour un test d'effort sont les suivants :

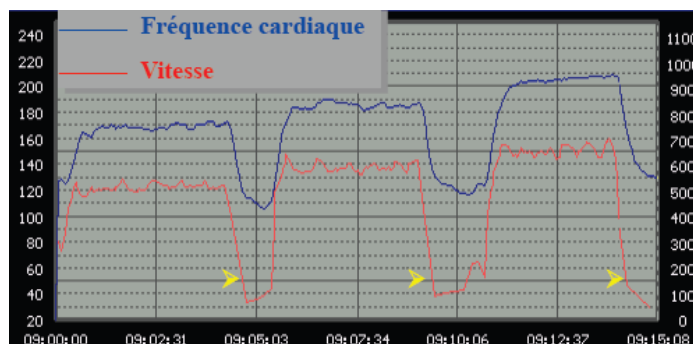
- Piste (= meilleure façon de faire car dans les conditions normales de travail) ou tapis roulant
- Nombre de paliers
- Durée de chaque palier
- Durée de la période de récupération
- Augmentation de l'intensité d'un palier à l'autre

Il existe beaucoup de protocoles de test d'effort. Tout test d'effort doit être adapté au cheval (et notamment à la discipline) et à la piste utilisée. Afin de permettre une bonne reproductibilité du test, il est conseillé d'appliquer toujours le même protocole sur la même piste pour pouvoir comparer les chevaux.

Exemple de protocole de test d'effort sur piste pour trotteurs :

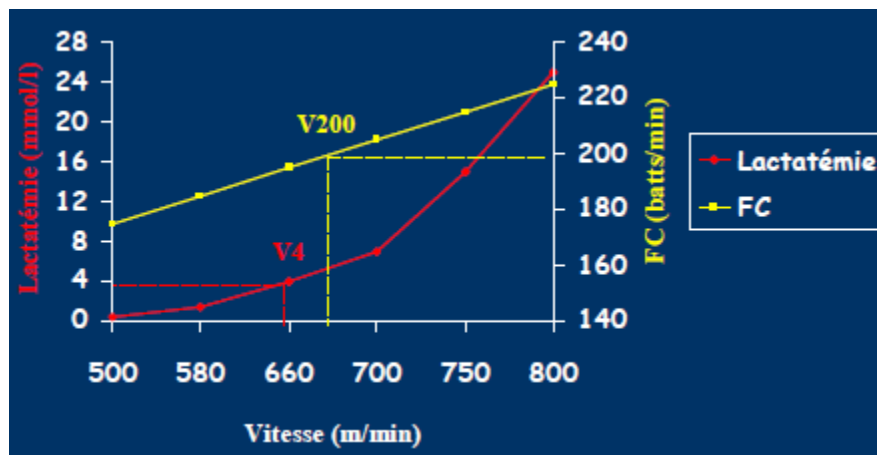
- Echauffement de 10 minutes au petit trot
- 3 paliers de 3 minutes
- Vitesse adaptée en fonction de l'âge et du niveau d'entraînement du cheval

Le test d'effort permet de réaliser un parallélisme entre vitesse et fréquence cardiaque :



En complétant le test avec une prise de sang et la mesure de la lactatémie (flèche jaune sur le graphe ci-dessus), cela permet de définir deux valeurs :

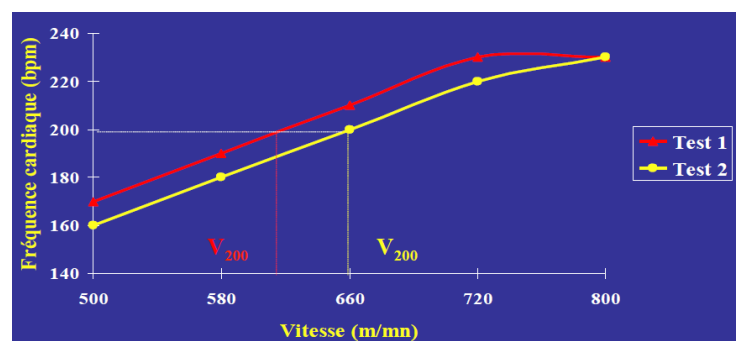
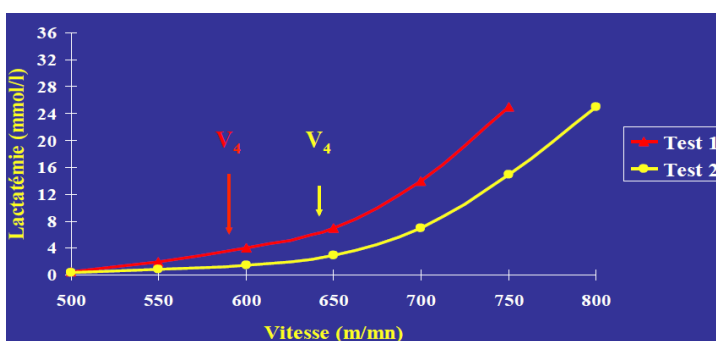
- V4 : considérée comme une valeur de référence chez le cheval, bon prédicateur de la capacité aérobie. Rappel : V4 est la vitesse pour laquelle la concentration d'acide lactique dépasse le seuil de 4 mmol/L
- V200 : elle correspond à la vitesse du cheval lorsque sa FC est à 200 bpm. La réponse cardiaque à un exercice est une indication importante de la capacité métabolique. Spécifique aux chevaux de course, on parle plutôt de V170-180 pour les chevaux de sport.



B. Suivi d'un cheval à l'entraînement

Évaluation d'un même cheval dans le temps : on doit observer un décalage de la courbe $La = f(V)$ vers la droite et un décalage de la courbe $FC = f(V)$ vers le bas, ainsi qu'une augmentation des vitesses V4 et V200 avec l'entraînement. Si ce n'est pas le cas, plusieurs raisons peuvent l'expliquer :

- Cheval pas suffisamment bon pour répondre aux attentes de son propriétaire
- Cheval avec une affection sous-jacente
- Mauvais entraînement



1) Points clés de l'entraînement

a) Fréquence

On définit le nombre de travaux sur une période donnée : par exemple, sur une semaine, combien de fois le cheval va-t-il travailler ? Puis on évalue si cette fréquence est adaptée ou non.

b) Type

Le travail est continu ou intermittent. Le travail peut être continu pour des exercices de basse intensité. Sinon, le travail doit être intermittent, avec un travail fractionné et des phases de récupération entre les paliers. Le type de travail est choisi en fonction du cheval (cheval très stressé qui ne supporte pas de s'arrêter vs monotonie du travail continu).

c) Intensité

Deux paramètres permettent de définir l'intensité de l'entraînement : la vitesse et la fréquence cardiaque.

La qualité de la piste pouvant varier d'un jour à l'autre (conditions météorologiques), pour une même vitesse, l'intensité de l'exercice ne sera pas la même. Il est donc conseillé de plutôt se baser sur la fréquence cardiaque afin d'avoir toujours la même intensité d'exercice.

d) Durée

2) Optimiser l'entraînement

Pour entraîner un cheval de façon optimale, il est fondamental de connaître les exigences de la compétition. Cela permettra de définir des objectifs :

- à court, moyen et long terme
- pour un exercice déterminé

Il faut optimiser l'intensité de l'entraînement en fonction du cheval en se basant sur la fréquence cardiaque (FC = « compte-tour » du cheval)

- FC < 150 bpm : travail aérobie
- FC entre 150 et 180 bpm : travail qui permet de développer la capacité aérobie du cheval sans accumulation de fatigue
- FC > 180 bpm : accumulation de lactate « exponentielle » = accumulation de fatigue

NB : Ces valeurs concernent les chevaux de sport, pour les chevaux de course on peut décaler ces valeurs de 20bpm en plus.

De plus afin de choisir entre un travail fractionné ou continu, il faut se baser sur la valeur de lactatémie :

- si < 3-4 mmol/L (160-180 bpm) : l'entraîneur a le choix d'un travail continu ou fractionné
- si > 4 mmol/L (> 180 bpm): travail fractionné avec des paliers de 2min30 à 3min minimum

Ainsi deux stratégies sont possibles pour optimiser un entraînement d'endurance ou de sprinteur :

a) Entraînement d'endurance

L'entraînement d'endurance constitue la phase précoce de l'entraînement permettant de développer la capacité aérobie du cheval. Cette phase est ensuite suivie par l'entraînement de sprint.

Il est nécessaire de respecter des règles afin de favoriser un entraînement d'endurance :

Lors du début de l'entraînement, favoriser un exercice d'intensité faible pendant une durée modérée.

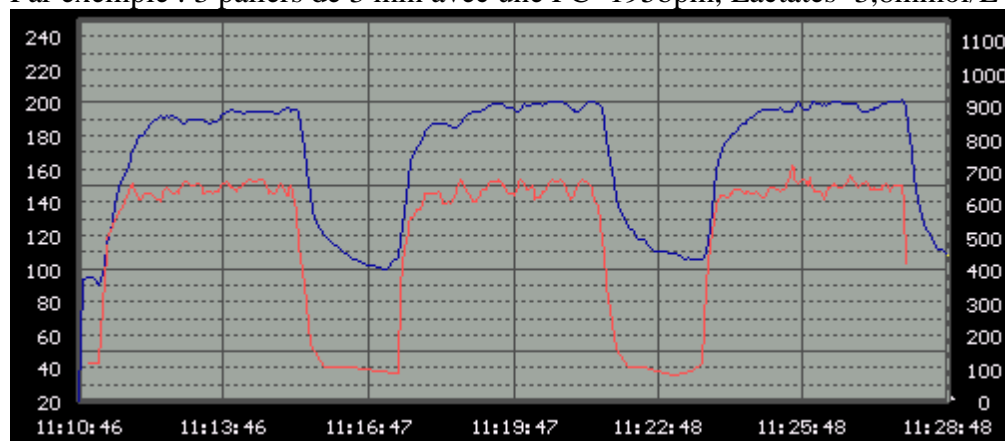
Il faut aussi maintenir une lactatémie comprise entre 2 et 4 mmol/L, donc une intensité sous la V4.

La fréquence d'exercice doit être de 3 à 6 séances par semaine et le type de travail choisi doit être adapté au cheval :

- Si travail continu : 1 palier de 10 à 20 min

- Si travail intermittent : 3 à 5 paliers de 3 à 5 min chacun

Par exemple : 3 paliers de 3 min avec une FC=195bpm, Lactates=3,8mmol/L



b) Entraînement anaérobie

La stratégie est ici totalement différente d'un entraînement d'endurance, pour favoriser un développement anaérobie, l'entraînement fait doit être de type intermittent, avec une séance par semaine, en maintenant une FC supérieure à 200bpm et une lactatémie supérieure à 8mmol/L.

C. Détection d'affections sous-jacentes

Il est possible de détecter des affections sous-jacentes respiratoires ou locomotrices en interprétant les valeurs des vitesses V4 et V200 :

- Lactatémie élevée = V4 basse
- Stade d'entraînement : entraînement non adapté ?
- Performances : cheval pas suffisamment bon ?
- Affection respiratoire ?
- Autres ? (problème musculaire)
- Fréquence cardiaque élevée = V200 basse : signe d'une douleur
- Affection locomotrice ?
- Pathologie cardiaque ? (plus rare)

Il faut donc s'adapter à chaque couple cavalier/cheval, il n'y a pas de recette toute prête.

VI. Mise en situation

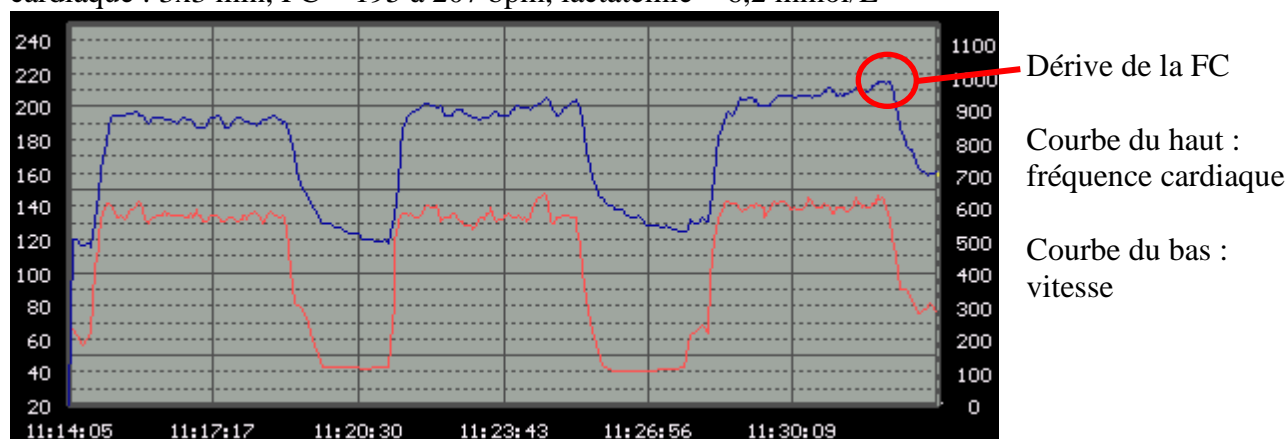
Pour entraîner un cheval, il est fondamental de connaître les exigences de la compétition :

A. Trotteur

Le trotteur est considéré comme un athlète de demi-fond : courses de 1400 à 4200 m (2700 m en moyenne) pour une durée variant de 2 à 5 minutes.

Lors de la phase d'endurance, il est nécessaire de ne pas dépasser la limite de 4 mmol/L afin d'éviter tout problème de fatigue chronique et les conséquences liées. Si l'exercice n'est pas adapté, on peut, de plus, observer le phénomène de dérive de la fréquence cardiaque : à vitesse constante, la fréquence cardiaque augmente, signe que le cheval ne tolère plus son effort.

Exemple d'exercice pendant la phase d'endurance avec phénomène de dérive de la fréquence cardiaque : 3x3 min, FC = 195 à 207 bpm, lactatémie = 6,2 mmol/L



L'entraînement de sprint doit être réalisé 1 à 2 fois par semaine, peut être continu ou intermittent, et doit respecter les objectifs concernant la lactatémie et la fréquence cardiaque.

L'exercice « traditionnel » chez le trotteur réalisé pendant la phase de sprint (2x2400 m, FC = 96% FC max, lactatémie = 8 mmol/L) n'est pas adapté puisque la valeur de la lactatémie est trop faible pour répondre aux exigences de la phase de sprint, mais elle est trop élevée pour correspondre à un exercice d'endurance. Le cheval aura donc des difficultés à maintenir sa vitesse pendant toute la durée de la course et sera soumis à des problèmes de fatigue chronique. Il faut donc changer de protocole.

Il est possible de réaliser un travail de puissance (exemple de protocole chez l'Homme : accélération sur 30 s, ralentissement sur 30 s, accélération sur 30 s, etc...), à raison d'un exercice tous les 8 à 10 jours le mois précédant la course. Il est nécessaire de réaliser plusieurs mois d'entraînement d'endurance avant de commencer un tel travail.

B. Cheval de CSO

Le cheval de CSO est soumis à des distances de compétition variant de 400 à 800 m, pour 8 à 20 sauts, à une vitesse de 330 à 500 m/min et pour une durée de 45 à 90 secondes. Les voies métaboliques sollicitées sont la voie aérobie pour le galop entre les obstacles et la voie anaérobie pour le saut en lui-même.

Les chevaux qui font des barres lors d'un concours sont souvent des chevaux avec une lactatémie élevée, il est donc aussi nécessaire chez le cheval de CSO de favoriser un entraînement d'endurance pour développer la voie aérobie et éliminer davantage le lactate.

C. Cheval de complet

La mise en condition cardio-vasculaire du cheval de complet doit prendre différents facteurs, en effet la FC moyenne pendant le cross augmente dans le même sens que la difficulté de l'épreuve. De plus la lactatémie varie selon le dénivelé et la durée du parcours du cross.

La récupération après le cross en vue de l'épreuve de CSO du lendemain est particulièrement importante. Une récupération active permet une diminution plus rapide de l'acide lactique et une meilleure récupération musculaire, et cela d'autant plus qu'elle est réalisée juste après l'exercice. Elle est effectuée au petit trot ou au pas, et sa durée dépend de l'intensité de l'exercice effectué.

Remarque : quelle que soit la discipline, il est important de ne pas se fier aux impressions de l'entraîneur mais bien au dosage de l'acide lactique afin d'évaluer si l'entraînement est adapté ou non.

Conclusion :

Une connaissance des principes généraux de l'entraînement et un suivi des paramètres physiologiques peuvent aider l'entraîneur et le vétérinaire à :

- gérer l'intensité du travail
- contrôler les effets de l'entraînement
- gérer la carrière de course d'un cheval afin d'atteindre son état de forme optimal
- amener et garder le cheval athlète à son meilleur niveau tout en limitant l'incidence de la pathologie