

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE, AGROALIMENTAIRE
ET DE L'ALIMENTATION NANTES ATLANTIQUE-ONIRIS

2011

**CONTRIBUTION A L'EVALUATION DE LA CHARGE
DE TRAVAIL DES JEUNES CHEVAUX DE
CONCOURS COMPLET D'EQUITATION A
L'ENTRAINEMENT ET EN COMPETITION.
COMPARAISON AVEC UNE POPULATION DE
CHEVAUX DE 7 ANS**

THESE
pour le
diplôme d'Etat
de
DOCTEUR VETERINAIRE

présentée et soutenue publiquement
le 5 Juillet 2011
devant la Faculté de Médecine de Nantes
par

Elsa, Cécile AUTHIE

Née le 27 Février 1984, à Foix (09)

JURY

Président :

Monsieur DUVEAU,

Professeur à la Faculté de Médecine de Nantes

Membres :

Madame COUROUCE-MALBLANC, Maître de Conférences à Oniris

Monsieur GEFFROY, Professeur à Oniris

Madame BIAU, Responsable du Bureau Recherche de l'Ecole Nationale d'Equitation-
Institut Français du Cheval et de l'Equitation

ENSEIGNANTS-CHERCHEURS DE ONIRIS

Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique

Directeur Général : Pierre SAI (Pr)

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE, PATHOLOGIE ET SCIENCES DE L'ALIMENT		
NUTRITION et ENDOCRINOLOGIE	Patrick NGUYEN (Pr) Henri DUMON (Pr)	Brigitte SILIART (Pr) Lucile MARTIN (MC)
PHARMACOLOGIE et TOXICOLOGIE	Marc GOGNY (Pr) Martine KAMMERER (Pr) Jean-Dominique PUYT (Pr)	Hervé POULIQUEN (Pr) Jean-Claude DESFONTIS (Pr)
PHYSIOLOGIE FONCTIONNELLE, CELLULAIRE et MOLECULAIRE	Lionel MARTIGNAT (MC) Jean-Marie BACH (MC)	Philippe BLANCOU (MC) Julie HERVE (MCC)
HISTOLOGIE ET ANATOMIE PATHOLOGIQUE	Yan CHEREL (Pr) Jérôme ABADIE (MC)	Frédérique NGUYEN (MC) Marie-Anne COLLE (MC)
PATHOLOGIE GENERALE, MICROBIOLOGIE et IMMUNOLOGIE	Jean-Marc PERSON (Pr) Jean-Louis PELLERIN (Pr)	Hervé SEBBAG (MC) Emmanuelle MOREAU (MC)
BIOCHIMIE ALIMENTAIRE INDUSTRIELLE	Gaëlle ARVISENET (MC) Xavier DOUSSET (Pr) Djamel DRIDER (MC) Joëlle GRUA (MC)	Laurent LE THUAUT (MC) Carole PROST (Pr) Thierry SEROT (Pr) Florence TEXIER (MC)
MICROBIOLOGIE ALIMENTAIRE INDUSTRIELLE	Xavier DOUSSET (Pr) Djamel DRIDER (MC) Bernard ONNO (MC)	Hervé PREVOST (Pr) Bénédicte SORIN (Chef de travaux)
DEPARTEMENT DE SANTE DES ANIMAUX D'ELEVAGE ET SANTE PUBLIQUE		
HYGIENE ET QUALITE DES ALIMENTS	Michel FEDERIGHI (Pr) Bruno LE BIZEC (Pr) Catherine MAGRAS-RESCH (Pr)	Eric DROMIGNY (MC) Marie-France PILET (MC) Jean-Michel CAPPELLIER (MC)
MEDECINE DES ANIMAUX D'ELEVAGE	Arlette LAVAL (Pr) Catherine BELLOC (MC) Isabelle BREYTON (MC)	Alain DOUART (MC) Sébastien ASSIE (MC) Raphaël GUATTEO (MC)
PARASITOLOGIE GENERALE, PARASITOLOGIE DES ANIMAUX DE RENTE, FAUNE SAUVAGE et PATHOLOGIE AQUACOLE	Monique L'HOSTIS (Pr) Alain CHAUVIN (Pr) Albert AGOULON (MC))	Guillaume BLANC (MC) Ségolène CALVEZ (MC)
MALADIE REGLEMENTEE, ZONOSSES et REGLEMENTATION SANITAIRE	Jean-Pierre GANIERE (Pr) Suzanne BASTIAN-ORANGE (MC)	Nathalie RUVOEN-CLOUET (MC) Carole PEROZ (MC)
ZOOTECNIE, ECONOMIE	Henri SEEGER (Pr) Xavier MALHER (Pr) François BEAUDEAU (Pr)	Christine FOURICHON (MC) Nathalie BAREILLE (MC) Marc ROBERT (MC)
DEPARTEMENT DE SCIENCES CLINIQUES		
ANATOMIE DES ANIMAUX DOMESTIQUES	Patrick COSTIOU (Pr) Eric BETTI (MC)	Claire DOUART (MC) Claude GUINTARD (MC)
PATHOLOGIE CHIRURGICALE et ANESTHÉSIOLOGIE	Olivier GAUTHIER (Pr) Béatrice LIJOUR (MC) Eric AGUADO (MC)	Delphine HOLOPHERNE (MC) Olivier GEFFROY (Pr) Eric GOYENVALLE (MC)
DERMATOLOGIE, PARASITOLOGIE DES CARNIVORES ET DES EQUIDES, MYCOLOGIE	Patrick BOURDEAU (Pr)	Vincent BRUET (MCC)
MEDECINE INTERNE, IMAGERIE MÉDICALE et LEGISLATION PROFESSIONNELLE VÉTÉRINAIRE	Yves LEGEAY (Pr) Dominique FANUEL (Pr) Anne COUROUCE-MALBLANC (MC) Catherine IBISCH (MC)	Marion FUSELLIER (MC) Jack-Yves DESCHAMPS (MC) Odile SENECAT (MC) Cécilia HINDORF (Pr A)
BIOTECHNOLOGIES et PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION	Daniel TAINTURIER (Pr) Francis FIENI (Pr) Jean-François BRUYAS (Pr)	Lamia BRIAND (MC) Djemil BENCHARIF (MCC)

DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCÉDES ALIMENTAIRES		
Lionel BOILLEREAUX (Pr) Dominique COLIN (MC) Sébastien CURET PLOQUIN (MC) Marie DE LAMBALLERIE (Pr) Dominique DELLA VALLE (MC) Francine FAYOLLE (Pr) Michel HAVET (Pr)	Vanessa JURY (MC) Alain LEBAIL (Pr) Catherine LOISEL (MC) Jean-Yves MONTEAU (MC) Denis PONCELET (Pr) Olivier ROUAUD (MC) Hélène SIMONIN (MC)	
DEPARTEMENT DE MANAGEMENT, STATISTIQUE ET COMMUNICATION		
SENSOMÉTRIE - CHIMIOMÉTRIE	Véronique CARIOU (MC) Philippe COURCOUX (MC) El Mostafa QANNARI (Pr)	Michel SEMENOU (MC) Chantal THORIN (PCEA) Evelyne VIGNEAU (Pr)
ECONOMIE – GESTION - COMMUNICATION	Pascal BARILLOT (MC) Yvan DUFEU (MC) Marie-Josée LORRAIN (MC)	Jean-Marc FERRANDI (Pr) Samia ROUSSELIÈRE (MC) Vincent HOVLAQUE (Pr)
LANGUES	Franck INSIGNARES (PCEA) Linda MORRIS (PCEA)	Marc BRIDOU (PCEA) Fabiola ASECIO (PCEA)

Pr : Professeur, Pr A : Professeur Associé, Pr I : Professeur Invité, MC : Maître de Conférences, MCC : Maître de Conférences Contractuel, AERC : Assistant d'enseignement et de recherches, PLEA : Professeur Lycée Enseignement Agricole, PCEA : Professeur certifié enseignement agricole

A Monsieur Daniel DUVEAU,
Professeur à la Faculté de Médecine de Nantes
Pour m’avoir fait l’honneur d’accepter la présidence du jury de cette thèse
Hommages respectueux

A Madame Anne COUROUCE-MALBLANC,
Maître de Conférences à Oniris,
Pour avoir accepté de diriger ce travail et m’avoir soutenue tout au long de ces années,
Sincères remerciements

A Monsieur Olivier GEFFROY,
Professeur à Oniris,
Pour avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse
Sincères remerciements

A Madame Sophie BIAU,
Responsable du Bureau Recherche de l’Ecole Nationale d’Equitation – IFCE,
Pour avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse et pour m’avoir aidée dans sa
réalisation sur le terrain tant par ses conseils avisés que par sa grande disponibilité.
Sincères remerciements

A Monsieur Jacques THIOLAT,

Ancien directeur de l'Ecole Nationale d'Equitation,

Pour m'avoir ouvert les portes de son école et avoir mis à ma dispositions les infrastructures, le personnel et les chevaux qui ont servi à la réalisation de cette étude.

Sincères remerciements.

A l'Ecurie 129 de l'Ecole Nationale d'Equitation – IFCE,

Cavaliers, soigneurs, élèves

Pour m'avoir accueillie, écoutée et fait confiance mais également pour tous les bons moments que j'ai pu partager avec vous.

Sincères amitiés

A l'équipe vétérinaire de l'Ecole Nationale d'Equitation - IFCE,

Et plus particulièrement à Isabelle, pour son amitié et ses précieux conseils,

Sincères amitiés

A mon père, *Didier*,

Pour ton soutien sans faille tout au long de ces années, pour avoir cru en moi quelles qu'aient pu être mes décisions et m'avoir soutenue et aimée dans les moments les plus durs, Merci, n'oublie jamais que je t'aime....

A ma mère, *Colette*,

Pour avoir été la meilleure, toujours. Pour m'aimer chaque jour et m'avoir donné la chance de vivre une enfance dorée mais également pour avoir cru en moi, et avoir accepté mes choix. Ne doute jamais de toi, ni de mon affection, je ne te l'ai pas assez dit, alors.. je t'aime !

A ma grand-mère, *Manou*,

Pour avoir été mon modèle et pour m'avoir à peu près tout appris. Merci surtout pour m'avoir fait confiance... je n'oublierai jamais notre petite escapade au Portugal...
Merci !

A ma tante, *Yaya*,

Pour avoir été un peu ma seconde maman, pour m'avoir écoutée et soutenue tout au long de ces années... Mais aussi pour m'avoir soufflé dessus quand j'étais petite... C'est une chance pour moi que de te ressembler !

A mon oncle, *Clet*,

Pour m'avoir donné le goût des études et des sciences, pour m'avoir toujours soutenue et m'avoir guidée quand il l'a fallu... Merci !...

A Papi...

A *Vanessa, Laura, Pierre, Hélène et Florent*, à leurs parents ! Parce que si l'on ne choisit pas sa famille, parfois on a de la chance et c'est mon cas... Merci pour votre soutien...

A *Marie*, amie d'un jour, amie de toujours... Pour tous les moments passés et pour tous ceux à venir, merci !

A *Marivan*, pour avoir su revenir au moment où je nous croyais perdues. Pour avoir été là dans les pires moments et pour être là, tout simplement. La route est longue, ce sera sûrement plus simple à deux ! :)

A *Mina*, pour ton amitié sans faille, ta loyauté et tes valeurs, je suis honorée et fière de t'accompagner dans ce moment clé de ta vie. Ton amour et ta confiance m'ont portée tout au long de ces années, sans toi, je n'en serais pas là...

A *Sophie et Didier*, pour leur amitié et leur confiance dans ces moments difficiles que la vie leur a imposé. A Adam finalement! :)

A *Michèle*,

Pour m'avoir montré la voie, voire les voies et pour avoir été un modèle pour moi...

A *Sandrine*, à *Patrick*, pour m'avoir montré, au moment où rien n'allait qu'il existait peut être une autre voie...

A mes amis d'Ariège, en particulier à *Pierre, Olivier, Rémi, Fédé* et aussi tous les musiciens... pour ces moments passés ensemble, ces fou-rires, ces moments privilégiés. Merci !

A mes amis vétos, en particulier à l'équipe Corse, *Julie, Elsa, Timothée, Etienne, Chaton, Nico, Juju* et à *Jean-Seb.* malgré tout... mais aussi à *Miloute, Steph et Elisa*...

A *Lulu* et à *Soline*, mes amies Parisiennes, heureuses rencontres qui, je l'espère, ne me quitteront plus !...

A mes docteurs, en particulier *Isa, Caro, Claudie, Virginie, Aurélie* et les autres...

A mes poulots, notamment *Pépé, Claire, Arthur* et *Alex*, pour avoir fait l'animation pour mes 25 ans... mais je n'oublie pas non plus *Julia, Camille, Ximun* et tous les autres...

A ma promo d'adoption, et particulièrement à *Laura A, Manon, Aline, Elise, Pauline, Marion, Yoann, Max, Guillaume, Laura C, Anne, Tristan, Aude, FX, Germain, Golden* et les autres...

A mes pouffes équine Nantaises... En particulier *Amélie C, Amélie T, Hélène, Charlotte, Carine, Pierre, Mathieu, Laurie* et *Barbara*, le fil rouge de mes études... Merci pour votre accueil !

A la clinique équine d'Oniris.. et en particulier à *Elo*, le deuxième fil rouge de mes études !
Merci pour ta patience...

A mes maîtres de stage qui m'ont permis d'apprendre péniblement mon métier et en particulier au Dr Jean-Pierre Alzieu, sans qui je ne serais probablement pas vétérinaire aujourd'hui...

A mes amis fanfarons, en particulier à *Mathilde, Carole, Djou, Djou* et *Flo* mais également à mes amis de Supaéro avec une note spéciale pour *Elo*... car sans eux mes études n'auraient pas eu la même saveur...

Mais également aux *Bonnaf*... qui ont eu la grande idée de se marier et de m'inviter... sans eux c'est sûr, ma vie ne serait pas la même aujourd'hui... Muchas gracias !!

A Miguel.... Espero que nuestro camino empieza ahora...

SOMMAIRE

INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

1-LE CONCOURS COMPLET D'EQUITATION

1-1 Déroulement de la compétition

1-1-1 La visite vétérinaire

1-1-2 Les reconnaissances des parcours

- a) Le parcours de cross
- b) Le parcours de sauts d'obstacles

1-1-3 L'épreuve de dressage

1-1-4 L'épreuve de fond

- a) Les quatre phases
- b) La visite vétérinaire

1-1-5 L'épreuve de saut d'obstacles

1-2 Les épreuves d'élevage

1-2-1 Objectifs des épreuves spécifiques d'élevage

1-2-2 Droits de participation des jeunes chevaux et des cavaliers

- a) Droits de participation des jeunes chevaux de sport
- b) Droits de participation des cavaliers

1-2-3 Epreuves d'aptitude au concours complet d'équitation

- a) Epreuves régionales du Cycle Classique
- b) Epreuves régionales du Cycle Libre
- c) Finales nationales

2- LE METABOLISME DE L'EFFORT CHEZ LE CHEVAL

2-1 Le métabolisme énergétique de la cellule musculaire

2-1-1 L'ATP : combustible de la cellule

2-1-2 Les filières énergétiques productrices d'ATP

a) La voie aérobie

a.1) La glycolyse

a.2) Le cycle de Krebs

a.3) Le bilan énergétique de la voie aérobie

b) Les voies anaérobies

b.1) La voie anaérobie alactique

b.2) La voie anaérobie lactique

2-1-3 Comparaison des trois filières énergétiques

2-1-4 Influence de l'entraînement sur ces différentes voies

2-2 Le muscle squelettique

2-2-1 Les différents types de fibres musculaires

2-2-2 Variations de la typologie musculaire

a) Variations génétiques

b) Variations dues à l'entraînement

2-3 Adaptations cardiovasculaires, respiratoires et hématologiques à l'effort.

2-3-1 Adaptation cardiovasculaire

a) Adaptation cardiaque à l'effort

b) Variations de la consommation d'oxygène et de la fréquence

cardiaque (FC) à l'effort.

2-3-2 Adaptation de l'appareil respiratoire

2-3-3 Adaptation hématologique et biochimique.

2-4 La dépense énergétique liée à la locomotion

2-5 La thermorégulation

3 IMPORTANCE DE L'ALIMENTATION

3-1 Le comportement alimentaire du cheval

3-1-1 Régulation de la consommation volontaire

3-1-2 Vitesse de consommation

3-1-3 Préférences alimentaires et troubles comportementaux

3-2 La digestion chez le cheval

3-2-1 Digestion gastrique

3-2-2 Digestion dans l'intestin grêle

3-2-3 Digestion dans le gros intestin

3-2-4 Appréciation pratique de la bonne digestion

3-3 Evaluation des besoins nutritionnels du cheval de sport

3-3-1 Besoins en eau

3-3-2 Besoins en matière sèche

3-3-3 Besoins énergétiques

3-3-4 Besoins en fibres

3-3-5 Besoins azotés

3-3-6 Besoins en minéraux, oligoéléments et vitamines.

3-4 L'alimentation du cheval de Concours Complet en France : résultats d'une enquête épidémiologique

3-4-1 Présentation de l'enquête

3-4-2 Résultats et discussion

3-4-3 Conclusion

4 LES EFFETS DE L'ENTRAINEMENT

4-1 Sur l'appareil cardiovasculaire

4-2 Sur la consommation en oxygène

4-3 Sur le système respiratoire

4-4 Sur les paramètres sanguins

4-5 Sur les muscles

4-6 Sur la thermorégulation

4-7 Effets du surentraînement

5 LES PARAMETRES UTILISES LORS DU SUIVI DU CHEVAL A L'EFFORT

5-1 Appréciation de l'état général de santé

5-2 La fréquence cardiaque (FC)

5-3 La lactatémie

5-3-1 Définition

5-3-2 Relation lactate musculaire / lactate sanguin

5-3-3 Cinétique de l'acide lactique pendant et après l'effort

a) Pendant l'effort

a.1) Cinétique

a.2) Notion de seuil anaérobie

a.3) Définition des seuils aérobie et anaérobie.

b) Après l'effort

b.1) Allure de la cinétique de la lactatémie après l'effort

b.2) Variations de cette cinétique

- Variations en fonction du type de récupération
- Variations en fonction de l'état d'entraînement
- Conclusion

5-3-4 Définition et intérêt du « pic » de lactatémie après l'effort

a) Définition

b) Apparition du « pic »

c) Etude bibliographique de la lactatémie maximale du cheval

d) Application au suivi du cheval à l'effort.

5-4 Conclusion

DEUXIEME PARTIE :

SUIVI DE L'ENTRAINEMENT ET DES COMPETITIONS

1 MATERIEL ET METHODE

1-1 Les chevaux utilisés

1-2 Le matériel utilisé

1-2-1 Mesure de la fréquence cardiaque

- a) Matériel utilisé
- b) Traitement des données

1-2-2 Mesure de la lactatémie

- a) Matériel de prélèvement et réalisation du prélèvement.
- b) L'analyseur
 - Manipulation
 - Principes du dosage
 - Validité des résultats

1-2-3 Mesure des enzymes musculaires

1-3 Le suivi à l'entraînement et en compétition

1-3-1 Le suivi quotidien.

- a) Description du suivi
- b) Les différents types de travail

1-3-2 Le suivi en compétition

- a) Suivi des chevaux de 5 et 7 ans
- b) Particularité des épreuves pour les chevaux de 4 ans
- c) Le lendemain du cross

2 RESULTATS

2-1 Les résultats individuels

2-1-1 Calcul des moyennes de FC moyenne et FC max en fonction du type de séance.

2-2-2 Présentation des résultats par cheval

2-2 Analyse statistique des résultats en fonction de l'âge

3 DISCUSSION

3-1 Limites de l'étude

3-1-1 Limites liées à la population étudiée

3-1-2 Limites liées au suivi quotidien.

3-1-3 Limites liées au type d'entraînement

3-1-4 Etude des sollicitations de l'appareil locomoteur

3-1-4 Etude de l'influence de l'alimentation

3-1-6 Suivi à réaliser sur une plus grande période

3-2 L'effort à l'entraînement

3-2-1 En fonction du type d'exercice

3-2-2 En fonction de l'âge

3-3 L'effort en compétition

3-3-1 Les épreuves de dressage et de saut d'obstacles

3-3-2 Le cross

3-4 Comparaison des différents concours

3-4-1 Evolution au cours de la saison

3-4-2 Influence du terrain et du climat

3-5 Proposition d'un entraînement rationnel des jeunes chevaux de concours complet

3-5-1 Recommandations issues de l'analyse des résultats

3-5-2 Mise en place d'un carnet d'entraînement

3-5-3 Mise en place d'un suivi médico-sportif systématique et sur le long terme

CONCLUSION

ANNEXES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

INTRODUCTION

Historiquement, le Concours Complet d'Equitation prend racine au cœur des sports équestres militaires. Le premier ancêtre du concours complet, le « championnat du cheval d'arme » a été organisé pour la première fois en 1902 lors du concours hippique de Clermont-Ferrand (JALENQUES, 1902). Dix ans plus tard, en 1912, l'équitation militaire fait son apparition au cours des Jeux Olympiques de Stockölm. Ce n'est pourtant qu'en 1923 que les règles du concours complet moderne apparaissent et définissent qu'il sera composé de trois épreuves distinctes, une épreuve de dressage, un parcours de fond comprenant quatre phases (A,B,C,D) à enchaîner sans temps d'arrêt et une épreuve de saut d'obstacles.

Les épreuves ont aujourd'hui bien évolué. Depuis 2004 et les Jeux Olympiques d'Athènes l'épreuve de fond a été considérablement modifiée pour ne conserver que l'épreuve de cross. Ces changements impliquent notamment que les dépenses énergétiques du cheval au cours de ces épreuves ne seront plus les mêmes que celles observées au cours des anciennes épreuves de fond. Cette évolution des dépenses énergétiques doit donc être prise en compte dans la préparation de ces chevaux.

Le Concours Complet d'Equitation est une discipline extrêmement exigeante. Les chevaux qui y sont destinés doivent faire preuve d'une excellente condition physique. Pour les préparer au mieux, la Société Hippique Française (S.H.F) a mis en place un championnat national destiné aux jeunes chevaux de 4 à 6 ans. Ces épreuves, adaptées à l'âge des chevaux, permettent d'accéder progressivement aux plus hautes échéances nationales et internationales.

Jusqu'à présent, une seule étude, préliminaire à celle-ci, menée en 2006 (MORILLON, 2008) c'était intéressée à l'entraînement spécifique de ces jeunes chevaux de concours complet d'équitation. Cette étude ne s'étant intéressée qu'aux chevaux de 4 ans, il nous a semblé intéressant d'étendre ce suivi aux chevaux de 5 ans et, de manière à pouvoir comparer avec les efforts fournis par une population de jeunes adultes, nous avons également réalisé un suivi d'une population de chevaux de 7 ans. Notre étude a alors consisté en un suivi du travail effectué par une population de chevaux de 4, 5 et 7 ans, sur une période de trois mois, au sein de l'écurie de concours complet de l'Ecole Nationale d'Equitation de Saumur, réalisé à l'entraînement et en compétition.

Après un bref historique du concours complet d'équitation et des épreuves d'élevage, nous nous attacherons à comprendre la physiologie de l'effort pour ensuite présenter notre travail et analyser nos résultats. Enfin, nous discuterons des méthodes d'entraînement utilisées de manière à essayer de trouver des pistes pour pouvoir les améliorer.

PREMIERE PARTIE :

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Le parcours de chasse organisé pour la première fois en 1902 lors du concours hippique de Clermont-Ferrand apparaît comme le précurseur de l'épreuve de fond de nos actuels concours complets. En effet, cette épreuve comportait un certain nombre d'obstacles, « *presque tous sans taquets* », au cours de laquelle les chevaux avaient notamment à franchir « *deux talus simulant un passage de route, un gros talus, [...], un tronc d'arbre, une grosse haie, extrêmement fourrée de 1m40 de haut, huit arbres couchés et élevés en sens inverse [...]* » (JALENQUES, 1902).

Depuis le début du XX^{ème} siècle la discipline a considérablement évolué pour devenir le Concours Complet d'Equitation. Aujourd'hui, une importante préparation du cheval et du cavalier est nécessaire pour pouvoir accéder à la compétition dans une discipline aussi exigeante qu'est le Concours Complet d'Equitation.

1-LE CONCOURS COMPLET D'EQUITATION

1-1 Déroulement de la compétition

1-1-1 La visite vétérinaire

Elle ne concerne actuellement que les épreuves nationales et internationales. Elle se déroule généralement la veille de l'épreuve de dressage. Le cheval est présenté en main, généralement par son cavalier. Il doit être toiletté, natté, les pieds graissés. Le cavalier est en « tenue de ville » ou de concours. Une importance particulière est apportée à cette présentation qui signifie une marque de respect vis à vis du jury.

Le cheval est présenté au jury de profil, sur ses quatre pieds. Il est ensuite marché puis trotté sur l'aire de présentation qui est délimitée par plot autour duquel le cavalier doit faire tourner son cheval, à main droite, au pas. Le trot n'est repris que lorsque le cheval a de nouveau le corps et la tête droits.

Si le cheval est jugé irrégulier, il est éliminé ou mis de côté dans l'attente d'un nouvel examen.

1-1-2 Les reconnaissances des parcours

a) Le parcours de cross

La première reconnaissance permet au cavalier de repérer le tracé et l'ordre des obstacles, d'évaluer la qualité du terrain et d'appréhender les principales difficultés. Les obstacles sont jugés en fonction de leur hauteur, de leur largeur, de la qualité de leur abord, de leur emplacement et de la présence d'éventuelles options.

Une deuxième reconnaissance est faite le lendemain. Elle permet au cavalier d'arrêter son choix sur le tracé qu'il va effectuer et les options qu'il va prendre. Toutes les combinaisons sont marchées de manière à calculer le nombre de foulées que le cheval aura à effectuer entre les différents éléments qui la composent.

Cet examen soigneux du parcours permet également au cavalier de mesurer les distances qui séparent les obstacles, à l'aide d'un podomètre ou d'une roulette à main. Connaissant la distance du parcours et la vitesse exigée, le cavalier peut alors prendre des repères visuels qui lui permettront, tout au long de l'épreuve, de savoir s'il respecte ou non le temps imparti, tout dépassement de temps étant automatiquement sanctionné par des points de pénalité.

Une troisième reconnaissance, voire même une quatrième, pourra être effectuée.

b) Le parcours de sauts d'obstacles

La reconnaissance du parcours de sauts d'obstacles se fait le lendemain de l'épreuve de fond, après la visite vétérinaire. A l'instar de celle réalisée pour le parcours de fond, la reconnaissance du parcours de sauts d'obstacles permet de repérer l'ordre dans lequel les obstacles doivent être franchis, les différentes difficultés qui le composent mais également de mesurer les distances qui séparent les obstacles.

1-1-3 L'épreuve de dressage

Lors de l'épreuve de dressage, une grande importance est accordée à la présentation du couple. Le cheval doit être toiletté et natté, le cavalier porte une tenue de présentation adaptée : en général le pantalon blanc et la queue de pie sont de rigueur.

La détente du cheval avant l'épreuve représente un moment critique de la compétition ; elle conditionne la moitié de la qualité de la présentation. Elle est progressive et doit

amener l'animal à un niveau de disponibilité et d'écoute optimal à l'heure de passage mais ne doit en aucun cas être trop longue ni trop fatigante. Une parfaite connaissance du cheval permet de rentabiliser au mieux cette détente.

La reprise, quant à elle, est imposée. Elle est la même pour tous les couples et varie en fonction du type d'épreuve. La soumission, la précision, la rectitude et l'impulsion sont des critères essentiels à l'obtention d'une bonne note. L'attitude du cavalier est également évaluée et peut être très lourdement sanctionnée.

1-1-4 L'épreuve de fond

a) Les quatre phases

Jusqu'à présent l'épreuve de fond comprenait quatre phases indépendantes : le premier routier, le steeple-chase, le deuxième routier et enfin l'épreuve de cross. Aujourd'hui, les épreuves de fond ne comprennent plus que la phase de cross.

Lors de la phase A ou « premier routier », le couple devait parcourir une distance donnée en un temps donné (exemple : 4400m en 20 min). Si la distance était parcourue en moins de temps que celui qui était imposé, le cavalier devait attendre que le temps imparti pour la phase A soit écoulé avant de pouvoir prendre le départ pour la phase B.

La phase B ou « steeple-chase », était une phase dans laquelle le couple avait à parcourir une certaine distance à une cadence élevée (exemple : 2640m en 4 min). Des obstacles fixes jalonnaient le parcours.

La phase C ou « deuxième routier » était basée sur le même principe que la phase A mais était généralement plus longue (exemple : 6600m en 30 min).

Enfin, **la phase D** ou « cross » représentait la phase la plus difficile de l'épreuve de fond. Après une halte de 10 minutes à la fin du deuxième routier, le cheval repartait sur un parcours en terrain varié. Il avait alors à franchir un certain nombre d'obstacles et de combinaisons (variable en fonction du type d'épreuve) en un temps limité (exemple 22 difficultés sur une distance de 5500m à franchir en 10 minutes). Cette phase D a été conservée dans les épreuves qui se courent actuellement. La complexité des combinaisons, associée à la vitesse imposée par l'épreuve peut conduire à des désobéissances des chevaux qui sont lourdement sanctionnées.

Pour ce qui est des épreuves de très haut niveau (trois étoiles), deux types d'épreuves sont distinguées : les CCI*** (format long) et les CIC*** (format court). La principale

différence est que la distance de l'épreuve de cross est plus longue en CCI qu'en CIC (voir Tableau I).

Tableau I: Comparaison des épreuves de cross de CCI***(format long) et de CIC***(format court) (MARLIN, D.J 2005)

	CCI*** (format long)	CIC*** (format court)
Vitesse maximale (m/min)	570	570
Distance (m)	5130-6270	3600-5000
Nombre d'efforts maximum	40	35-40
Durée (min)	9-11	6.3-8.8
Intervalle entre chaque effort (m)	128-157	103-125

b) La visite vétérinaire

La visite vétérinaire du lendemain de l'épreuve de fond permet de vérifier l'état de récupération du cheval et donc le niveau de l'entraînement.

Le protocole est le même que pour la visite du premier jour ; le cheval doit être toiletté, natté et présenté par son cavalier en « tenue de ville ». Le jury tient particulièrement compte de la qualité des allures. Un cheval irrégulier sera soupçonné d'avoir souffert pendant l'épreuve de fond et mis à l'écart dans l'attente de nouveaux tests ou bien directement éliminé.

Seuls les chevaux ayant correctement passé la visite vétérinaire seront autorisés à participer à l'épreuve de saut d'obstacles.

1-1-5 L'épreuve de saut d'obstacles

Le but de cette épreuve est de tester sur des obstacles mobiles le dressage, l'aptitude et la technique de saut du cheval. Le concours de saut d'obstacles permet également de montrer que les chevaux, après une épreuve de fond, ont gardé souplesse et énergie.

Les obstacles seront au nombre de 10 à 13 avec 11 à 16 efforts maximum, selon le niveau de l'épreuve. Toute faute au cours du parcours sera lourdement sanctionnée : 4 points de pénalité par barre tombée, 1 point par seconde dépassée par rapport au temps optimum imposé, 8 points de pénalité si le cavalier venait à chuter (une deuxième chute est éliminatoire quel que soit le type d'épreuve)...

Le classement est obtenu par addition des points obtenus au cours des trois épreuves. Il est important de noter que le cavalier qui remporte l'épreuve est celui qui obtient le score le plus bas (points de pénalité décomptés du score maximal).

1-2 Les épreuves d'élevage

1-2-1 Objectifs des épreuves spécifiques d'élevage

Les épreuves d'élevage sont des épreuves spécifiques fondées sur une appréciation objective des qualités des jeunes chevaux. Elles sont destinées à mettre en valeur leurs aptitudes naturelles, apprécier leurs modèles et évaluer leurs potentiels, vérifier et contrôler leur formation de base et enfin contrôler leur état de conservation.

Ces épreuves d'élevage ont pour buts principaux de sélectionner les futurs reproducteurs, de sélectionner et préparer les meilleurs d'entre eux à la haute compétition et de favoriser la commercialisation des produits de l'élevage national (S.H.F, 2006).

1-2-2 Droits de participation des jeunes chevaux et des cavaliers

a) Droits de participation des jeunes chevaux de sport

Pour pouvoir prétendre à participer à ces épreuves jeunes chevaux, les animaux doivent être inscrits sur les listes des chevaux de sport.

De manière à préserver l'intégrité des jeunes chevaux, le règlement mis en place par la Société Hippique Française (S.H.F) limite le nombre de participation des animaux aux épreuves officielles. Si le cavalier ne respecte pas ces quotas et dépasse le nombre de participations autorisées, le cheval ne pourra pas prendre part aux épreuves de l'année suivante.

En Concours Complet, les chevaux de 4 ans sont limités à un maximum de 7 épreuves officielles ; les chevaux de 5 ans sont limités à 11 épreuves officielles (y compris la finale).

Seules les épreuves du Cycle Classique sont soumises à ces restrictions et ouvrent à la qualification pour la finale. Les épreuves de Cycle Libre ne sont pas limitées. Cependant, la participation à une épreuve de Cycle Libre au cours de l'année exclu le cheval du Cycle Classique pour l'année considérée et le prive ainsi de toutes ses chances de participer à la finale.

b) Droits de participation des cavaliers

Seuls les titulaires d'une licence FFE pour l'année en cours peuvent participer à une épreuve d'élevage dans les conditions suivantes :

Chap. 35. DROIT DE PARTICIPATION DES CAVALIERS EN EPREUVE D'ELEVAGE

351. Selon la catégorie des cavaliers

Seuls les titulaires de la licence FFE pour l'année en cours peuvent participer à une épreuve d'élevage dans les conditions suivantes :

Discipline	Catégorie	Pro 1	Pro2	Amateur		Licence Club
				3	4	
C.C.E	- Cycle classique 4 ans	X	X	X	X	
	- Cycle classique 5 et 6 ans B	X	X	X		
	- Cycle classique 6 ans A, 1 ^{ère} partie de saison (jusqu'à la semaine 24 incluse)	X	X	X		
	- Cycle classique 6 ans, 2 ^{ème} partie de la saison (à la semaine 25)	X	X			
	- Cycle libre			X	X	

Figure 1: Extrait du droit de participation des cavaliers en épreuve d'élevage (S.H.F, 2006)

Un même cavalier ne peut pas présenter un nombre indéterminé de chevaux dans une même épreuve la même journée. En effet, un même cavalier pourra présenter 4 chevaux par épreuve en Cycle Classique et 2 chevaux en Cycle Libre. Il est à noter que les épreuves 6 ans A et 6 ans B sont bien distinctes. Exemple : le même cavalier pourra présenter 4 chevaux de 4 ans et 3 chevaux de 6 ans. Il ne pourra pas présenter 5 chevaux de 4 ans.

1-2-3 Epreuves d'aptitude au concours complet d'équitation

a) Epreuves régionales du Cycle Classique

L'épreuve de Concours Complet réservée aux chevaux de 4 ans comprend une phase sur carrière et un parcours de fond.

La phase sur carrière se compose de mouvements sur le plat et d'un parcours de six obstacles.

En 2006, le parcours de fond était de 1000 à 1200 mètres, à parcourir à 450 m/min. Il était composé de 10 à 12 obstacles parmi lesquels figuraient au moins un fossé, un obstacle

de terre, un contrebas et un contre-haut, une combinaison simple à 2 foulées et si possible un passage dans l'eau.

L'épreuve de Concours Complet réservée aux chevaux de 5 ans est composée de trois phases : une reprise de dressage, un parcours de sauts d'obstacles et un parcours de fond.

Le parcours de fond est de 2000 à 2200 mètres à parcourir à 500 m/min. Il est composé de 12 à 14 obstacles, avec 17 efforts au maximum.

L'épreuve réservée aux 6 ans B est la même que pour les chevaux de 5 ans.

L'épreuve réservée aux chevaux de 6 ans A est composée des mêmes trois phases. Les exigences sont différentes en début et en fin de saison. La reprise de dressage est la même en 1^{ère} et 2^{ème} partie de saison.

En début de saison (entre la 1^{ère} et la 24^{ème} semaine incluse), le parcours de sauts d'obstacles mesure 450 à 550m et est parcouru à la vitesse de 320 m/min. Il présente 10 obstacles dont un double à 2 foulées. En 2^{ème} partie de saison, la distance est la même mais la vitesse augmente (350 m/min) ; le parcours est composé de 12 obstacles dont un double ou de 11 obstacles dont un triple. La hauteur maximale des obstacles passe de 1m10 en début de saison pour les verticaux et les oxers montants à 1 m 20 pour les verticaux et 1 m 15 pour les oxers montants en fin de saison.

En début de saison, le parcours de fond d'une longueur de 2400 à 2600 m est à parcourir à 520 m/min. Il est composé de 12 à 16 obstacles avec au maximum 22 efforts. En fin de saison, la distance varie de 3000 à 3400 m (label SHF), parcourue à 520 m/min. Il est composé de 14 à 18 obstacles avec 28 efforts au maximum.

b) Epreuves régionales du Cycle Libre

Les épreuves du Cycle Libre 1^{ère} année sont réservées aux chevaux de 5 ans et aux chevaux de 6 ans n'ayant pas participé à 5 ans à une épreuve officielle de Concours Complet.

Les épreuves du Cycle Libre 2^{ème} année sont réservées aux chevaux de 6 ans, qu'ils aient participé ou non à 5 ans à une épreuve officielle de Concours Complet.

Nous ne développerons pas plus ces épreuves du Cycle Libre car les chevaux que nous avons suivis au cours de notre étude n'ont jamais participé à des épreuves de ce type.

c) Finales nationales

Pour être admis à la Finale Nationale, le jeune cheval doit, à la veille des épreuves : avoir participé à un maximum de 17 épreuves officielles, sous réserve d'avoir participé à un maximum de 6 épreuves de C.C.E en Cycle Classique exclusivement et dans les autres disciplines, d'avoir respecté les conditions de participation propres à chaque disciplines (voir règlement SHF).

Il doit par ailleurs avoir obtenu en Cycle Classique de Concours Complet un total de gains dont le montant est fixé au B.O des compétitions équestres et des épreuves d'élevage.

2- LE METABOLISME DE L'EFFORT CHEZ LE CHEVAL

2-1 Le métabolisme énergétique de la cellule musculaire

2-1-1 L'ATP : combustible de la cellule

L'Adénosine TriPhosphate (ATP) est une molécule à haut potentiel énergétique dont la transformation en Adénosine DiPhosphate (ADP) par rupture d'une liaison phosphate permet la libération d'énergie. Cette énergie ainsi libérée est directement utilisable par la cellule et indispensable au fonctionnement de la cellule musculaire : elle est le combustible nécessaire à la contraction musculaire.



avec Energie = 42 kJ / molécule d'ATP.

Les réserves en ATP étant extrêmement limitées, l'ADP formé est très rapidement rephosphorylé pour régénérer la molécule d'ATP. Ce renouvellement d'ATP peut être réalisé en présence ou en absence de dioxygène. De ce fait, deux grandes filières énergétiques seront distinguées.

2-1-2 Les filières énergétiques productrices d'ATP

a) La voie aérobie

On parle de « voie aérobie » lorsque les réactions se déroulent en présence de dioxygène. La formation d'ATP provient ici de processus d'oxydation du glycogène, des lipides et des protéines. La dégradation de ces substrats fait appel à deux grands mécanismes énergétiques : la glycolyse et le cycle de Krebs.

a.1) La glycolyse

Il s'agit d'une série de réactions qui conduisent à la dégradation du glucose en deux molécules d'acide pyruvique. La glycolyse est commune aux voies aérobie et anaérobie ; elle se déroule dans le cytosol.



En aérobie, les molécules d'acide pyruvique sont ensuite transformées en Acétylcoenzyme A (Acetyl-CoA) par la décarboxylation oxydative.



Les $\text{NADH} + \text{H}^+$ produits ont un fort pouvoir réducteur. Ils vont être oxydés grâce au système transporteur d'électrons. Cette oxydation s'accompagne de la production de 3 ATP par molécule d'acide pyruvique transformée. L'acide pyruvique est complètement oxydé en CO_2 et H_2O dans le cycle de Krebs.

a.2) Le cycle de Krebs

Il s'agit d'une série de réactions qui conduisent, à partir d'une molécule d'Acétyl-CoA, à la production de :

- 2 CO_2
- 3 $\text{NADH} + \text{H}^+$
- 1 FADH_2
- 1 GTP
- 1 Coenzyme A

L'oxydation des coenzymes réduits entraîne la production de molécules d'ATP :

- 1 NADH+H⁺ va permettre la production de 3 molécules d'ATP
- 1 FADH₂ va permettre la production de 2 molécules d'ATP.
- 1 GTP permet la production d'une molécule d'ATP.

Donc en bilan, l'oxydation d'une molécule d'Acétyl-CoA permet la production de 12 molécules d'ATP.

a.3) Le bilan énergétique de la voie aérobie

Le bilan énergétique de la voie aérobie est donc de 38 ATP par molécule de glucose oxydée (voir Tableau II)

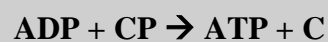
Tableau II : Bilan énergétique de la voie aérobie.

Réaction	Nombre d'ATP formés
Glycolyse aérobie (1 Glucose → 2 Acide pyruvique)	8
Décarboxylation oxydative (2 Acide pyruvique → 2 Acétyl-CoA + CO ₂)	6
Cycle de Krebs (Acétyl-CoA → 2 CO ₂) X 2	24
TOTAL pour un Glucose	38

b) Les voies anaérobies

b.1) La voie anaérobie alactique

Elle permet de reconstituer de l'ATP à partir de la déphosphorylation de la Créatine-Phosphate (CP) en Créatine (C).



Cette voie est indispensable pour des réactions brèves et intenses car elle permet le renouvellement immédiat de l'ATP, indispensable à la réalisation des premières secondes

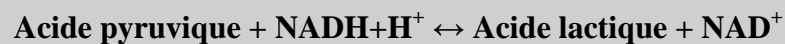
de l'exercice et au déclenchement des autres productions d'énergie. Toutefois, les réserves en CP étant très faibles, cette voie n'est pas efficace au-delà des premières secondes d'effort.

b.2) La voie anaérobie lactique

Il s'agit de la glycolyse anaérobie. Elle intervient quelques secondes après la précédente. Elle consiste en la production d'Acide pyruvique et d'ATP à partir du glycogène musculaire et du glucose circulant.



Dans cette voie anaérobie l'acide pyruvique est nécessairement transformé en acide lactique. Cette réaction est réversible. Elle est catalysée par la Lactate Déshydrogénase (LDH).



Le bilan énergétique de cette réaction est de 2 molécules d'ATP par molécule de glucose. Cette réaction peut intervenir quelques secondes après le début de l'exercice. Elle est d'autant plus intense que la teneur du muscle en ATP est faible.

L'accumulation de l'acide lactique dans les muscles provoque une acidose qui inhibe l'activité des principales enzymes de la glycolyse et gêne le fonctionnement des protéines contractiles (MONOD & FLANDROIS, 1985).

Quand le lactate s'accumule dans les muscles, il passe alors dans le sang. Le lactate n'est que très faiblement éliminé par les urines. Cependant, il est utilisé dans les mécanismes du métabolisme aérobie comme source d'énergie dans le muscle après réoxydation en pyruvate, ou participe à la néoglucogénèse dans le foie, le rein et les muscles (RIEU, 1987).

Le lactate peut donc être source d'énergie et de toxicité.

2-1-3 Comparaison des trois filières énergétiques

Pour comparer ces trois filières, quatre critères sont à prendre en compte : le délai d'intervention, la puissance, la capacité et les facteurs limitants.

La figure 2 d'après WOLTER (WOLTER, 1987) met en évidence le délai d'intervention et la puissance des différentes voies.

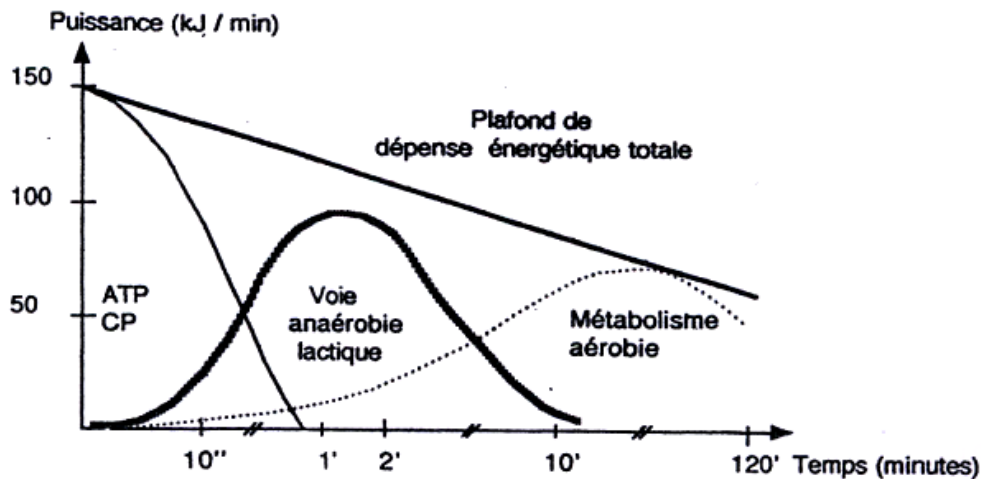


Figure 2 : Mise en jeu des trois filières du métabolisme énergétique lors d'un effort maximal (WOLTER, 1987).

Le métabolisme aérobie dépend directement de la consommation en oxygène (VO_2 exprimée en mL d' O_2 / kg/min). Celle-ci ne peut pas augmenter indéfiniment. La consommation maximale en O_2 est appelée la VO_2 max. Lorsque la quantité d'oxygène disponible ne suffit plus, la voie anaérobie lactique est à nouveau sollicitée pour assurer la poursuite de l'effort physique.

La capacité étant la quantité globale d'énergie disponible pour le sujet, la puissance représente la vitesse d'utilisation de la capacité.

Les facteurs limitant, quant à eux, varient en fonction de la filière considérée.

Pour la voie aérobie, il s'agit de la VO_2 max et des réserves énergétiques.

Pour la voie anaérobie alactique, il s'agit de l'épuisement très rapide du stock d'ATP.

Pour la voie anaérobie lactique, il s'agit principalement de l'accumulation de l'acide lactique dans le sang et les muscles qui entraîne une inhibition de l'activité enzymatique musculaire et donc l'impossibilité de poursuivre l'exercice.

Le tableau III résume les principales caractéristiques des différentes filières.

Tableau III: Sources de production d'énergie et leurs caractéristiques. (CRIELAARD, et al. 1985)

	Anaérobie alactique	Anaérobie lactique	Aérobie
Substrats utilisés	ATP + Créatine Phosphate (CP)	Glycogène Glucose	Glucides, Lipides, Protides
Délai d'intervention prépondérant	Nul	20 à 30 secondes	2 à 4 minutes
Puissance ou débit maximal d'énergie	Très élevée 400 à 750 kJ/min (*)	Elevée 200 à 500 kJ /min (*)	Dépend de la VO ₂ max 60 à 120 kJ/min (*)
Durée limite du maintien de la puissance	7 à 10 secondes (*)	30 à 50 secondes (*)	3 à 15 minutes (*)
Capacité ou quantité totale d'énergie disponible	Très faible 30 à 50 kJ (*) (1)	Faible 95 à 120 kJ (*) (2)	Très élevée Dépend du % de VO ₂ max utilisé (*)
Durée limite du maintien de la capacité	20 à 30 secondes	20 secondes à 2 min	Théoriquement illimitée. Dépend du % de VO ₂ max utilisé (*)
Lieu de production dans la cellule	Cytoplasme cellulaire au niveau des filaments d'actine et de myosine	Cytoplasme cellulaire (extra-mitochondrial)	Mitochondrie
Produit final du catabolisme	ADP, AMP et Créatinine	Acide lactique	Eau et Gaz carbonique
Facteurs limitants	Epuisement des réserves	Acide lactique et baisse du pH cellulaire	VO ₂ max et épuisement du glycogène + thermolyse
Durée de la récupération après sollicitation maximale	Reconstitution des réserves, ATP, CP 2 minutes	Elimination du lactate 1 heure	Reconstitution du glycogène 24 heures

(*) Dépend des caractéristiques individuelles et du niveau d'entraînement

(1) La valeur la plus élevée est celle des sportifs de haut niveau, spécialistes d'activités intenses et de courte durée (sprint, saut...)

(2) Idem, mais pour des durées supérieures avec VO₂ max = consommation maximale d'oxygène (en mL/min/kg).

2-1-4 Influence de l'entraînement sur ces différentes voies

L'entraînement permet de modifier les caractéristiques de ces filières énergétiques en diminuant le **délai d'intervention** de chacune d'elles, en permettant l'augmentation de la **capacité** et de la **puissance**. Par ailleurs, l'entraînement permet une utilisation optimale des réserves énergétiques et permet également une tolérance accrue de l'organisme à l'acide lactique.

Ces distinctions ont ainsi conduit à individualiser des types d'entraînement spécifiques à chaque filière énergétique et à distinguer notamment des entraînements de puissance et de capacité. L'entraîneur sera alors amené à utiliser et moduler les principaux paramètres qui régissent l'entraînement :

- la nature de l'exercice
- la durée de l'exercice
- l'intensité du travail
- le nombre de répétitions (estimation de la quantité totale de travail)
- la durée et la nature de la récupération (entre les répétitions)

Cependant, l'entraîneur devra respecter un certain nombre de principes fondamentaux (AUVINET et DESBROSSE, 1991):

- les **processus aérobie** seront toujours développés en premier.
- la **puissance** d'une filière énergétique est développée par des exercices d'intensité maximale ou supra-maximale mais de durée inférieure ou égale à la capacité maximale de la filière sollicitée.
- la **capacité** d'une filière énergétique est développée par des exercices d'intensité infra-maximale mais sur des durées supérieures à celles que permet la capacité maximale de la filière sollicitée.

2-2 Le muscle squelettique

2-2-1 Les différents types de fibres musculaires

Le muscle squelettique se compose de différents types de fibres qui ont une physiologie propre. D'un point de vue fonctionnel, les cellules musculaires ne constituent

donc pas un tissu homogène. Les proportions respectives de ces fibres varient en fonction de leur sollicitation et du type d'entraînement.

Il existe une corrélation entre les propriétés mécaniques et les caractéristiques histochimiques et morphologiques de la fibre. Une classification des fibres peut alors être établie :

- les fibres rouges ou fibres **lentes** (I)
- les fibres blanches ou **rapides** (IIA, IIX, IIB, IIC).

Leurs caractéristiques sont les suivantes (HOWALD et WASSERMANN 1988):

- **Fibres I** :

* Contraction **lente**, de faible force, mais avec une grande résistance à la fatigue : exercices de longue durée.

* **Métabolisme aérobie** : riches en mitochondries, enzymes oxydatives et myoglobine, capillarisation importante.

* Utilisation importante des **triglycérides** comme substrat énergétique.

→ Ces fibres sont adaptées à un travail de type **endurance**.

- **Fibres II** :

a) *Fibres IIA* :

* Contraction **rapide**, force et résistance à la fatigue intermédiaires entre les types I et IIb.

* **Métabolisme mixte** : aérobie et anaérobie.

b) *Fibres IIX* :

* Contraction **la plus rapide**. Particulièrement adaptées au sprint. Elles sont quantitativement moins importantes dans les muscles de chevaux entraînés pour des épreuves de type endurance. Leur pourcentage régresse face aux fibres plus lentes de type I (RIVERO *et al*, 1999)

c) *Fibres IIB* :

* Contraction **rapide**, de force élevée, faible résistance à la fatigue : exercices de courte durée.

* **Métabolisme principalement anaérobie lactique**

→ Ces fibres sont adaptées au **sprint**.

d) *Fibres IIC* :

* Plus **rare**s et considérées comme des fibres de transition entre les types IIb et IIa.

La proportion relative de fibres I et II dans un muscle donné dépend de ses caractéristiques fonctionnelles. Quelques exemples de ces variations sont donnés dans la figure 3 (DEMONCEAU, GUEZENNEC et BIGARD, 1993).

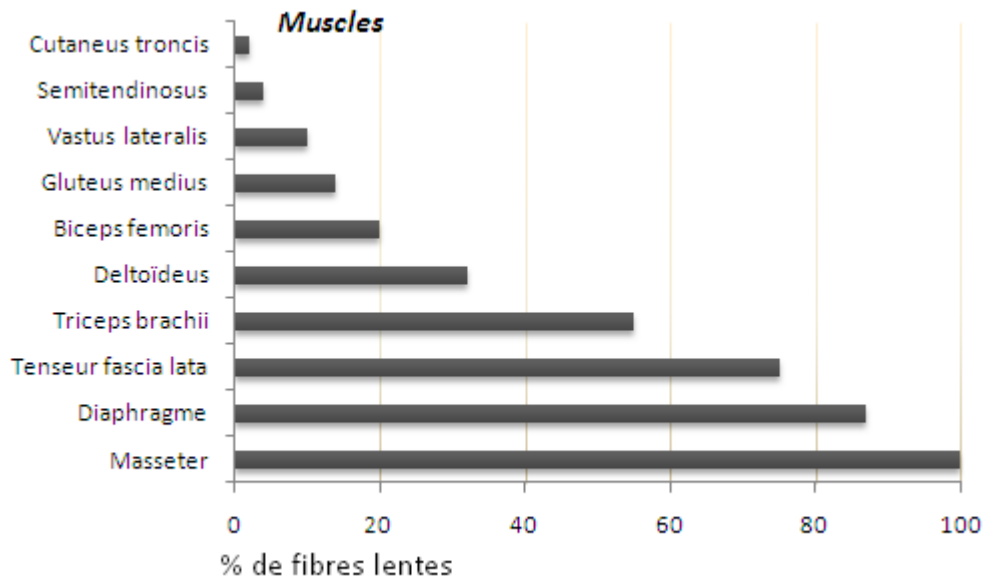


Figure 3 : Variation de la typologie des différents muscles de chevaux de course. (DEMONCEAU, GUEZENNEC et BIGARD, 1993)

2-2-2 Variations de la typologie musculaire

a) Variations génétiques

En fonction de la race, les pourcentages des principaux types de fibres musculaires varient. (tableau IV)

Tableau IV. Composition du muscle glutéal moyen chez différents équidés. Pourcentage des différents types de fibres. (SNOW 1983)

	n	I	IIa	IIb	IIa + IIb
Quarter-Horse	28	8.7	51.0	40.3	91.3
Pur-Sang	72	9.9	58.9	26.8	85.7
Arabe	6	14.4	47.8	37.8	85.7
Trotteur	17	20.9	52.4	31.2	83.6
Poney	12	22.0	39.9	38.1	78.0
Cheval de chasse	7	30.8	37.1	37.8	74.9
Ane	5	24.0	38.2	32.1	70.3

Le Quarter-Horse apparaît ainsi comme le meilleur sprinter avec le plus grand pourcentage de fibres II (IIa + IIb) et le plus haut pourcentage de fibres IIb. Le cheval de chasse, quant à lui, est plus adapté à un effort de type endurance puisqu'il présente un taux élevé de fibres I.

b) Variations dues à l'entraînement

Plusieurs études (DESSONS, et al. 1989), (HOWALD et WASSERMANN 1988) ont montré que, chez l'homme, on trouve autant de fibres rapides que de fibres lentes chez un sujet sédentaire alors que l'on observe un pourcentage prédominant de fibres I (lentes) chez les sportifs de haut niveau spécialisés dans les efforts de longue durée. Pour les sprinters, ce sont les fibres II (rapides) qui prédominent.

Il y aurait donc une variabilité induite par la pratique du sport en lui-même, mais également par la discipline exercée.

Ces remarques sont applicables au cheval et en particulier au trotteur. Ainsi, au terme d'une période d'entraînement, la distribution relative des fibres est modifiée dans le sens d'une augmentation des fibres de type I et IIa et d'une diminution des fibres IIb. (Tableau V)

Tableau V. Influence de l'entraînement sur le pourcentage de la distribution des différents types de fibres chez cinq Trotteurs âgés de 2 ans (HENCKEL 1983).

	2 ans non entraînés	Après 2 mois d'entraînement	Après 4 mois d'entraînement	Après 6 mois d'entraînement
I	18.3 (6.1)	17.1 (7.3)	21.1 (3.0)	25.4 (3.8)
Ia	35.6 (10.0)	39.0 (5.3)	46.1 (5.5)	44.8 (6.1)
Iib	46.2 (9.1)	44.0 (11.4)	32.9 (4.9)	29.9 (3.8)

Dans le tableau : moyenne (écart-type)

2-3 Adaptations cardiovasculaires, respiratoires et hématologiques à l'effort.

L'activité musculaire s'accompagne de manifestations circulatoires, respiratoires et hématologiques. Ces modifications ont pour objectif d'assurer l'approvisionnement des muscles en oxygène et en substrats énergétiques tout en permettant une bonne évacuation du CO₂ et de la chaleur (AUVINET et DEMONCEAU 1991).

2-3-1 Adaptation cardiovasculaire

a) Adaptation cardiaque à l'effort

L'exercice entraîne une augmentation de la force et de la vitesse de contraction du muscle cardiaque. En effet, la fréquence cardiaque (**FC**) augmente rapidement et linéairement avec l'intensité de l'effort jusqu'à atteindre un plafond que l'on appelle FC maximale (ROSE et EVANS, 1987). De 30 à 35 bpm en moyenne au repos, la FC peut augmenter jusqu'à atteindre des valeurs supérieures à 210 bpm.

Le volume d'éjection systolique (**VS**) augmente également rapidement avec l'effort. De 90mL par battement au repos, il peut atteindre 1270mL par battement à l'effort. Cette augmentation du VS est favorisée par l'amélioration du retour veineux.

Ces deux paramètres, FC et VS déterminent le débit cardiaque (Q).

$$Q = FC \times VS$$

L'optimisation du débit cardiaque permet de rendre maximal le transport de l'oxygène et du dioxyde de carbone.

Ainsi, le cœur est capable de s'adapter à l'effort :

- par une **adaptation à court terme**. Elle consiste en une augmentation immédiate de la force et de la vitesse de contraction. Cette adaptation permet au cœur de faire face à une surcharge volémique brutale et passagère mais a pour conséquence une augmentation importante du travail cardiaque.

- par une **adaptation à long terme**. Elle apparaît chez un individu chez lequel le cœur se retrouve régulièrement et fréquemment exposé à ces surcharges passagères. Ceci correspond à un entraînement à l'effort musculaire.

Cette adaptation se manifeste généralement par une hypertrophie des cellules cardiaques et une augmentation de l'épaisseur des parois. Cette augmentation a pour conséquence d'élever la pression pour une même tension développée.

b) Variations de la consommation d'oxygène et de la fréquence cardiaque (FC) à l'effort.

Tout comme la fréquence cardiaque, la consommation d'oxygène est proportionnelle à l'intensité de l'exercice. Elle atteint également une valeur maximale : la VO_2 max, exprimée en ml d' O_2 /kg/min. Elle est d'environ 120ml d' O_2 /kg/min chez le cheval (80 chez les meilleurs athlètes humains). La VO_2 varie en fonction du niveau d'entraînement du cheval (tableau VI)

Tableau VI: Evolution de la VO_2 max en fonction de l'entraînement (EVANS et ROSE 1987)

Niveau d'entraînement	VO_2 max (ml d' O_2 /kg/min)
Trotteur non entraîné	135.4
Pur-Sang non entraîné	129.7
Pur-Sang en milieu de programme d'entraînement	160.0
Pur-Sang en fin de période d'entraînement	151.2

On notera également le rapport VO_2 max/ VO_2 repos qui est très élevé (de l'ordre de 36 chez le cheval contre 15 à 20 chez l'homme).

Le cheval présente donc une capacité exceptionnelle à augmenter le transport d'oxygène des poumons vers les muscles. Il a également été montré qu'au cours de

l'entraînement, si la FC maximale ne semble pas modifiée, la FC diminue pour une vitesse donnée. Le cheval ne semble donc pas être limité par son système cardio-vasculaire.

2-3-2 Adaptation de l'appareil respiratoire

La fréquence respiratoire (**FR**) varie de sa valeur de repos (6-12 mouvements par minutes) à des valeurs très élevées à l'effort (140 mouvements par minute) (HÖRNICKE, MEIXNER et POLMANN 1983).

A l'effort, le cheval présente une hypoxémie modérée, combinée à une hypercapnie qui apparaît lors d'efforts intenses. Ces particularités seraient une adaptation physiologique qui permettrait à l'organisme de minimiser la dépense énergétique consacrée à la respiration et non pas un signe de déficience du système respiratoire (ART, et al., 1990).

Lors d'efforts intenses, le volume d'air ventilé est multiplié par 30. Cette augmentation est principalement liée à une élévation de la fréquence respiratoire (multipliée par 10). Cette adaptation est spécifique aux mammifères qui, comme le cheval, présentent au galop un couplage de la fréquence respiratoire et de la fréquence des foulées (ART, et al., 1990).

L'entraînement ne permet pas d'améliorer la fonction respiratoire qui apparaît ainsi comme le facteur limitant de la performance. La tendance du cheval à être sujet aux affections respiratoires des voies hautes ou basses, aggrave ces motifs de contre-performance (ART, et al., 1990).

2-3-3 Adaptation hématologique et biochimique.

L'exercice et l'entraînement engendrent chez le cheval de profondes modifications physiologiques et métaboliques. Ces modifications représentent alors un outil précieux pour le suivi médico-sportif du cheval.

Ces modifications, induites par l'exercice, sont directement associées à l'intensité de l'effort. Elles sont marquées par une splénocontraction qui libère une grande quantité d'hématies, stockées dans la rate. Cette « auto-transfusion » représente une importante capacité de transport de l'oxygène, linéairement associée à la vitesse du travail (tableau VII).

Tableau VII. Illustration des variations possibles de l'hématocrite chez le cheval en fonction de l'exercice. (d'après R.J. ROSE et al., 1987)

Type d'effort	Repos	Endurance	Trot	Cross	Galop
Hématocrite (%)	42	45	57	60	63
Variation (en %)	/	+ 7%	+ 35%	+ 49 %	+ 50 %

Des paramètres tels que l'hématocrite, le taux d'hémoglobine ou le nombre d'érythrocytes, apparaissent comme de bons marqueurs d'un potentiel à développer un effort en aérobie (FORTIER, BERMAN, & COUROUCE, 2000).

Plusieurs indices biochimiques peuvent également être surveillés dans le cadre d'un suivi médico-sportif. En effet, l'urée et la créatinine sont de bons indicateurs des dysfonctionnements rénaux qui peuvent intervenir après un effort très intense (en particulier chez les chevaux d'endurance) ; le dosage des lactates sanguins, du fibrinogène, de la créatine-kinase (CK) ou encore des transaminases permet notamment de détecter des signes de lésions, de fatigue, de mauvaise récupération (FORTIER, BERMAN, & COUROUCE, 2000). Les paramètres biochimiques à l'exception du lactate sont cependant peu ou pas modifiés par l'entraînement.

2-4 La dépense énergétique liée à la locomotion

Naturellement, le cheval a tendance à adapter son allure en fonction de la vitesse à laquelle il se déplace. Cette adaptation est liée au fait que pour une vitesse donnée, la dépense énergétique varie en fonction de l'allure. Ainsi, une étude menée sur des poneys a montré que chaque animal possède ses propres vitesses seuils pour lesquelles il est plus économique pour lui de changer d'allure (HOYT & TAYLOR, 1981).

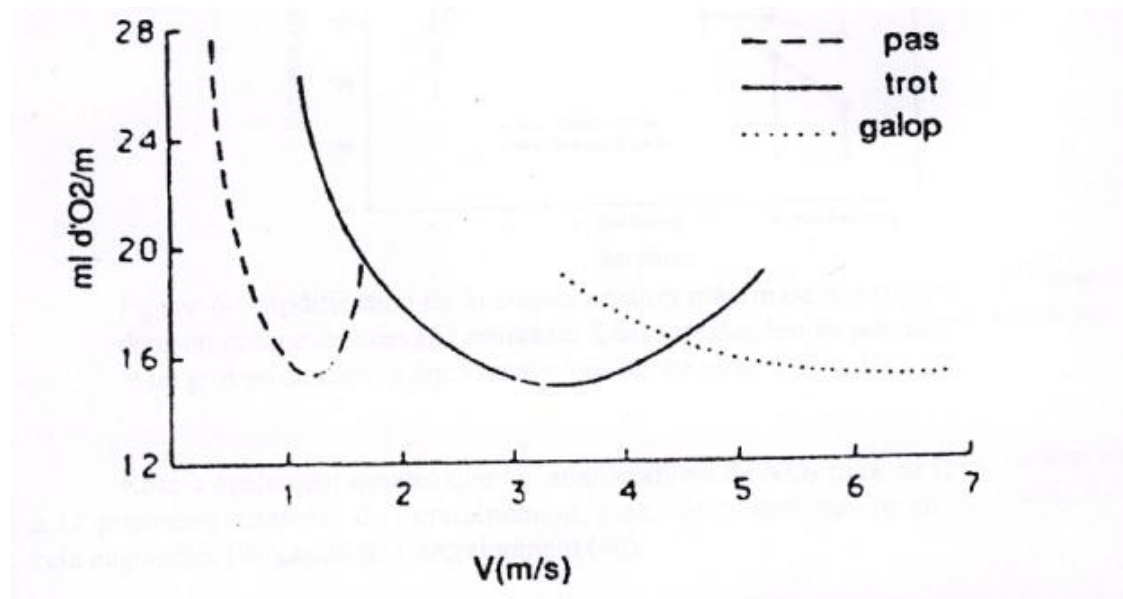


Figure 4 : Coût en mL d'oxygène par mètre parcouru en fonction de la vitesse et de l'allure chez des poneys. (HOYT & TAYLOR, 1981)

2-5 La thermorégulation

La contraction musculaire exige dès le début de l'effort une augmentation importante du métabolisme pour produire l'énergie nécessaire au mouvement. La production de chaleur au début de l'effort (surtout si celui-ci est intense) dépasse largement la chaleur dissipée. Des mécanismes de thermorégulation se mettent alors en place pour évacuer ce surplus de chaleur.

Quatre mécanismes de bases interviennent dans la dissipation de la chaleur à l'effort : l'évaporation, la radiation, la convection et la conduction.

L'évaporation de la sueur cutanée est le plus important des quatre mécanismes. Quand la production de sueur est supérieure à la vaporisation, la sueur ruisselle à la surface de la peau.

Les quantités de sueur perdues à l'effort sont estimées à 10 à 15 litres par heure en moyenne, ce qui permet d'éliminer environ 60% de l'énergie produite au cours de l'exercice (GRANDIERE, 2000). La composition de la sueur du cheval présente quelques particularités électrolytiques.

3 IMPORTANCE DE L'ALIMENTATION

A l'état sauvage, par sa vigilance constante, sa réactivité et sa très grande vitesse de fuite, le cheval a pu survivre face à ses prédateurs carnivores. Ces particularités font de lui un animal hypernerveux, extrêmement sensible au stress ; il doit donc être élevé dans des conditions favorisant le calme et la sérénité.

Par ailleurs, son régime alimentaire herbivore est associé à des particularités digestives et un comportement alimentaire de monogastrique qui le distingue des ruminants (MARTIN-ROSSET, 1990).

3-1 Le comportement alimentaire du cheval

3-1-1 Régulation de la consommation volontaire

Si le ruminant manifeste d'abord une régulation volumétrique de sa consommation volontaire de fourrage, le cheval, lui, préfère ajuster ce niveau de consommation en vue de couvrir ses besoins énergétiques. Le cheval est ainsi capable de compenser une insuffisance de digestibilité par une surconsommation afin de couvrir ces besoins.

Le cheval peut valoriser plus facilement des pâturages maigres que les bovins. Il ne faut cependant pas abuser de cette capacité d'adaptation et lui assurer de grandes surfaces de pâturage, l'apport de fourrages et de concentrés, et un abreuvement de qualité (MARTIN-ROSSET, 1990).

3-1-2 Vitesse de consommation

Contrairement au ruminant qui partage son temps selon la règle des 3x8h (8h de pâturage, 8h de rumination et 8h de repos), le cheval est un consommateur lent qui consacre en moyenne 10 à 12h à l'ingestion d'herbe.

Lorsqu'il est au pâturage, dans son cadre naturel, le cheval effectue sa récolte journalière en 3 à 5 séquences de 2 à 3h chacune.

Au box, la durée de consommation des fourrages atteint encore près de 10h par jour. L'ingestion de foin de qualité moyenne nécessite en moyenne 40 minutes par kg soit au total environ 6 à 7h pour couvrir les seuls besoins d'entretien (MARTIN-ROSSET, 1990).

Par contre, la consommation d'aliments concentrés (granulés, floconnés, farines...) est très rapide parfois même gloutonne. Ce comportement peut d'ailleurs être à l'origine de

pathologies telles que les coliques. Il peut être conseillé de freiner cette consommation hâtive des concentrés en plaçant de gros cailloux dans la mangeoire ou en mélangeant du fourrage haché à la ration (MARTIN-ROSSET, 1990).

Il est important pour des chevaux de sport entretenus au box de veiller à cet équilibre en leur assurant une durée globale de mastication d'au moins 5h par jour et en fractionnant les apports concentrés en plusieurs petits repas journaliers (3 ou 4) (MARTIN-ROSSET, 1990).

3-1-3 Préférences alimentaires et troubles comportementaux

Si la consommation de sel est autorégulée, le cheval est incapable d'équilibrer de lui-même son régime. Ses propriétés organoleptiques peuvent conditionner l'acceptabilité ou le refus d'un aliment.

Compte tenu de la forte sensibilité de la lèvre supérieure du cheval et de la délicatesse de l'ensemble de la bouche, la tendreté du fourrage est un facteur d'acceptabilité. Des fourrages tendres, des plantes jeunes, seront mieux consommés.

L'odeur de l'aliment est également un critère important. Le développement de moisissures ou le rancissement sont des causes fréquentes de refus.

Le goût est déterminant pour le cheval qui garde longtemps l'aliment en bouche. Il apprécie particulièrement les aliments sucrés et a tendance à rejeter des goûts trop acides, amers ou salés. L'adjonction de sucres, de miel ou d'édulcorant peut favoriser la prise de préparations peu appétentes (MARTIN-ROSSET, 1990).

Des troubles comportementaux peuvent venir perturber cette prise alimentaire. Souvent associés à des désordres psychologiques qui se manifestent sous forme de tics (« tic de l'ours », « tic à l'appui », aérophagie, « tic de l'encensoir »...), les troubles du comportement alimentaire sont multiples et peu spécifiques : anorexie, boulimie, pica (propension à ingérer des substances non alibiles telles que le bois, la terre, les cailloux ou le crottin) (MARTIN-ROSSET, 1990).

Les causes de ces troubles peuvent être liées à l'ennui ou directement à une erreur de rationnement.

Un manque de fourrage ou un excès de céréales réduit la durée d'ingestion, ce qui conditionne le temps d'occupation de l'animal. Une déficience en phosphore favorise le pica alors qu'une carence en sel pousserait l'animal à ingérer l'urine ou le salpêtre mural.

Pour prévenir ces troubles, il est alors important d'une part d'équilibrer au mieux la ration du cheval, et de lui assurer d'autre part un maximum de distractions pour limiter les périodes d'ennui (MARTIN-ROSSET, 1990).

3-2 La digestion chez le cheval

Le cheval se distingue des ruminants d'un point de vue anatomique par un estomac réduit et un gros intestin extrêmement développé. En ce qui concerne sa physiologie digestive, le cheval a pour caractéristiques dominantes une mastication très efficace, un transit gastrique très rapide, une digestion enzymatique brève mais intense dans l'intestin grêle, prolongée dans les grands réservoirs du gros intestin.

La durée moyenne du transit digestif est de 36h pour des fourrages longs, mais seulement de 26 à 30h pour des aliments broyés. L'estomac laisse passer 2/3 de la ration en 1h pour ne stocker que le dernier tiers pendant 5 à 6h. Les 22 mètres d'intestin grêle sont quant à eux franchis en 1 à 2 heures. Le séjour dans le gros intestin dure près de 30 à 34h dont 5h environ dans le caecum (MARTIN-ROSSET, 1990).

3-2-1 Digestion gastrique

L'estomac du cheval a une contenance maximale de 15 à 18 litres. Cependant, il ne se remplit généralement qu'aux deux tiers. La contenance réelle n'est alors que de 10 à 12 litres. La masse déglutie chaque jour (salive comprise) étant voisine de 50 à 70 litres, l'estomac doit donc se vidanger 6 à 8 fois par jour.

En conséquence, la digestion gastrique n'a donc d'effets sensibles que sur les 10 derniers litres. Il est alors intéressant de prolonger au maximum la digestion gastrique des aliments dont l'assimilation doit se dérouler dans l'intestin grêle : les concentrés. Le cheval étant incapable d'éructer ou de vomir, en raison de la fermeture automatique du cardia lors de la dilatation gastrique, il est nécessaire de respecter un ordre dans la distribution des différents aliments pour éviter tous risques d'indigestion ou de coliques.

Idéalement, l'eau devrait être consommée en premier, afin d'éviter le gonflement des aliments, puis viennent les fourrages et enfin les concentrés qui bénéficieront ainsi d'un temps de séjour important dans l'estomac (MARTIN-ROSSET, 1990).

3-2-2 Digestion dans l'intestin grêle

Grâce à de puissantes sécrétions enzymatiques, l'intestin grêle est le site majeur de la digestion et de la résorption.

Chaque jour, il se déverse dans l'intestin grêle : 40L de salive, 10 à 30L de suc gastrique, près de 5L de bile, 7L de sécrétion pancréatique et 5 à 7L de sucs intestinaux. L'intestin grêle se révèle efficace dans la digestion des protéines, de l'extractif azoté, des matières grasses, des minéraux et des vitamines.

Les protéines sont digérées pour 2/3 d'entre elles dans l'intestin grêle. Chez le cheval, le premier acide aminé limitant est la lysine. Il peut être apporté par le tourteau de soja ou la farine de luzerne par exemple (WOLTER, 1986). Il est intéressant de noter que l'azote non protéique (urée) est mal valorisé par les équidés.

L'extractif non azoté (glucides hydrolysables par voie enzymatique : amidon, sucres simples...) qui parvient jusqu'à l'intestin grêle permet l'absorption du glucose, fournissant ainsi l'énergie nécessaire à l'organisme avec un rendement important.

En ce qui concerne les matières grasses, elles sont très bien tolérées par le cheval (contrairement aux ruminants). Les huiles végétales sont donc très bien assimilées et constituent une importante source d'énergie (WOLTER, 1999).

La majorité des minéraux est absorbée dans l'intestin grêle, mis à part le sodium, le potassium et les ions chlorures. Les vitamines liposolubles (A,D,E,K) et hydrosolubles (B et C) sont elles aussi bien absorbées à ce niveau (WOLTER, 1999).

3-2-3 Digestion dans le gros intestin

L'**activité microbienne** intense qui siège dans le caecum et le colon replié (de 5 à 7 x 10⁹ germes par g de contenu digestif) est très ressemblante à celle que l'on retrouve dans les pré-estomacs des ruminants. Cette activité dépend en fait essentiellement de la richesse du régime alimentaire en glucides membranaires et en protéines difficilement hydrolysables.

La récupération des **acides gras volatils** (AGV), tels que l'acide acétique, l'acide propionique ou encore l'acide butyrique, issus de la dégradation des glucides fermentescibles, constitue un atout important pour l'hôte puisque ceux-ci participent au métabolisme énergétique. Les AGV provenant des fermentations caeco-coliques couvriraient en moyenne 25 à 30% des besoins énergétiques (WOLTER, 1999).

Cette production pourrait varier de 500 à 1000g par cheval et par jour ; variabilité qui est fonction de la quantité et de l'équilibre du substrat : un jeûne abaisse la production, l'addition de compléments aux fourrages permet de stimuler la flore intestinale (MARTIN-ROSSET, 1990).

Il est à noter que l'insuffisance d'azote dans le gros intestin pourrait être le premier facteur limitant de la cellulolyse (WOLTER, 1999).

La grossièreté des fourrages ainsi que leur degré de lignification sont des facteurs limitant la **digestibilité de la cellulose**. Le lest de la ration ne doit donc pas être trop important (surtout chez les jeunes et les adultes qui fournissent un travail intense) tout en restant suffisant pour remplir les réservoirs digestifs (important pour stimuler la motricité digestive). En pratique, on considère que le taux de cellulose brute de la ration doit toujours se situer au minimum vers 15 à 18% (WOLTER, 1999).

Si l'intestin grêle est le site majeur de la digestion azotée, 30% de l'azote digestible de la ration parviennent néanmoins jusqu'au gros intestin. Ils sont essentiels à la croissance et la multiplication de la microflore. Cependant, l'absorption des acides aminés étant infime à ce niveau du tube digestif, on ne peut pas compter sur une éventuelle autosupplémentation azotée d'origine microbienne. Le cheval est donc **carenable en acides aminés indispensables**. Il est primordial de veiller à la qualité des protéines alimentaires. La lysine est le premier facteur limitant et conditionne la croissance des poulains. On la retrouve en quantité importante dans la poudre de lait, le tourteau de soja et la farine de luzerne (MARTIN-ROSSET, 1990) (WOLTER, 1999).

La microflore du gros intestin assure une synthèse abondante de l'ensemble des **vitamines du complexe B** (vitamines B1, B6 et B12) cependant une supplémentation par mesure de sécurité peut parfois se justifier, en particulier pour les chevaux de haut niveau.

3-2-4 Appréciation pratique de la bonne digestion

La présentation des crottins est le reflet de la digestion dans le gros intestin, elle-même dépendante de la digestion dans l'intestin grêle. En pratique courante il est donc important de bien apprécier la qualité fécale en considérant son volume, sa consistance, sa couleur et son odeur.

Les crottins normaux sont assez peu abondants, bien moulés, de couleur dorée à froment, et d'odeur modérée (WOLTER, 1999).

Il faut veiller à l'absence de brins longs ou de grains non digérés témoignant de la mauvaise efficacité de la mastication (à défaut, vérifier la dentition et prévoir l'aplatissage ou le broyage des céréales). Le pH reste compris entre 6 et 7. L'humidité fécale est de l'ordre de 60 à 70% (mesurée en laboratoire); elle est indépendante de l'hydratation alimentaire mais est augmentée par un excès alimentaire de potassium, de sel (NaCl), par un abus de glucides ou de protides enzymorésistants (MARTIN-ROSSET, 1990) (WOLTER, 1999).

Une suralimentation céréalière se traduira par des crottins abondants, trop humides, plus ou moins bouseux, de couleur claire et d'odeur aigrelette. Des crottins abondants, trop humides, de couleur très foncée (vert bouteille) et d'odeur putride sont caractéristiques d'une alimentation hyperazotée, par excès de foin de légumineuses ou de tourteau de soja par exemple (WOLTER, 1999).

3-3 Evaluation des besoins nutritionnels du cheval de sport

Les besoins nutritionnels d'un animal correspondent aux besoins liés à l'entretien (nécessaire pour vivre au repos) et aux besoins de production susceptibles de s'y ajouter (animal au travail, en croissance, en gestation, en lactation...).

3-3-1 Besoins en eau

L'eau constituant **68 à 72% du poids vif** de l'animal, une source d'eau claire et propre disponible en permanence est donc indispensable aux chevaux.

Les exigences en eau de boisson, en complément de l'eau présente dans les aliments, peuvent varier de **20 à 75 L/cheval/jour**, en fonction de la taille de l'animal, du climat, de l'intensité du travail ou encore de la nature de la ration. L'augmentation des besoins hydriques pour les chevaux au travail est plus importante que l'augmentation des besoins énergétiques et azotés (MARTIN-ROSSET, 1990).

En considérant qu'un cheval de sport est soumis à une alimentation mixte fourrage/concentrés (au minimum 15% d'aliment concentré), ses besoins en eau en fonction de l'intensité de l'effort sont détaillés dans le tableau VIII.

Tableau VIII: Consommation d'eau de boisson par le cheval de sport à une température ambiante de 15°C (MARTIN-ROSSET, 1990).

Etat physiologique	Kg d'eau/Kg de MS ingérée	Kg d'eau /100 Kg de PV/ jour
Travail léger	3 – 4	6 – 7
Travail moyen	4	8 – 9
Travail intense	4,5 – 5	9,5 – 10,5

Par ailleurs, la sueur du cheval étant hypoionique, elle entraîne un état de déshydratation hypoionique qui suscite peu la soif. Il faut alors surveiller l'abreuvement de l'animal, quitte à lui apporter une solution électrolytique réhydratante enrichie en sodium, potassium, glucose...

3-3-2 Besoins en matière sèche

Le niveau de consommation volontaire (« appétit »), s'exprime en kg de MS/ 100 kg de PV et dépend fortement des besoins énergétiques du cheval, de la digestibilité et de l'appétence des aliments proposés.

Cette consommation volontaire est adaptable en fonction des besoins énergétiques mais demeure limitée par la capacité d'ingestion de l'animal. De façon générale, elle est en moyenne de 2 kg MS/ 100 kg de PV et peut aller jusqu'à 3 kg MS/100kg de PV (WOLTER, 1999).

3-3-3 Besoins énergétiques

L'énergie nette contenue dans les aliments est la seule forme biologiquement efficace, elle dérive de l'énergie brute alimentaire à laquelle on soustrait les pertes fécales, urinaires et caloriques.

En France, les besoins énergétiques du cheval sont exprimés en unité fourragère cheval (UFC) qui correspond à **2250 kilocalories d'énergie nette** chez le cheval à l'entretien (valeur énergétique nette d'un kilo d'orge standard à 870 g MS/ kg).

Les *besoins énergétiques d'entretien* comprennent :

- le **métabolisme de base** qui correspond à l'activité cellulaire de fond, au maintien des grandes fonctions (circulation, respiration...). Il varie en fonction du format de l'animal, de son tempérament (calme, nerveux...), des stress environnants...
- la **thermorégulation** liée au vent, à la pluie, à la température extérieure qui est minimale dans une « zone de confort thermique » où le cheval n'a à lutter ni contre la chaleur ni contre le froid.
- les **dépenses physiques minimales** : station debout, déplacements spontanés...
- les **frais liés à l'exploitation des aliments** : mastication, digestion, transit, sécrétions....

En moyenne, ces besoins d'entretien sont estimés à **0,85 UFC/ 100 kg de PV**.

A ces besoins minimaux viennent s'ajouter des besoins liés à la race, aux besoins de production qui sont eux-mêmes liés aux élaborations de tissus et de produits nouveaux ou au travail musculaire. Les recommandations énergétiques globales sont répertoriées dans la figure 5, d'après le NRC et selon l'INRA.

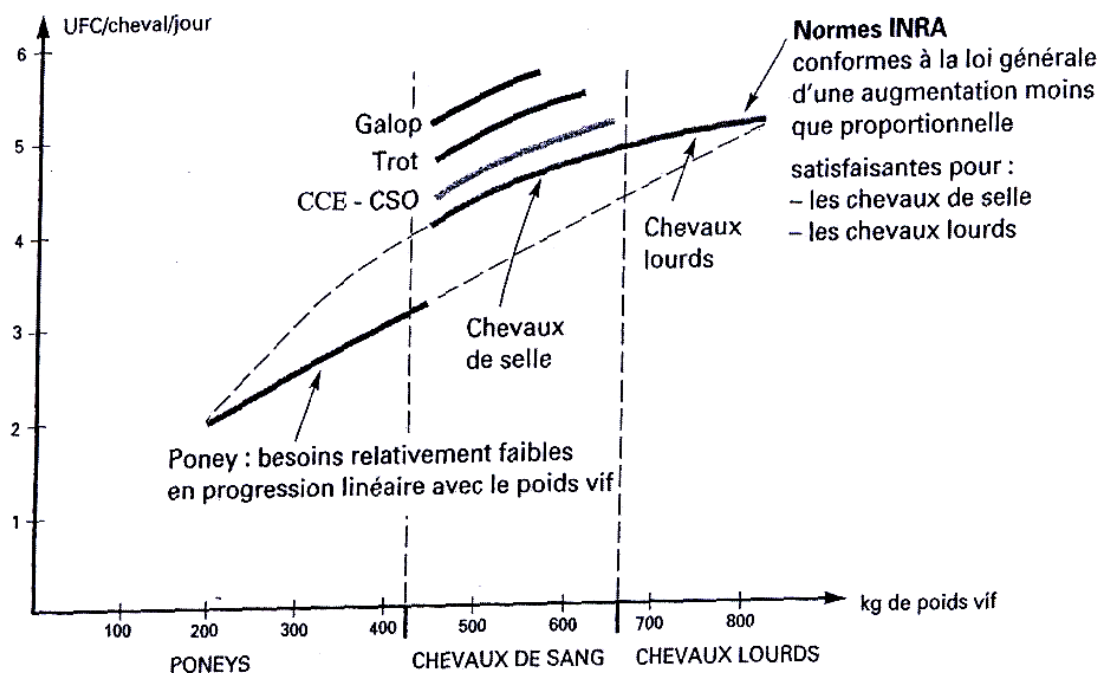


Figure 5 : Besoins énergétiques d'entretien en fonction du poids vif et du tempérament racial. (WOLTER, 1987)

Ces fluctuations des besoins énergétiques sont difficiles à quantifier et à prendre en compte dans les calculs de ration. Les chiffres ne fournissent que des valeurs moyennes et théoriques qu'il convient d'adapter en fonction des individus.

3-3-4 Besoins en fibres

Un apport minimum de fibres dans la ration est nécessaire pour assurer une source de lest et un bon équilibre mental à l'animal. Les fibres alimentaires regroupent l'ensemble des composés glucidiques indigestibles par voie enzymatique. Elles sont essentiellement représentées par les glucides membranaires des végétaux : substances pectiques, hémicelluloses, cellulose vraie et lignine.

Pour préserver l'équilibre psychologique et neurovégétatif du cheval, il importerait de maintenir dans sa ration journalière un minimum de 5kg de fourrage sec de manière à assurer un temps de mastication suffisamment long pour prévenir l'ennui et la lassitude (WOLTER, 1999).

3-3-5 Besoins azotés

Les besoins azotés des chevaux, ainsi que la valeur azotée des aliments, est exprimée en « matières azotées digestibles chez le cheval » (**MADc**) (WOLTER, 1999).

L'INRA recommande un apport d'environ **70g MADc/ UFC/j** pour couvrir les besoins azotés d'entretien, 130g MADc/ UFC/ j pour un poulain en présevrage et de 110 – 120g MADc/ UFC/j pour un yearling.

Au travail, l'entretien de la musculature nécessite uniquement le remplacement des protéines dégradées. Les besoins azotés du cheval de sport sont ainsi très voisins de ceux d'un cheval à l'entretien. Il est néanmoins conseillé d'accroître de 10% les apports en début d'entraînement chez le cheval adulte et de 20% à la mise à l'entraînement des jeunes chevaux (MARTIN-ROSSET, 1990).

3-3-6 Besoins en minéraux, oligoéléments et vitamines.

Le **calcium** (Ca) représente environ 35% de la structure osseuse et intervient dans de nombreuses fonctions métaboliques dont la contraction musculaire. Les apports en calcium préconisés s'élèvent ainsi à l'entretien à **40 mg/kg PV**.

Le **phosphore** (P) participe également à la structure osseuse (14 à 17%) ainsi qu'à de nombreuses réactions énergétiques associées à ADP-ATP ou à la synthèse des acides nucléiques et des protéines phosphorées. Son absorption est variable en fonction de l'âge et des sources alimentaires. On recommande cependant un apport de **28,6 mg/ kg PV** pour un cheval à l'entretien.

Le rapport phosphocalcique (Ca/P) est essentiel en diététique équine. Un ratio inférieur à 1/1 peut être défavorable à l'absorption de calcium et ce même si les besoins sont couverts. On considère que **le rapport Ca/P doit être compris entre 1,1 et 2** avec un **ratio optimal de 1,5**.

Le **potassium** (K) est le principal cation intracellulaire. Il intervient dans le maintien de l'équilibre acido-basique et de la pression osmotique. L'INRA recommande un apport de 4,0 g de potassium /Kg de MS au repos ou pour un travail léger et de 5,0 g/Kg de MS pour un travail moyen (MARTIN-ROSSET, 1990).

Le **sodium** (Na) est le principal cation extracellulaire. Il est l'électrolyte le plus important dans le maintien de l'équilibre acido-basique et dans la régulation osmotique des fluides corporels. Dans la ration, l'INRA préconise 2,7 g de sodium/Kg de MS au repos ou pour un travail léger et de 3,2 g/Kg de MS pour un travail moyen (MARTIN-ROSSET, 1990).

Il est important de noter qu'une diminution chronique de sodium se traduit par une déshydratation, une tendance au léchage d'objet, une diminution de l'ingestion alimentaire et de l'abreuvement (NATIONAL RESEARCH COUNCIL 1989).

Le **chlorure** (Cl), apporté avec le sodium dans l'alimentation est également un important anion extracellulaire impliqué dans la régulation de l'équilibre acido-basique et osmotique. C'est également un composant important de la bile et de l'acide chlorhydrique indispensable à la digestion gastrique. Les besoins en chlorure n'ont pas été étudiés spécifiquement mais sont considérés comme corrects lorsque ceux en sodium sont couverts par le sel.

En ce qui concerne les **oligoéléments**, le cuivre, le zinc, le fer, le sélénium et le manganèse sont les plus importants et nécessitent un contrôle particulier.

Le **cuivre** (Cu) est un élément essentiel à certaines enzymes impliquées dans la synthèse et l'entretien du tissu conjonctif élastique, la préservation de l'intégrité des

mitochondries, la synthèse de la mélanine et la détoxification des superoxydes (NATIONAL RESEARCH COUNCIL 1989).

Le **zinc** (Zn) est un composant de nombreuses métalloenzymes comme l'anhydrase carbonique, les phosphatases alcalines ou la carbopeptidase. Les aliments communs des chevaux contiennent de 15 à 40 mg de zinc/ Kg alors que les recommandations de l'INRA sont de 50 mg de zinc/Kg de MS pour toutes les classes de chevaux (NATIONAL RESEARCH COUNCIL 1989).

Le **fer** (Fe) se répartit entre l'hémoglobine (60%), la myoglobine (20%), les formes de stockage et de transport (20%) et des enzymes cytochromes ou autres (0,2%). L'INRA suggère un apport de 80 à 100 mg/Kg MS (MARTIN-ROSSET, 1990).

Les signes primaires d'une carence en fer sont une anémie microcytaire et hypochrome. Même de très faibles doses sont particulièrement toxiques pour les poulains. Les besoins sont cependant généralement couverts par l'alimentation.

Le **manganèse** (Mn) est indispensable au métabolisme lipidique et à la synthèse de la chondroïtine sulfate nécessaire à la formation du cartilage. Les besoins précis du cheval n'ont pas été établis mais on considère, à partir des données concernant les autres espèces, que 40mg/Kg MS suffisent à couvrir ses besoins (MARTIN-ROSSET, 1990), (NATIONAL RESEARCH COUNCIL 1989).

Le **sélénium** (Se) est un composant essentiel de la glutathion peroxydase, indispensable à la protection des membranes cellulaires. Les besoins sont estimés à 0,1mg/Kg MS.

Une carence en sélénium est à corrélérer au statut en vitamine E. Elle se traduit par des myopathies impliquant les muscles squelettiques et cardiaques.

Les **vitamines liposolubles** à savoir les vitamines A,D,K et E sont particulièrement importantes, particulièrement chez le cheval de sport.

La **vitamine A** (ou rétinol) participe à la synthèse des protéines (avec le zinc) et commande ainsi la production des enzymes, des hormones, des immunoglobulines, ainsi que le développement de tous les tissus, en particulier le squelette, d'où son action sur la croissance du jeune. Les fourrages verts constituent une excellente source de vitamine A (grâce aux carotènes). L'utilisation de carottes ou de fourrages déshydratés peut palier un déficit en vitamine A.

La **vitamine D** participe principalement à la minéralisation osseuse : elle augmente l'absorption intestinale de calcium et favorise son dépôt osseux (formes D2 et D3). La vitamine D2 est abondante dans les foins séchés au soleil. A défaut d'un ensoleillement

direct de l'animal et en l'absence d'excellent foin, la complémentation en vitamine D est indispensable. La carence en vitamine D est à l'origine du rachitisme chez le jeune mais est rare chez les équidés (WOLTER, 1999).

La **vitamine E** est l'antioxydant biologique majeur. Elle assure la protection de la structure et des propriétés fonctionnelles de toutes les membranes cellulaires et subcellulaires, riches en acides gras polyinsaturés.

La vitamine E contribue ainsi au maintien de l'intégrité musculaire et participe à la prévention de certaines myopathies. Les besoins en vitamine E augmentent avec le taux en acides gras insaturés de la ration. Inversement, ils sont atténués par la présence d'antioxydants et plus encore par la présence de sélénium qui a une très forte action synergique avec la vitamine E (WOLTER, 1999).

La **vitamine K**, quant à elle, participe au processus de la coagulation du sang. Les synthèses digestives sont très abondantes et il n'y a donc pas à craindre de carence. Cependant, les foins moisissus peuvent entraîner une carence aiguë avec de graves hémorragies (WOLTER, 1999).

Les vitamines hydrosolubles sont importantes au bon fonctionnement métabolique. Dans les conditions normales, le cheval adulte ne semble souffrir d'aucune carence puisque sa ration lui en fournit suffisamment. Cependant les vitamines que sont les vitamines B1 (thiamine), B2 (riboflavine), B6 (pyridoxine), Bc (acides foliques), la choline et H (biotine) nécessitent une attention particulière chez le cheval de sport. La vitamine B1 facilite la combustion complète des glucides et tendrait à atténuer l'hyperlactacidémie.

La **vitamine B2** active le mécanisme de l'acide lactique et contribue à l'oxydation cellulaire des glucides et des lipides.

Les **vitamines B6, Bc et B12** ont un rôle antianémique. Il est bon de noter que les surdosages n'ont pas ici d'effet dopant.

La **choline** contribue à la transmission de l'influx nerveux, tout en participant au métabolisme des graisses.

La **vitamine H** améliore la vitesse de croissance et la dureté de la corne des sabots, à la dose de 10 à 30 mg/j pendant une période de 6 à 10 mois (WOLTER, 1999).

3-4 L'alimentation du cheval de Concours Complet en France : résultats d'une enquête épidémiologique

Les données relatives à l'alimentation du cheval de concours complet reposent jusqu'à présent sur les valeurs relatives au cheval de sport en général et sur l'expérience empirique des professionnels de la discipline. En 2006, Emilie LE COZ BUNEL a réalisé une enquête épidémiologique auprès de cavaliers de Concours Complet d'Équitation en France. Un questionnaire leur a été adressé dans le but de recueillir un maximum d'informations (LE COZ BUNEL, 2006).

3-4-1 Présentation de l'enquête

Les cavaliers interrogés étaient tous des professionnels participant au minimum à des compétitions de catégorie Pro 2. L'étude concernait alors 67 chevaux répartis en 14 écuries. 40 % des chevaux étaient âgés de 4 à 6 ans, les 60% restants étaient âgés de 7 ans et plus.

Le questionnaire était composé de trois parties distinctes : la première portait sur les caractéristiques physiques et sportives des chevaux (race, sexe, âge, taille, poids...), la seconde concernait la description qualitative des rations (type de fourrage utilisé, concentrés utilisés...), la dernière était consacrée à la description quantitative des rations (quantités de fourrages, de céréales et de compléments distribuées...).

3-4-2 Résultats et discussion

Il ressort de cette étude que toutes catégories de chevaux et écuries confondues, les apports sont globalement suffisants, sauf pour les oligoéléments (cuivre et zinc). Le niveau protéique des rations apparaît comme très élevé, voire même excessif pour quasiment tous les chevaux. (LE COZ BUNEL, 2006).

Afin de comparer les résultats avec les recommandations de l'INRA pour une heure de travail, le coût théorique d'une heure de travail a été calculé pour les chevaux de l'étude.

$$\text{Coût théorique d'1h de travail (UFC)} = \frac{(\text{UFC} - \text{UFCe}) \times 7}{\text{Nb h de travail / semaine}}$$

L'analyse quantitative des rations et les analyses statistiques ont révélé une absence d'influence de la saison sur la conduite de l'alimentation. Des modifications ponctuelles, comme par exemple en préparation d'un CCI, sont observées dans la plupart des écuries interrogées.

L'effet écurie est très important, probablement à cause du mode de collecte de données, mais également car chaque cavalier possède une conduite d'alimentation très personnelle. Aucune corrélation entre les caractéristiques des chevaux, le niveau ou l'intensité du travail et les paramètres nutritionnels n'a pu être mise en évidence, même en supprimant l'effet écurie (LE COZ BUNEL, 2006).

3-4-3 Conclusion

Selon l'étude de LE COZ (LE COZ BUNEL, 2006), les rations distribuées sont, dans leur grande majorité, constituées d'aliments traditionnels (foin, céréales...) et de composés industriels. Plus de 50% des chevaux suivis reçoivent des aliments du commerce, qui sont les seuls à être supplémentés en minéraux et vitamines.

Les rations sont en moyenne constituées de 12,5 Kg de matière brute ingérée pour un cheval de poids moyen égal à 550 Kg. Un des points importants à souligner est le rapport protéines/énergie, très élevé par rapport aux besoins théoriques (97 g MADc/UFC contre 65-70 g MADc/UFC en théorie). La source de cette anomalie semblerait être, *a priori*, les aliments industriels destinés au cheval de sport puisque les chevaux recevant une alimentation traditionnelle présentent un excès de protéines nettement moins important. Les besoins énergétiques pour le travail pourraient ainsi s'avérer plus importants que les recommandations de l'INRA (LE COZ BUNEL, 2006).

Ainsi, l'alimentation des chevaux de concours complet demeure encore très empirique. Aucune table d'apports recommandés spécifique à la discipline n'a encore été élaborée. Un important travail reste donc à faire dans ce domaine qui pourtant semble être une des clés de la réussite à haut niveau (LEAHY, 2010).

4 LES EFFETS DE L'ENTRAÎNEMENT

Jusqu'aux années 1970 – 1980, les programmes d'entraînement des chevaux de course étaient basés sur « l'art » de l'entraîneur qui associait une grande connaissance générale des chevaux, un apprentissage auprès d'un autre entraîneur et la capacité d'attirer dans ses écuries des chevaux de qualité. Depuis, des recherches concernant la biochimie et la

physiologie du cheval de sport, ont permis de remettre en question ces techniques d'entraînement et de montrer que celles-ci ont un effet plus ou moins important sur les différents appareils de l'organisme (ROSE, 1995).

4-1 Sur l'appareil cardiovasculaire

Le cheval n'est pas capable d'augmenter sa capacité pulmonaire, même grâce à l'entraînement ; il compense alors ce manque en optimisant la quantité d'oxygène disponible pour les poumons. Pour se faire, le cœur doit s'adapter en augmentant son volume. Une plus grande quantité de sang est alors envoyée à chaque battement et, de ce fait, le volume d'oxygène est lui aussi plus important. Cette adaptation à l'entraînement se traduit alors par un épaissement du myocarde, lié à l'augmentation de sa vascularisation ou à une augmentation du volume cavitaire ventriculaire.

Par ailleurs, il a été montré que pour une vitesse donnée (intensité d'exercice donnée), la FC diminue avec l'entraînement (ROSE, 2000) (figure 6).

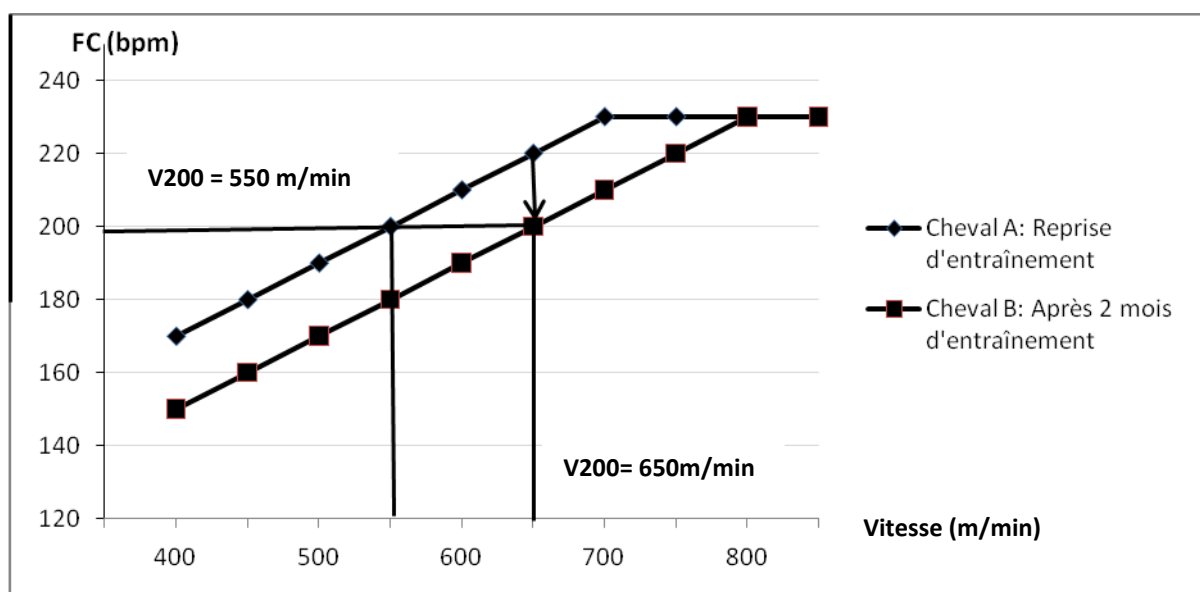


Figure 6 : Evolution de la FC au cours de l'entraînement : diminution de la vitesse à une FC donnée. (ROSE, 2000)

Enfin, on observe une diminution plus rapide de la FC après l'effort chez un cheval entraîné que chez un cheval qui ne l'est pas.

4-2 Sur la consommation en oxygène

La consommation en oxygène augmente avec la vitesse. La consommation maximale en oxygène (VO_2 max) correspond au point pour lequel cette consommation ne montre plus d'augmentation malgré une augmentation de la vitesse.

Au cours des 4 à 6 premières semaines d'entraînement, des augmentations de 30% de la VO_2 max ont été observées (ROSE, 1995). Toutefois, il est important de noter que l'arrêt de l'entraînement entraîne une baisse rapide de cette VO_2 max (dans les 6 semaines qui suivent l'arrêt) (ROSE, 2000).

Au-delà de ces premières semaines d'entraînement il est possible d'améliorer encore la VO_2 max en augmentant l'intensité de l'entraînement (ROSE, 2000).

4-3 Sur le système respiratoire

Comme nous l'avons vu précédemment, la ventilation pulmonaire n'est quasiment pas modifiée par l'entraînement du fait de l'incapacité du système respiratoire à augmenter sa surface d'échanges. De ce fait, la fonction respiratoire représente le facteur limitant la physiologie de l'effort.

Cependant, une amélioration de l'affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène est favorisée par une baisse du coût de la ventilation, une baisse de la consommation d'oxygène (intéressante pour les muscles locomoteurs au travail) ou une fatigue retardée des muscles respiratoires. Ceci entraîne alors une amélioration des échanges gazeux favorisant le transport, la consommation et l'utilisation de l'oxygène (COUROUCE et GEFFROY 2000).

4-4 Sur les paramètres sanguins

La mesure de l'hématocrite, de la concentration en hémoglobine et du taux de globules rouges et blancs est fréquemment utilisée en médecine sportive pour détecter un sous ou un sur-entraînement. En effet, une augmentation de la concentration en globules rouges, hémoglobine et hématocrite accompagne généralement l'entraînement.

Par ailleurs, la variation de l'ionogramme est un phénomène normal pour un cheval à l'effort. L'entraînement permet alors de réduire l'amplitude de ces variations et un retour plus rapide aux valeurs de repos.

Le fer étant à la base des mécanismes biochimiques qui assurent la fonction respiratoire représente un enjeu important (GOUPIL, 1990). Il a été à ce sujet constaté une augmentation du fer sérique chez les sujets à l'entraînement. Un schéma étiopathogénique peut alors être aisément dressé : un effort intense entraîne un stress adrénérgique lui-même à l'origine d'une splénocontraction qui donne lieu à « l'anémie du sportif » (GOUPIL, 1990).

En ce qui concerne les enzymes, la créatine kinase (CK) augmente toujours au cours de l'effort pour atteindre son niveau maximal quelques heures après la fin de l'épreuve. ROSE nous rappelle par ailleurs qu'il ne faut pas tirer de conclusions trop hâtives concernant une valeur de CK élevée et isolée sans avoir mené un examen clinique approfondi (ROSE, Les contre-performances du cheval de course, 1995)

L'aspartate aminotransférase (ASAT), quant à elle, bien que peu spécifique puisque présente dans les muscles, le foie et le myocarde, présente une activité augmentée lors de pathologies musculaires.

La lactate déshydrogénase (LDH) catalyse la transformation de l'acide pyruvique en acide lactique. Bien que peu spécifique (elle est essentiellement présente dans les muscles mais aussi dans le foie), certains auteurs observent une augmentation de l'activité sérique de la LDH proportionnelle à l'intensité de l'exercice. Cette augmentation est plus importante pour les chevaux non entraînés que pour les chevaux entraînés (GOUPIL, 1990).

Enfin le dosage de l'acide lactique est un bon indicateur de l'état de forme du cheval. Nous détaillerons ce paramètre plus loin.

4-5 Sur les muscles

L'entraînement permet une augmentation de la masse musculaire par épaissement fibrillaire sans que toutefois le nombre de fibres n'augmente. Une modification de la typologie musculaire peut aussi être observée consécutivement à l'entraînement (THIRIEZ, 2002).

Ainsi, les exercices de force et de vitesse induisent une augmentation des capacités glycolytiques, un développement du système anaérobie alactique et une hypertrophie des fibres musculaires tandis qu'un effort de type endurance va plutôt permettre d'accroître le potentiel oxydatif de toutes les fibres par augmentation du stockage de la myoglobine, de la concentration en enzymes oxydatives, en enzymes du cycle de Krebs, en enzymes de la chaîne respiratoire et par accroissement du volume mitochondrial. Lors d'efforts

d'endurance on observe également une transformation partielle des fibres rapides en fibres lentes (l'inverse n'est pas vrai pour des efforts de vitesse) (THIRIEZ, 2002).

4-6 Sur la thermorégulation

L'entraînement permet de déclencher précocement la transpiration ce qui fait augmenter progressivement la température corporelle, retardant ainsi l'hyperthermie critique. Cette adaptation permet alors de prolonger la durée de la performance. Il serait donc profitable d'inclure des temps d'adaptation à la chaleur dans l'entraînement des chevaux (HÖRNICKE, MEIXNER et POLMANN 1983).

4-7 Effets du surentraînement

Le surentraînement est un facteur important de contre-performance chez le cheval. C'est une notion difficile à définir tant elle englobe de symptômes divers et variés. Les principaux signes cliniques sont : fatigue, perte de poids, baisse de performance (McGOWAN *et al*, 2002), inappétence, nervosité, tachycardie, douleurs musculaires et sudation augmentée. La mesure de ce surentraînement demeure difficile et essentiellement basée sur l'observation de l'animal, de son comportement et de sa réponse à l'exercice. Les tentatives mises en œuvre pour déterminer un facteur biochimique ou hématologique capable de mettre en évidence ce surentraînement demeurent à ce jour infructueuses (TYLER-McGOWAN *et al*, 1999) (GOLLAND *et al*, 2003)

5 LES PARAMETRES UTILISES LORS DU SUIVI DU CHEVAL A L'EFFORT

5-1 Appréciation de l'état général de santé

Pour appréhender les différentes affections dans le cadre d'un suivi médico-sportif, il peut être intéressant de recourir au dosage de paramètres biochimiques et hématologiques. Il est alors essentiel de connaître les normes pour détecter les anomalies.

Tableau IX : Intervalles de référence en hématologie et biochimie sanguine chez le cheval.

Hématologie	Unité	Race à sang chaud
Hématocrite	%	32 à 53
Erythrocytes	$10^{12}/l$	6,8 à 12,9
Hémoglobine	g / dl	11 à 19
Leucocytes	$10^9 / l$	5,4 à 14,3
Neutrophiles segmentés	$10^9 / l$	2,3 à 8,6
Neutrophiles non segmentés	$10^9 / l$	0 à 0,1
Lymphocytes	$10^9 / l$	1,5 à 7,7
Monocytes	$10^9 / l$	0 à 1
Eosinophiles	$10^9 / l$	0 à 1
Basophiles	$10^9 / l$	0 à 0,3
Thrombocytes	$10^9 / l$	100 à 350
Biochimie		
Albumine	g / l	23 à 39
ASAT	UI / l	138 à 409
Bicarbonates	mmol/l	20 à 28
Bilirubine totale	$\mu\text{mol} / l$	0 à 34,2
Bilirubine indirecte	$\mu\text{mol} / l$	3,4 à 34,2
Bilirubine directe	$\mu\text{mol} / l$	0 à 6,8
Calcium	mmol / l	2,8 à 3,4
Chlore	mmol / l	99 à 109
CK	UI / l	119 à 287
Créatinine	$\mu\text{mol} / l$	106,1 à 167,4
Fibrinogène	g / l	1 à 4
Globulines	g / l	34 à 40
Glucose	mmol / l	4,1 à 6,3
LDH	UI / l	162 à 412
Magnésium	mEq / l	1,8 à 2,3
Phosphore	mmol / l	1 à 1,8
Potassium	mmol / l	2,4 à 4,7
Protéines totales	g / l	57 à 79
SDH	UI / l	0 à 8
Sodium	mmol / l	132 à 146
Urée	mmol / l	3,6 à 8,6

(DESJARDINS & CADORE, 2006)

Après un travail, le contrôle des enzymes musculaires se fera comme suit :

- Prélèvement pour un dosage de CPK : 3 à 4 heures après le travail sur tube Lithium-Héparine.
- Prélèvement pour un dosage de CPK et ASAT (SGOT) : 24 heures après le travail, sur tube sec voire hépariné (DESBROSSE, 1990).

5-2 La fréquence cardiaque (FC)

La fonction cardiaque du cheval présente une caractéristique importante : de 30 à 40 battements par minute au repos, la fréquence cardiaque peut atteindre 220 à 240 battements par minute lors d'un effort supramaximal (AUVINET & DEMONCEAU, 1991).

Expérimentalement, il a été montré que la fréquence cardiaque varie linéairement en fonction de l'intensité de l'effort. WILSON et coll. ont établi en 1983 la relation suivante :

$$FC = m \times V + n$$

où FC = fréquence cardiaque (en battements/min),

V = vitesse (en m/min)

m et n = constantes.

Par ailleurs, la connaissance de la fréquence cardiaque post-effort présente un intérêt pour caractériser le niveau de récupération du cheval. Ainsi, chez des chevaux bien entraînés, la fréquence cardiaque diminue de moitié entre 3 et 4 minutes 30 après l'arrêt de l'effort, par rapport à celle enregistrée à la fin de l'exercice (VALETTE & BEDU, 1990).

Les normes de fréquence cardiaque post-effort après un travail de type énergétique sont les suivantes (COUROUCE, 1993) :

- FC (à 5 min) = 80 à 100 battements / min
- FC (à 10 min) = 60 à 80 battements / min
- FC (à 15 min) = 40 à 60 battements / min
- FC (à 30 min) = FC repos à 40 battements / min
- FC (à 60 min) = FC repos

5-3 La lactatémie

5-3-1 Définition

La lactatémie est la mesure de la concentration sanguine en acide lactique. Cet acide lactique présent dans le sang provient des muscles. La mesure de la lactatémie peut donc témoigner de ce qui se passe réellement dans le muscle. Dans certaines conditions, elle représente un témoin précieux du métabolisme énergétique (LE DRAOULEC, 1992).

5-3-2 Relation lactate musculaire / lactate sanguin

Les échanges de lactate entre la cellule musculaire et le sang mettent en jeu des mécanismes complexes. Le fait d'avoir un pic d'acide lactique sanguin différé après la fin de l'effort montre que le lactate ne diffuse pas librement du muscle (DOOD, POWERS, CALLENDER, & BROOKS, 1984).

Cette relation entre lactate musculaire et lactate sanguin semble linéaire pour des concentrations inférieures de 4 mmol de lactate par kg de muscle frais après quoi la quantité de flux devient constante. Le passage du lactate du muscle vers le sang nécessiterait donc un transporteur (LE DRAOULEC, 1992). Ce transporteur deviendrait donc actif lorsque les cellules musculaires atteignent un seuil de saturation en acide lactique, déversant ainsi dans le sang une quantité constante de lactate par unité de temps et ce même lorsque le lactate musculaire continue d'augmenter (JORDFELD, JUHLIN-DANNFELT, & KARLSSON, 1978).

Malgré la complexité de ces mécanismes, plusieurs équipes ont réussi à établir une équation liant la concentration en acide lactique sanguin immédiatement à la fin de l'exercice et la concentration au moment du pic. Même si la linéarité n'est pas réellement parfaite, on peut estimer que la concentration en acide lactique (surtout lorsqu'elle est maximale) est un bon indicateur de la concentration musculaire en acide lactique à la fin de l'effort (LE DRAOULEC, 1992).

5-3-3 Cinétique de l'acide lactique pendant et après l'effort

a) Pendant l'effort

a.1) Cinétique

Divers auteurs ont montré que l'évolution de la lactatémie en fonction de la vitesse est de type exponentielle.

En 1983, Thornton et al., ont réussi après leur travail sur 5 trotteurs courants par intervalles à vitesse croissante (1 minute à 5 m/s puis 1 minute à 6 m/s et ainsi de suite jusqu'à une vitesse de 9,5 m/s) à établir la relation suivante :

$$La = a \times e^{bv}$$

Où La = lactatémie en mmol/l, v = vitesse en m/min, a et b = constantes

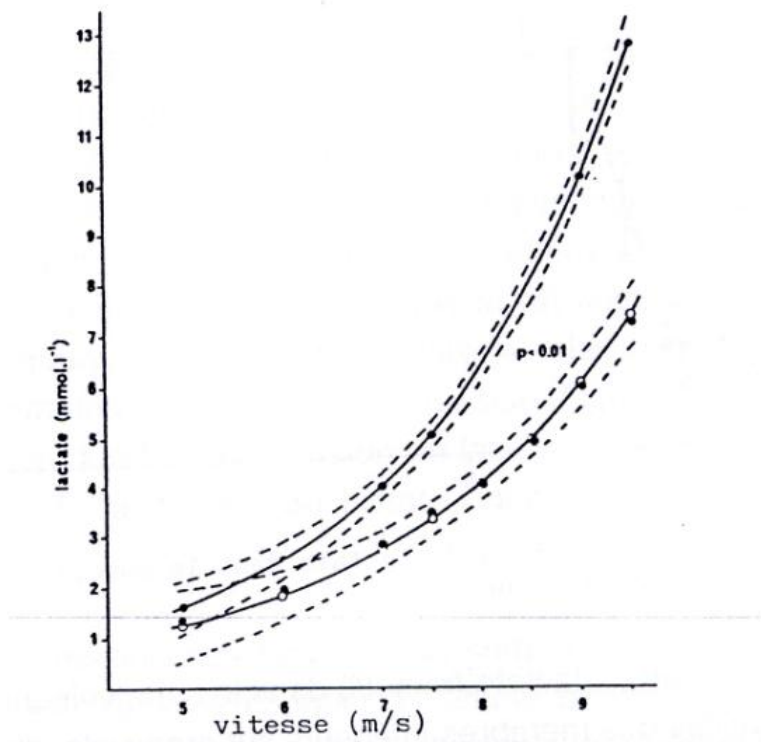


Figure 7 : Evolution de la concentration de lactate dans le sang en fonction de la vitesse chez des chevaux entraînés (○) et chez des chevaux au repos (●). (THORNTON, ESSEN-GUSTAVSSON, LINDHOLM, Mc MIKEN, & PERSSON, 1983)

En 1991, DEMONCEAU confirme cette relation exponentielle en donnant le modèle suivant : (DEMONCEAU, VALETTE, WOLTER, GALLOUX, & AUVINET, 1991)

$$La = e^{(AV + B)} + C$$

Où A = coefficient de curvilinearité spécifique de l'entraînement suivi, B et C = constantes.

Le coefficient A varie donc en fonction de l'entraînement des chevaux, la pente d'accumulation d'acide lactique étant plus faible pour les chevaux entraînés que pour les chevaux non entraînés. (figure 7)

a.2) Notion de seuil anaérobie

Chez l'homme, l'observation de cette cinétique montre une augmentation légère jusqu'à la valeur de 2 mmol/l, suivi d'une augmentation bien plus rapide au-delà (KINDERMANN, SIMON, & KEUL, 1979).

La valeur de 4 mmol/l correspond au seuil au-delà duquel le métabolisme anaérobie est prépondérant.

Ces valeurs de 2 et 4 mmol/l ont été reprises chez le cheval. Cependant, l'utilisation de la valeur seuil de 4 mmol/l est considérée comme limitée pour prédire les efforts de longue durée puisque on ne retrouve pas la stabilité de cette valeur à la vitesse théorique correspondante, que ce soit sur tapis roulant ou sur piste (BOURGELA, BLAIS, & MARCOUX, 1991). Toutefois, ce paramètre peut se révéler intéressant dans l'étude des effets de l'entraînement ou de l'état de forme des chevaux.

a.3) Définition des seuils aérobie et anaérobie.

Au vu des observations précédentes, la cinétique de la lactatémie peut être divisée en trois zones :

- la première zone, lactatémie inférieure à 2 mmol/l, correspond à un métabolisme aérobie.
- la deuxième zone, transitionnelle, lactatémie comprise entre 2 et 4 mmol/l, correspond à un métabolisme mixte : aéro-anaérobie.
- la troisième zone, lactatémie supérieure à 4 mmol/l, correspond à un métabolisme utilisant majoritairement la filière anaérobie (mais pas exclusivement).

Le seuil aérobie est donc défini par une valeur de lactatémie de 2 mmol/l en deçà de laquelle la filière énergétique utilisée est aérobie.

Le seuil anaérobie est quant à lui défini par la valeur seuil de 4 mmol/l au-delà de laquelle la filière énergétique utilisée est majoritairement anaérobie.

b) Après l'effort

b.1) Allure de la cinétique de la lactatémie après l'effort

La cinétique de l'acide lactique après l'effort est observable lorsque celui-ci est d'intensité suffisamment importante pour qu'il y ait accumulation de lactates (effort maximal ou sub-maximal).

La modélisation de cette cinétique donne une courbe en deux parties : (figure8)

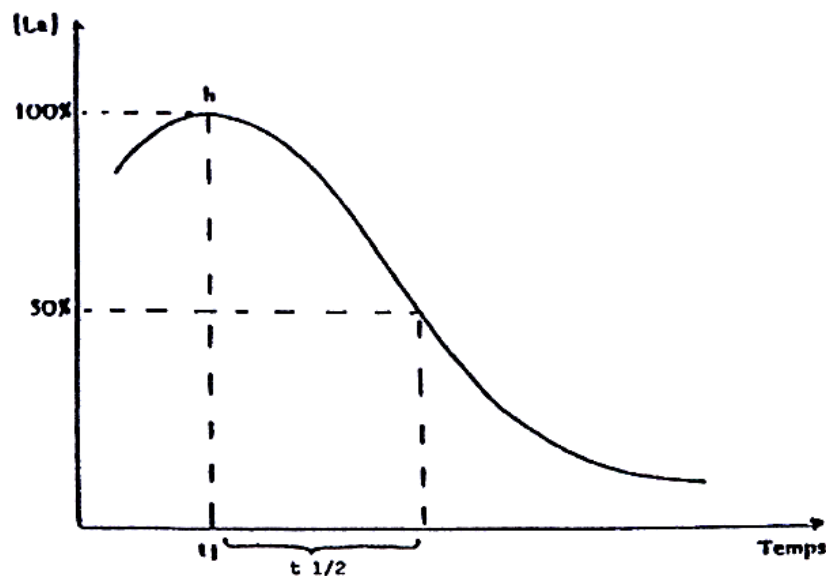


Figure 8 : Cinétique des lactates sanguins après un effort maximal ou supramaximal chez l'homme. (AUVINET & DEMONCEAU, 1991).

La première partie est une ascension de la lactatémie pour atteindre sa valeur maximale, appelée « pic de l'acide lactique sanguin », caractérisé par sa hauteur (h) et son temps d'apparition (t1).

La deuxième partie est une décroissance de type exponentiel ; elle correspond à l'élimination des lactates. Elle est caractérisée par le temps de demi-vie du lactate (t2).

En tenant compte de cette cinétique post-effort il est essentiel de standardiser la méthode de prélèvement sanguin pour le dosage des lactates pour que les données soient

comparables. Dans notre étude, les échantillons ont été systématiquement prélevés dans les 30 secondes après l'arrêt de l'effort (arrivée du cross ou arrêt du galop).

b.2) Variations de cette cinétique

Plusieurs facteurs peuvent influencer cette cinétique. Elle peut varier en fonction du type de récupération, de l'état d'entraînement du cheval, du type d'exercice, de sa durée, de facteurs génétiques....

- Variations en fonction du type de récupération

La récupération après l'effort peut être passive (cheval au repos ou marchant lentement) ou active (au trot ou au petit galop).

La qualité de la récupération se mesure par le temps de demi-vie de l'acide lactique sanguin : plus il est court plus la récupération est efficace (JANNET, 1998). Les modalités de récupération influencent donc la cinétique de la lactatémie.

De nombreuses études ont abouti à la conclusion que la récupération active permet d'éviter ou tout du moins de limiter l'accumulation durable d'acide lactique, par comparaison à la récupération passive (dont (LE DRAOULEC, 1992) (AUVINET, GALLOUX, GOUPIL, & DEMONCEAU, 1991) (MARLIN, HARRIS, HARMAN, & SNOW, 1987), etc...).

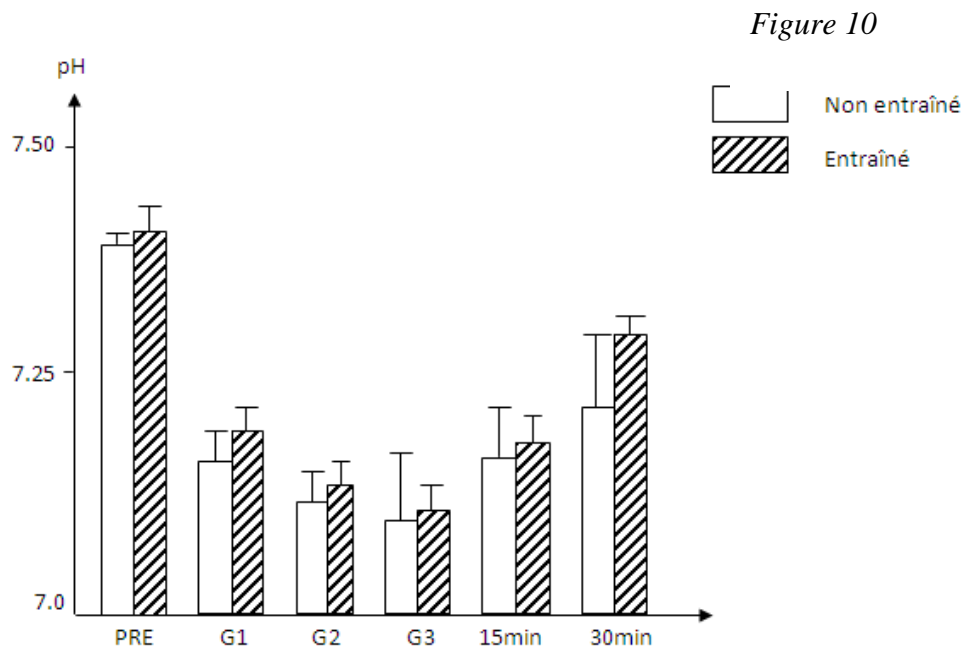
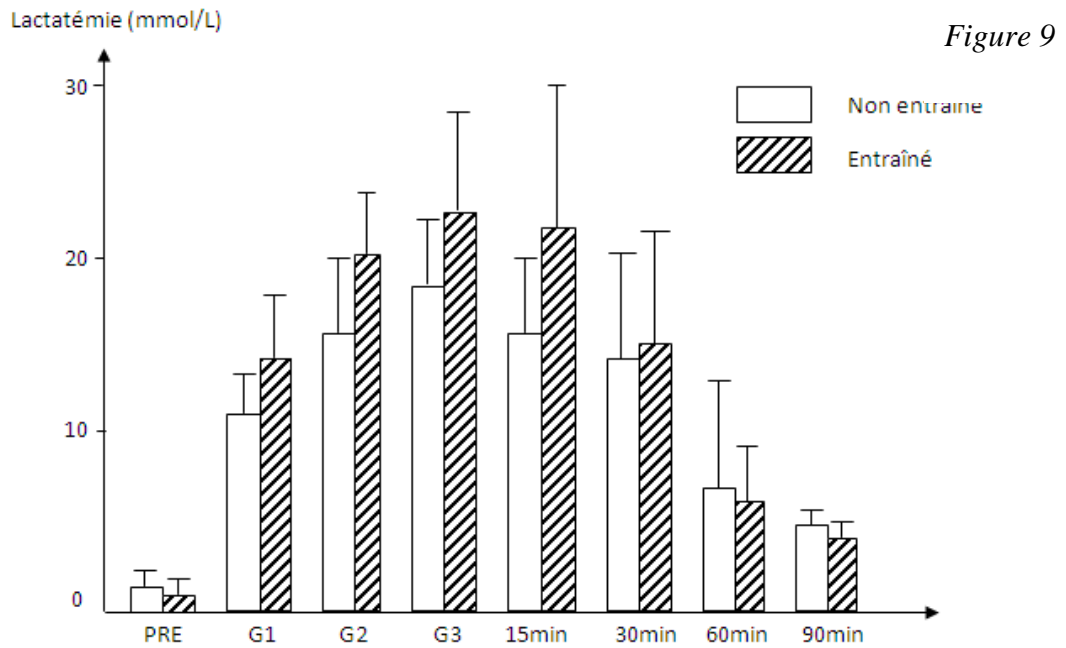
Ainsi, la réalisation d'un effort léger après un effort intense (récupération active), permet une élimination de lactate sanguin et musculaire plus rapide, puisque ce lactate est oxydé et utilisé par le métabolisme aérobie, essentiellement par les muscles squelettiques (JANNET, 1998).

- Variations en fonction de l'état d'entraînement

Les chevaux en bonne condition physique ont tendance à produire moins d'acide lactique en réponse à un exercice donné. Ils éliminent plus rapidement l'acide lactique produit au cours d'un effort, pendant la récupération. Ceci s'explique par le fait que l'utilisation tissulaire de l'acide lactique et l'utilisation de l'oxygène disponible sont meilleures chez ces chevaux après entraînement (BAYLY, GRANT, & PEARSON, 1983).

Les chevaux entraînés sont capables, lors d'un effort maximal, de produire plus de lactates et ainsi d'utiliser plus d'énergie par la voie anaérobie lactique tout en améliorant leur vitesse (BAYLY, GRANT, & PEARSON, 1983).

Cette accumulation d'acide lactique est rendue possible par l'amélioration des systèmes tampon du sang qui permet au cheval entraîné de maintenir un pH sanguin élevé (HODGSON, ROSE, ALLEN, & DIMAUTO, 1985).



Figures 9 et 10 : Effet de l'entraînement sur la lactatémie et le pH chez 6 Pur-sangs avec un exercice-test constitué de trois galops à vitesse maximale sur 600m entrecoupés de cinq minutes de repos. (D'après (SNOW et MACKENZIE, 1977))

- Conclusion

De nombreux facteurs de variation influencent la cinétique de la lactatémie. Ils sont importants à prendre en compte dans l'évaluation de l'état d'entraînement du cheval mais également dans l'analyse de l'effort effectué.

La concentration maximale en acide lactique (ou « pic » de lactatémie) représente une source importante d'informations puisqu'elle n'est que très peu influencée par les diverses modalités de récupération ou le niveau d'entraînement (JACOBS 1982).

5-3-4 Définition et intérêt du « pic » de lactatémie après l'effort

a) Définition

Le « pic » de lactatémie (ou parfois plateau) est le point de rencontre entre les phases ascendante et descendante de la cinétique de la lactatémie. S'il est facile à déterminer pour des efforts maximaux ou submaximaux, il peut être difficile à mettre en évidence lors d'efforts moins intenses.

Nous l'avons vu, cette valeur maximale est très caractéristique de la cinétique puisqu'elle ne varie que très peu en fonction du mode de récupération et de l'entraînement du cheval. C'est un point quasiment fixe de la courbe.

b) Apparition du « pic »

Dans la littérature scientifique, il est très difficile de comparer les valeurs car les différents auteurs ne réalisent pas leurs prélèvements sanguins au même moment post exercice.

Ainsi, selon les auteurs, le moment d'apparition de ce pic est très variable.

Chez le cheval, ce pic apparaîtrait une minute après la fin de l'effort submaximal ou 10 minutes après un exercice maximal selon JUDSON et al. (1987), 5 à 10 minutes après la fin d'un exercice maximal sur 1000m pour des purs-sangs selon BAYLY et al. (1983), 1 minute après un trotting et 5 minutes après un effort difficile selon VALBERG, et al. (1989).

c) Etude bibliographique de la lactatémie maximale du cheval

Des différences importantes sont observées dans la littérature concernant la valeur maximale de la lactatémie. Ces variations d'un auteur à l'autre s'expliquent par des divergences dans les modalités de prélèvement (temps écoulé entre la fin de l'exercice et le prélèvement), dans les chevaux étudiés ainsi que les exercices demandés.

On relève par exemple chez les Pur-Sangs des valeurs :

- de $19,22 \pm 1,56$ à $24,5 \pm 3,35$ mmol/l selon KUBO et all. (1984).
- de 20,6 à 30,9 mmol/l selon HARRIS et all. (1987)
- en moyenne de 26,5 mmol/l selon BAYLY et all. (1987).

Chez les Trotteurs, on relève des valeurs :

- de 11,3 mmol/l en moyenne (de 6,4 à 26,1 mmol/l) selon ASHEIM et all. (1970)
- de $15,9 \pm 0,4$ mmol/l en moyenne selon LINDHOLM et SALTIN (1974)
- de $19,7 \pm 2,2$ mmol/l en moyenne (de 15,9 à 23,3 mmol/l) selon AUVINET et DEMONCEAU (1992).

d) Application au suivi du cheval à l'effort.

Le pic d'acide lactique, même s'il se présente parfois sous forme de plateau, a une durée de vie très limitée. La réalisation d'une cinétique précise nécessite la réalisation de prélèvements rapprochés. En pratique, dans le cadre d'un suivi médico-sportif, il convient de limiter au maximum ces prélèvements pour minimiser les risques liés à la manipulation (lésions de la veine jugulaire, réactions violentes de l'animal...). Pour cela, on choisit de n'effectuer qu'un seul prélèvement, le plus proche possible de ce pic.

Cette valeur maximale de la lactatémie dépend surtout du type d'effort réalisé (JANNET 1998). La détermination de ce « pic » de lactatémie permet donc de caractériser un exercice donné et mettre en évidence le métabolisme énergétique mis en jeu au cours de cet effort physique.

5-4 Conclusion

Il apparaît ici que le suivi de la fréquence cardiaque pendant l'effort et celui de la lactatémie après l'effort permet d'estimer simplement et de façon fiable la condition physique du cheval. Par ailleurs, il faut noter que d'autres paramètres tels que la VO_2 max sont également de bons indicateurs qui peuvent être pris en compte.

DEUXIEME PARTIE :

SUIVI DE L'ENTRAINEMENT ET DES COMPETITIONS

1 MATERIEL ET METHODE

1-1 Les chevaux utilisés

Au cours de notre étude nous avons suivi 13 chevaux appartenant à l'Ecole Nationale d'Equitation, âgés de 4 à 7 ans. Nous les désignerons au cours de notre étude par un code composé d'un chiffre correspondant à leur âge et d'une lettre nous permettant de distinguer les différents chevaux. (voir Tableau X)

Tableau X : Composition de l'échantillon de chevaux suivis

Cheval	Age	Catégorie	Sexe	Race	Cavalier
4A	4 ans	4 ans	F	SF A	C 1
4B	4 ans	4 ans	H	SF A	C 2
4C	4 ans	4 ans	H	SF A	C 3
4D	4 ans	4 ans	H	SF A	C 4
5A	5 ans	5 ans	F	AA	C 5
5B	5 ans	5 ans	F	SF A	C 1
5C	5 ans	5 ans	F	SF A	C 2
5D	5 ans	5 ans	H	SF A	C 5
5E	5 ans	5 ans	F	SF A	C 4
5F	6 ans	5 ans	H	SF A	C 5
7A	7 ans	7 ans	H	AA	C 3
7B	7 ans	7 ans	H	SF A	C 6
7C	7 ans	7 ans	H	SF A	C 7

F : Femelle ; H : Hongre ; SF A : Selle Français Section A ; AA : Anglo Arabe ; C1 : Cavalier 1 (et ainsi de suite jusqu'au Cavalier 7 : C7)

Il est à noter que le cheval 5F est en fait âgé 6ans. Le fait que 5F ne coure que des épreuves dites « 6 ans B » nous permet de le considérer comme un cheval de 5 ans puisque les épreuves qu'il court sont exactement les mêmes que celles réservées aux chevaux de 5 ans : même reprise de dressage, même parcours d'obstacles et même cross (même distance et même vitesse).

Les chevaux de 4 et 5 ans ont été suivis quotidiennement pendant deux mois (avril et mai 2007). Les chevaux de 7 ans ont été suivis pendant un mois (lors de la préparation du championnat de France des chevaux de 7 ans en mai 2007).

Ils vivent en box. Leur ration est composée de foin, distribué deux fois par jour et d'un aliment complémentaire floconné contenant orge, avoine, tournesol, maïs, luzerne et son de blé, distribué à heure fixe par un distributeur automatique 4 fois par jour. Cet aliment contient également un prémix vitamines et oligo-éléments ainsi qu'une supplémentation en cuivre. Les chevaux ont à leur disposition une pierre à sel

La litière est composée de paille sauf pour 3 chevaux pour qui elle est en copeaux.

1-2 Le matériel utilisé

1-2-1 Mesure de la fréquence cardiaque

a) Matériel utilisé

Quatre cardiofréquencesmètres POLAR équin S610® permettant d'enregistrer la fréquence cardiaque (FC) en continu ont été utilisés. Chacun d'eux était associé à une paire d'électrodes reliées à un émetteur codé T52H (POLAR®).

Positionnement des électrodes :

- La positive est placée environ 15cm en arrière du garrot, légèrement en dessous, à gauche.

- La négative est placée à la sangle, à gauche également.

L'émetteur quant à lui était fixé sur le collier de chasse, la montre étant accrochée soit au poignet du cavalier soit sur la partie supérieure du collier de chasse (à proximité de l'émetteur).

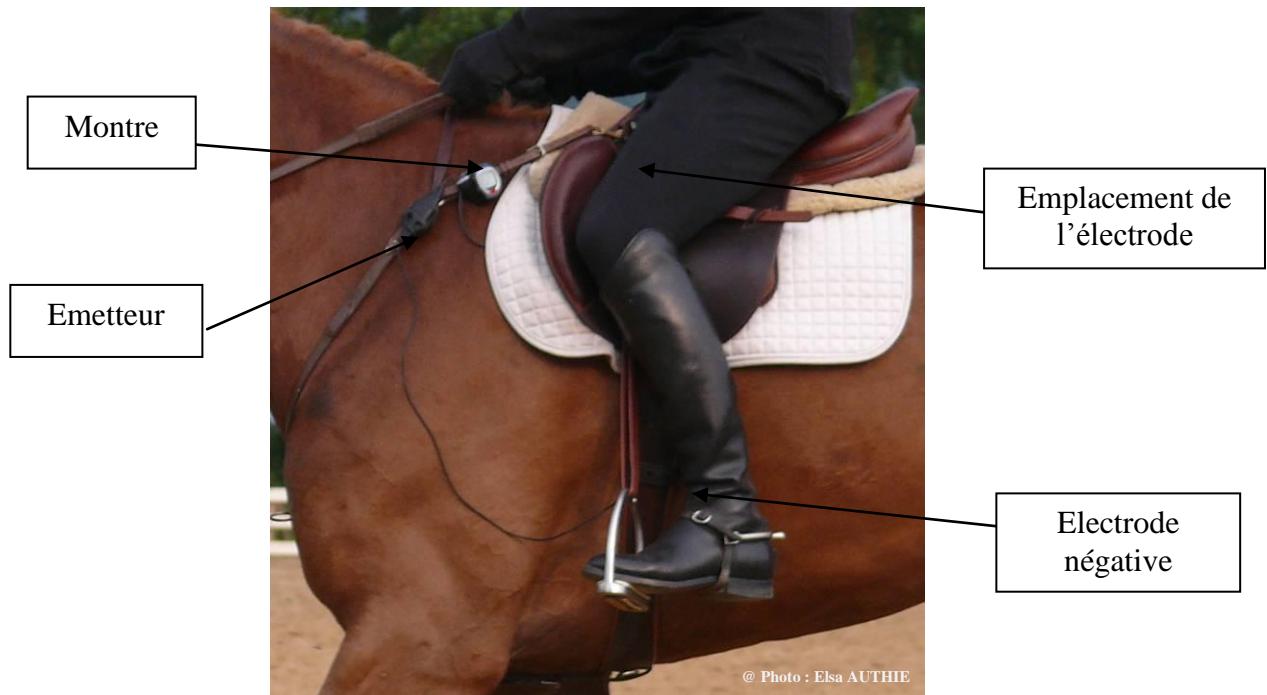


Figure 12: Positionnement des électrodes, de l'émetteur et du récepteur.

Au début des manipulations nous avons également utilisé un cardiofréquencemètre associé à un GPS, à savoir un appareil B100 de la marque FRWD® développé en Finlande. L'intérêt était de nous donner en plus de la FC en continu la vitesse instantanée ainsi que la distance parcourue au cours de l'exercice. Après de nombreux tests de fiabilité réalisés à l'E.N.E, nous n'avons pas retenu ce matériel qui ne donnait pas de résultats satisfaisants notamment en zones boisées (qui constituent la majorité du site de notre étude).

b) *Traitement des données*

Le logiciel Polar Equine SW®, développé par la société POLAR, permettait d'une part, par l'intermédiaire d'un port infrarouge de sauvegarder sur un ordinateur les valeurs de FC enregistrées au cours de l'exercice et d'autre part de les traiter de manière à présenter une courbe de FC lisible par l'utilisateur (Figure13)

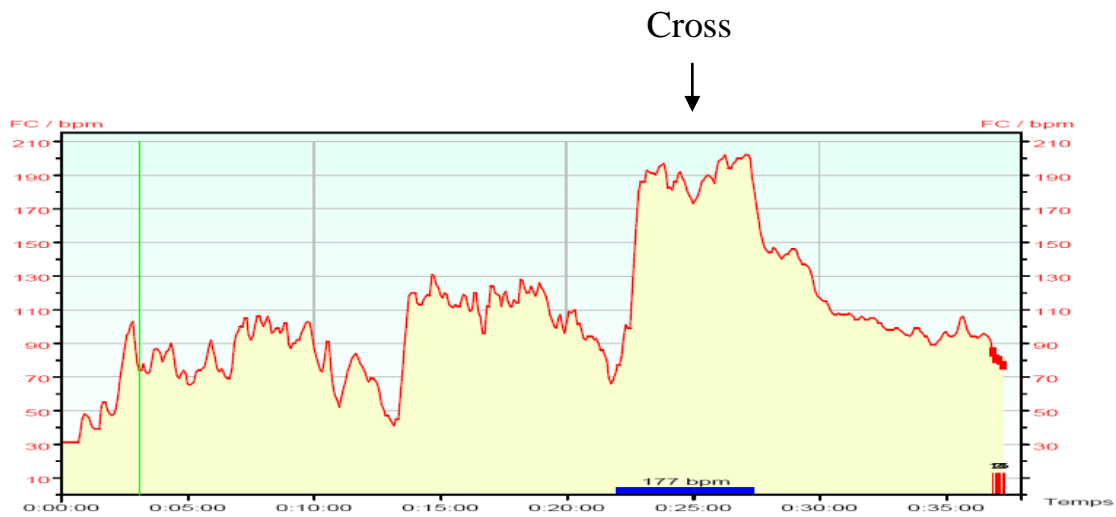


Figure 13 : Exemple de tracé de fréquence cardiaque obtenu avec le logiciel Polar Equine SW®

1-2-2 Mesure de la lactatémie

a) *Matériel de prélèvement et réalisation du prélèvement.*

Les prélèvements de sang total sont réalisés, après désinfection du site de prélèvement à l'alcool à 70°, par des prises de sang réalisées à la veine jugulaire gauche à l'aide de seringues stériles de 2,5 mL montées d'aiguilles (0.6x25mm). Des aiguilles de faible diamètre ont été préférées de manière à préserver au maximum la veine jugulaire parfois ponctionnée plusieurs fois au cours d'un intervalle de temps très bref.

Les échantillons sont récoltés pour des raisons de praticité et de reproductibilité, immédiatement à la fin de l'effort, à savoir dans les 30 secondes qui suivent l'arrivée du cross (en compétition) ou la fin du galop (à l'entraînement).

Le prélèvement est ensuite analysé sur place (voir protocole décrit plus loin).

b) *L'analyseur*

L'analyseur de terrain utilisé est l'Accusport®. (Laboratoire Roche)

- Manipulation :

Après avoir effectué le prélèvement, l'Accusport® est mis sous tension. Il est ensuite calibré à l'aide d'une « bandelette code » fournie avec les bandelettes lactate. Cette opération ne doit pas être effectuée à chaque manipulation mais une seule fois, à chaque

changement de boîte de bandelettes. Le calibrage effectué, une bandelette lactate (BM-Lactate, Laboratoire Roche) est introduite dans l'appareil par l'orifice prévu à cet effet.



Figure 14 : Mise en place de la bandelette.

Un bip sonore se fait entendre quand l'appareil est prêt à analyser. L'opérateur soulève alors le capot de l'analyseur et dépose une goutte de sang sur la partie jaune de la bandelette.



Figure 15 : Dépôt d'une goutte de sang sur la zone de sensibilité

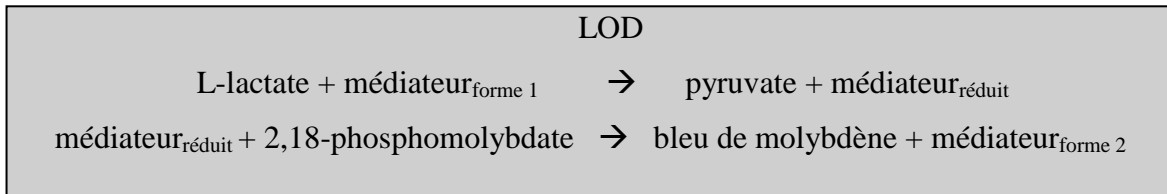
Il referme le capot. L'analyseur met alors 60 secondes à donner la valeur de lactatémie sanguine qu'il a ainsi dosée.



Figure 16 : Affichage de la valeur mesurée

- Principe du dosage :

Le sang déposé pénètre au travers du filet protecteur jaune composé d'une toison de fibres de verre dans laquelle les érythrocytes sont retenus. Seul le plasma sanguin atteint le film. La concentration en lactate est déterminée par le biais d'une réaction colorimétrique lactate oxydase/méiateur et mesurée réflectométriquement pour une onde de 657 nm :



- Validité des résultats :

Une étude récente (CIKANKOWITZ, 2010) comparant les résultats obtenus lors de dosages de lactatémie à l'aide d'un appareil Accutrend Lactate ® (Laboratoire Roche, même technique de dosage que notre Accusport®) ou en laboratoire, a montré d'une part que l'appareil portatif semblait plus apte à doser la lactatémie plasmatique (écart-type moyen de $0,66 \pm 0,49$ mmol/L entre les deux techniques) et que, d'autre part, l'écart type moyen obtenu pour le compartiment sanguin était de $1,05 \pm 0,92$ mmol/L entre les deux techniques utilisées (voir Tableau XI).

Tableau XI : Résultats obtenus lors de l'étude comparative des méthodes de dosage de lactatémie par Accutrend lactate® et par dosage standard en laboratoire (méthode de Boehringer et méthode d'Ektachem) sur sang total et sur plasma (CIKANKOWITZ, 2010)

concentration en lactate	Sang total				Plasma		
	N	Ecart moyen (mmol/L)	Test t Student	C (mM)	n	Ecart moyen (mmol/L)	Test t Student
En général	55	1,05 ± 0,92	*	0,81	21	0,66 ± 0,49	*
[0-2 mmol/L[	5	0,4 ± 0,24	A définir	0,76	6	0,67 ± 0,48	A définir
[2-4 mmol/L[	15	0,83 ± 0,43	*	0,76	5	0,48 ± 0,19	A définir
[4-8 mmol/L[	26	0,91 ± 0,54	*	0,84	5	0,88 ± 0,87	A définir
> à 8mmol/L	9	2,18 ± 1,62	*	0,79	5	0,64 ± 0,21	A définir

* : Test statistiquement significatif, $p < 0.05$

C : facteur de correction

1-2-3 Mesure des enzymes musculaires

Les prélèvements de contrôle pour mesurer les enzymes musculaires CPK et ASAT étaient réalisés les lendemains d'épreuves avec un vacutainer sur tube sec. Les tubes étaient alors apportés directement au laboratoire d'analyses médicales de Saumur.

1-3 Le suivi à l'entraînement et en compétition

1-3-1 Le suivi quotidien.

a) Description du suivi

Un bilan succinct des chevaux est effectué tous les matins. La FC cardiaque au repos et les bruits digestifs sont contrôlés au stéthoscope, la température rectale prise à l'aide d'un thermomètre électronique. L'état des membres, la propreté de l'abreuvoir et le niveau de consommation de la ration sont vérifiés à cette occasion.

A chaque sortie du cheval (quand il est monté ou longé), un cardiofréquencemètre est posé. Le cavalier est interrogé sur le type, le lieu et la durée de la séance qu'il va effectuer. Quand il s'agit d'une séance de type « galop », « cross », « obstacle enchaînement » ou « obstacle gymnastique » (voir plus loin la définition des types de séance), celle-ci est suivie dans son intégralité de manière à, d'une part, compter le nombre de sauts effectués pendant la séance de travail et, d'autre part, effectuer un prélèvement sanguin pour analyse de la lactatémie quand il s'agit de « galop » ou de « cross ». Si la séance n'a pu être suivie, les cavaliers sont à nouveau interrogés à leur retour à l'écurie pour affiner le descriptif de la séance qu'ils ont effectuée (Quel était le comportement du cheval ? Était-ce une « bonne » séance ou non ? Pourquoi ? etc...)

Par ailleurs, certains chevaux sont sortis quotidiennement au marcheur ou mis en liberté dans un manège. Pour des raisons pratiques, les chevaux ne sont pas enregistrés lors de ces sorties. Cependant, dans la mesure du possible, nous avons essayé de répertorier chacune de ces sorties ainsi que leur durée.

Après cela les données récoltées sont saisies dans un fichier informatique qui servira ultérieurement à l'analyse statistique.

b) *Les différents types de travail*

Après discussion avec les cavaliers, il a été défini 10 types de travail qui nous ont permis de « classer » les différentes séances. Les types de travail retenus sont les suivants (classés par ordre alphabétique) :

« **Cross** » = désigne une séance au cours de laquelle le cheval effectue au moins un parcours en terrain varié avec franchissement de plusieurs obstacles fixes. La vitesse de ces phases de travail est élevée : 450 m/min au minimum. Ce type de travail inclut les cross effectués en compétition.

« **Dressage** » = désigne une séance au cours de laquelle le cheval travaille sur un rectangle de dressage et « déroule » une reprise dans les conditions retrouvées en compétition. Ce type de travail inclut les reprises effectuées en compétition.

« **Endurance** » = désigne une séance au cours de laquelle le cheval va être maintenu pendant une durée relativement longue (20-30 minutes) au trot « rapide » (environ 250 m/min) avec de courtes phases de galop plutôt lent (350 – 400 m/min pendant 1 à 3 minutes)

« **Galop** » = désigne une séance effectuée sur piste au cours de laquelle le cavalier impose une allure à son cheval pendant une durée donnée. La vitesse est généralement élevée et progressivement croissante pour atteindre celle imposée lors des cross en compétition.

« **Longe** » = désigne une séance effectuée en manège au cours de laquelle le cheval n'est pas monté mais travaillé à la longe. Le cheval est généralement enrêné lors de ces séances mais ce n'est pas toujours le cas.

« **Obstacle enchaînement** » = désigne une séance au cours de laquelle le cheval effectue un ou plusieurs parcours d'obstacles. Il enchaîne alors plusieurs sauts sur des obstacles différents. De ce fait les parcours de concours hippique effectués en compétition sont classés dans cette catégorie.

« **Obstacle gymnastique** » = désigne une séance au cours de laquelle le cheval travaille sur un isolé ou une combinaison (ex : ligne composée de 3 obstacles que l'on considère comme un seul et même effort) qu'il va venir franchir plusieurs fois. La hauteur varie mais ce sont les mêmes obstacles.

« **Plat** » = désigne une séance au cours de laquelle le cheval travaille en carrière ou en manège des exercices et des figures qui sont répétées un certain nombre de fois au cours de la séance de travail. L'objectif de ces séances est d'apprendre au jeune cheval les figures qui constitueront les futures reprises de dressage qu'il aura à dérouler. Ce travail est souvent utilisé pour assouplir les chevaux en vue de séances d'obstacle ou de cross.

« **Promenade au pas** » = désigne une séance au cours de laquelle le cheval va marcher au pas sur les pistes. Ce type de séance est souvent utilisé lors de convalescence ou les lendemain de concours.

« **Trotting** » = désigne une séance au cours de laquelle le cheval part trotter sur les pistes à une cadence peu élevée (200 m/min) L'objectif de ces séances est de décontracter le

cheval, généralement le lendemain de séances difficiles (physiquement ou psychologiquement, que ce soit à l'entraînement ou en compétition).

1-3-2 Le suivi en compétition

a) *Suivi des chevaux de 5 et 7 ans*

Les chevaux sont équipés pendant les concours d'une montre cardiofréquence-mètre et d'une paire d'électrodes positionnées de la même façon qu'à l'entraînement (voir plus haut).

Le cheval est équipé avant son départ du camion pour les 3 épreuves du CCE. Il est ensuite suivi tout au long de chaque détente et de chaque épreuve.

L'heure de passage ainsi que la durée de la reprise ou du parcours sont systématiquement notées. A la fin de l'épreuve de cross un prélèvement sanguin est effectué dans les 30 secondes suivant l'arrivée, pour dosage de la lactatémie.

La distance exacte de l'épreuve de fond et le temps effectué par le cheval sont notés de manière à calculer la vitesse moyenne au cours du cross qui sera à corrélérer avec la valeur de lactatémie mesurée à cette occasion.

b) *Particularité des épreuves pour les chevaux de 4 ans*

Les épreuves d'élevage ouvertes aux chevaux de 4 ans présentent 2 épreuves distinctes (au lieu de 3). La première consiste en une succession de mouvements à effectuer sur le plat, en carrière, suivi d'un parcours de six obstacles (NEP). Le cavalier peut décider d'effectuer d'abord le parcours d'obstacles s'il le désire.

La deuxième épreuve est un parcours de fond « classique » de 1000 à 1200 m avec 10 à 12 obstacles fixes à parcourir à une vitesse de 450 m/min.

c) *Le lendemain du cross*

Le lendemain matin suivant le cross, un prélèvement sanguin est effectué sur les chevaux de 5 ans et plus. Ce prélèvement réalisé sur tube sec est conservé à 4°C en attendant d'être analysé au laboratoire d'analyses médicales de Saumur. L'objectif de cette manipulation est de contrôler les concentrations sanguines en CPK et en ASAT qui sont de bons indicateurs pour estimer le niveau de fatigue musculaire.

2 LES RESULTATS

2-1 Les résultats individuels

2-1-1 Calcul des moyennes de FC moyenne et FC max en fonction du type de séance.

Chaque enregistrement de FC obtenu est retranscrit sous forme de courbe qui permet de calculer pour chaque cheval les FC moyenne et FC max en fonction du type de séance.

Pour les séances de type « endurance », « longe », « plat » et « promenade au pas », l'intégralité de l'enregistrement est pris en compte pour le calcul de ces moyennes compte tenu du fait qu'il est difficile de dissocier les différentes étapes du travail à savoir l'échauffement, le travail proprement dit et la récupération. Souvent, au cours de ces séances, le cheval travaille déjà au cours de la période d'échauffement et les FC enregistrées sont trop basses pour permettre de distinguer clairement une phase de récupération (qui correspond souvent au retour effectué au pas de la carrière à l'écurie).

Pour les séances de type « cross », n'est retenue pour le calcul des moyennes que la phase correspondant au cross lui-même. Pour le calcul de ces valeurs moyennes, on ne tient pas compte des premières secondes qui précèdent l'établissement du « plateau » de FC observé pendant ces épreuves qui viendraient fausser les moyennes en les abaissant sensiblement.

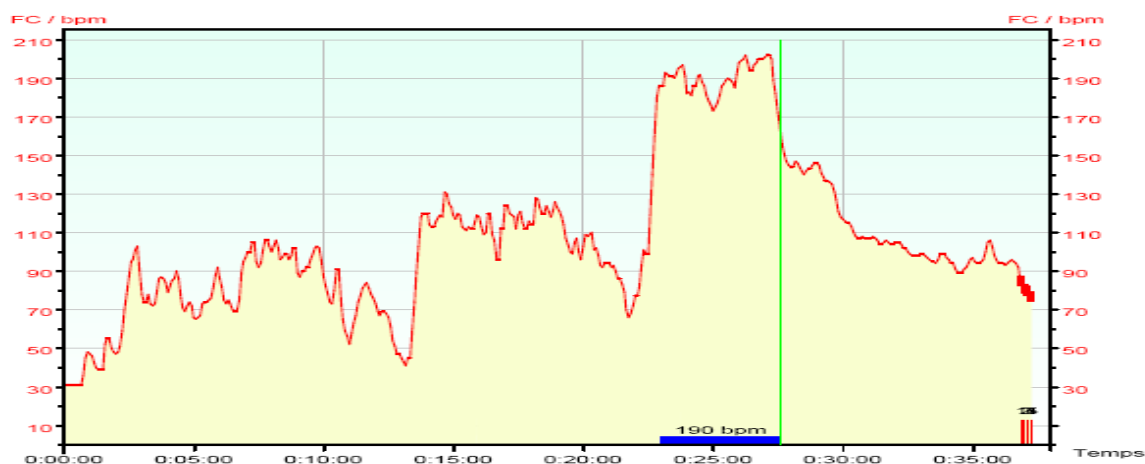


Figure 17 : Exemple de séance de type « cross ». La phase retenue pour le calcul des moyennes est délimitée en bleu.

Pour les séances de type « *galop* », sont retenues pour les calculs de moyennes les phases de galop ainsi que les périodes de récupération que l'on observe entre les paliers pour les chevaux qui ne galopent pas en continu (seul 7B galope en continu, sans interruption du galop par des phases de trot et de pas).



Figure 18 : Séance de type « *galop* ». Le galop est ici fractionné en 3 paliers. La vitesse augmente d'un palier à l'autre. La phase retenue pour le calcul des moyennes est délimitée en bleu. Ici la FC moyenne est de 162bpm sur le premier palier (FC max = 180bpm), de 167bpm sur le deuxième (FC max = 180bpm) et 168bpm sur le troisième (FC max = 188bpm).

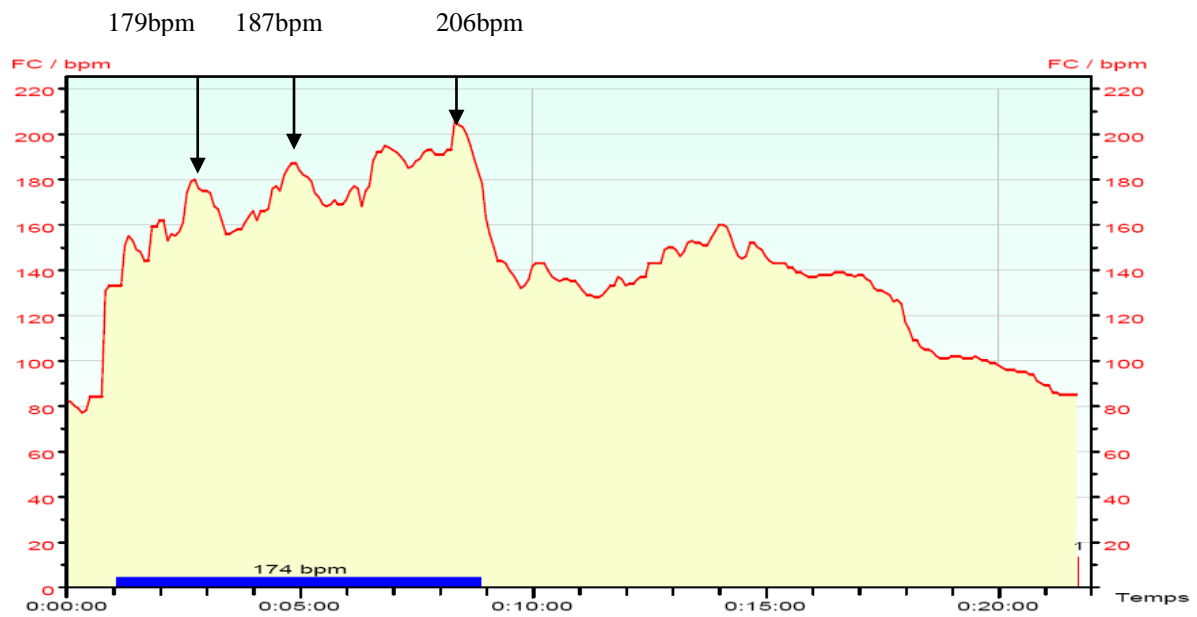


Figure 19 : Séance de type « galop ». Ici, le cheval galope en continu. Il effectue trois fois la même boucle. La vitesse augmente d'une boucle sur l'autre mais est stable sur chacune d'entre elles.

Pour les séances de type « obstacle enchaînement » et « obstacle gymnastique », sont retenues pour le calcul des moyennes les phases qui correspondent au franchissement des obstacles. Ce type de calcul ne prend donc pas en compte la récupération du cheval. Pour ce qui est des parcours de concours hippique en compétition, on ne retient pour nos calculs que la période correspondant au parcours et non pas l'échauffement. Ce type de séance est ainsi classé dans « obstacle enchaînement ». La détente serait assimilée à une séance de type « obstacle gymnastique ».

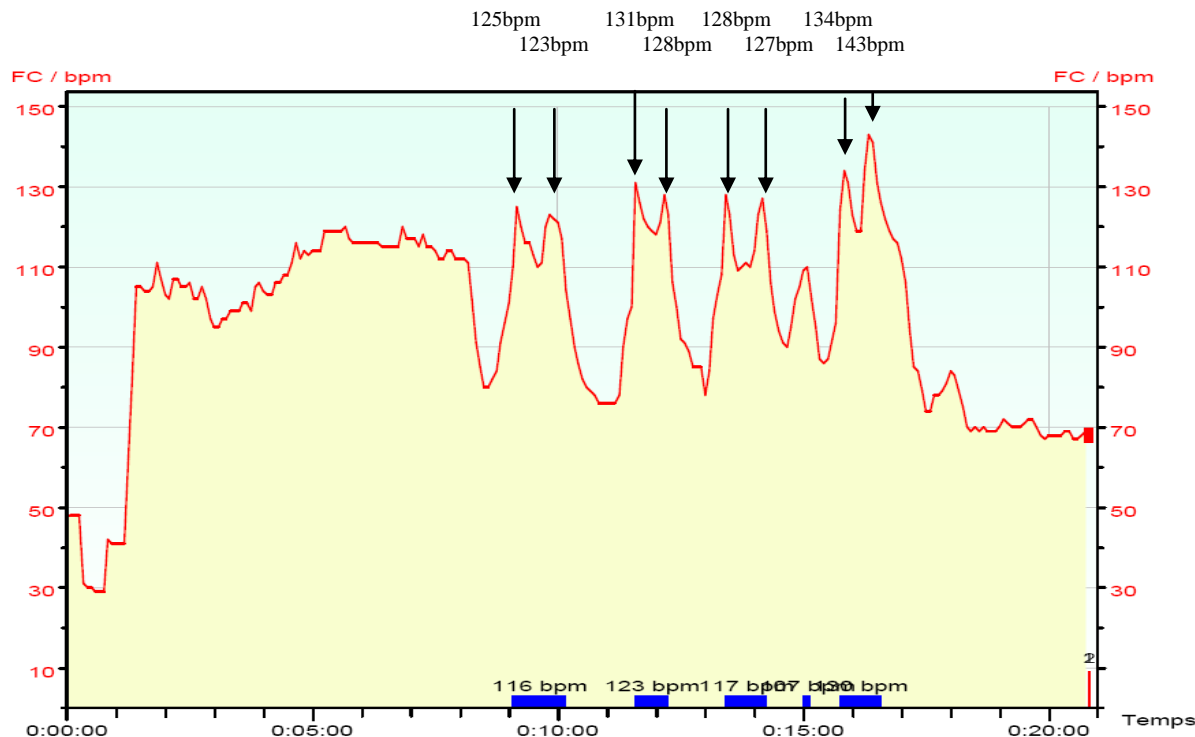


Figure 20 : Séance de type « obstacle gymnastique ». La phase retenue pour le calcul des moyennes est délimitée en bleu. Ici la FC moyenne est de 122 ± 8 bpm.

2-2-2 Présentation des résultats par cheval

Les résultats qui sont présentés ici ont été communiqués de façon individuelle aux cavaliers des chevaux concernés.

Cheval 4A :

4A est une jument d'1m68, âgée de 4 ans. Au cours de notre suivi, elle a subi deux phases de croissance importante. Sa grande taille associée à un déséquilibre lié à cette croissance fait d'elle une jument tardive mais à fort potentiel. Son cavalier, qui croit en ses capacités préfère « l'attendre » et ne pas risquer de la dégoûter par des sorties en compétitions trop répétées. Lors de son premier concours « à l'extérieur » (Bonneville 16-17/04), 4A a montré une grande sensibilité aux nouveautés et ne s'est pas très bien comportée (elle se classe 30/35). Par contre, lors du concours de Saumur du 25/06, elle se classe 3^{ème} sur 32. Dans sa stratégie d'entraînement son cavalier a préféré axer son travail sur des exercices d'assouplissement et de petits travaux d'endurance pour préparer son cœur et ses articulations.

4A semble être une bonne jument, sensible et encore facilement déstabilisée. Aux dires de son cavalier, elle devrait se révéler une fois sa croissance achevée et son équilibre stabilisé.

Tableau XII : Récapitulatif du nombre d'enregistrements disponibles pour le cheval 4A, en fonction du type de travail

	Type de travail	Nombre de séances effectuées au cours de la période d'observation	Nombre d'enregistrements de fréquences cardiaques disponibles
Entraînement	Cross	1	0
	Dressage	0	0
	Endurance	2	2
	Galop	1	0
	Longe	5	1
	Obstacle enchaînement	3	1
	Obstacle gymnastique	1	1
	Plat	5	2
	Promenade au pas	0	0
	Trotting	0	0
CCE	Cross	1	1
	Obstacle enchaînement	2	2
	Total	21	10

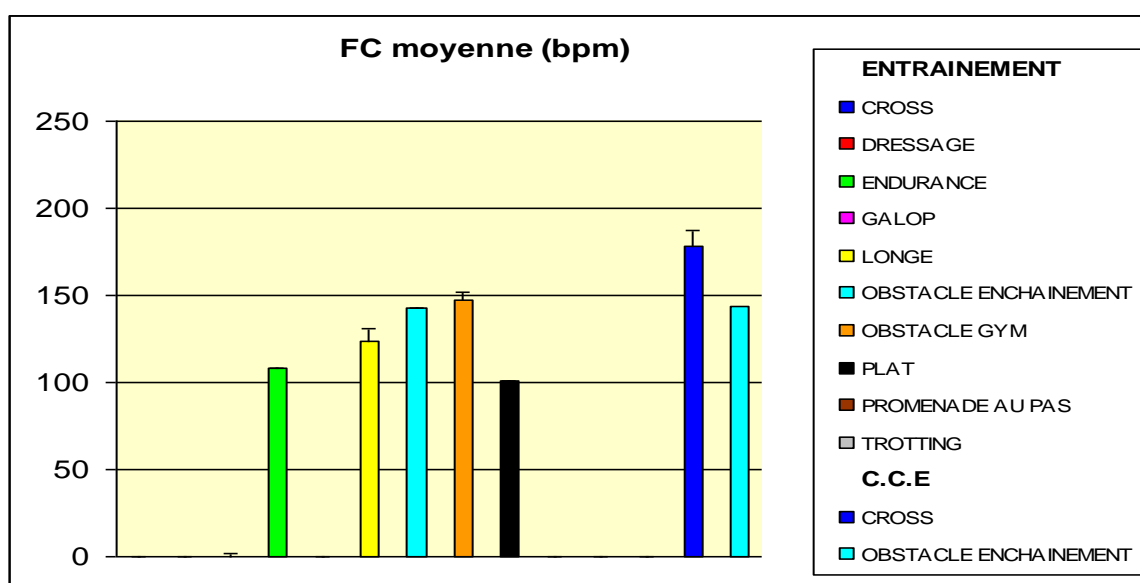


Figure 21 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque moyenne (FC moyenne) en fonction du type de séance pour le cheval 4A.

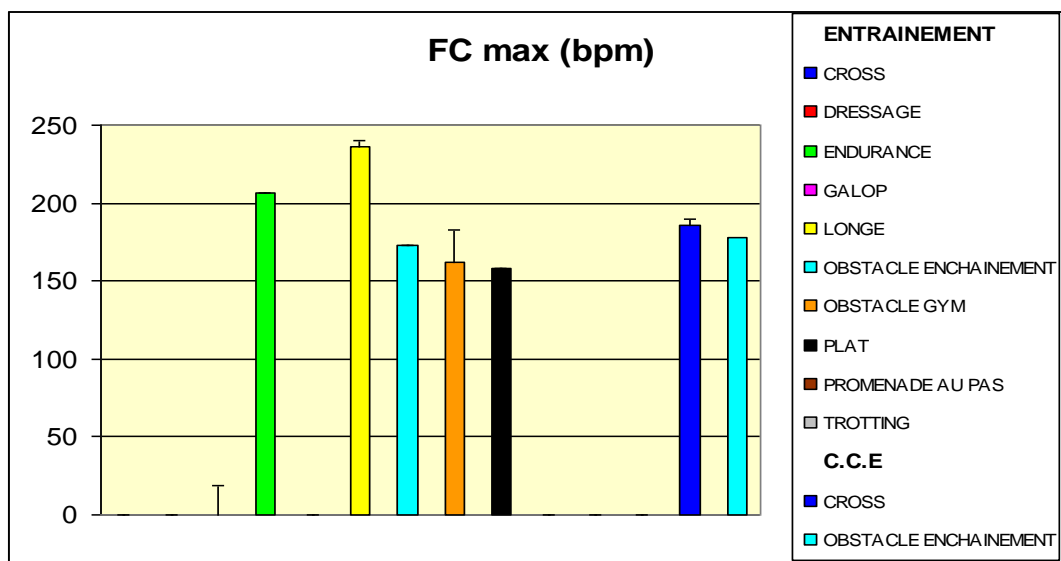


Figure 22 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque maximale (FCmax) en fonction du type de séance pour le cheval 4A.

Il apparaît ici que l'entraînement proposé à 4A correspond relativement bien aux efforts fournis en compétition. Le travail à la longe, systématiquement effectué à l'aide d'un enrennement adapté, est ici un réel exercice tant d'assouplissement que d'endurance.

En ce qui concerne la lactatémie, la seule valeur dont nous disposons, enregistrée à l'issue du cross du CCE de Saumur (25/06) confirme cette adéquation entre entraînement et compétition : à l'arrivée du cross (2min44 à une vitesse moyenne de 494 m/min), la lactatémie de 4A était de 5,3 mmol/l (voir Annexe 1-b).

Cheval 4B :

4B est un hongre d'1m68, âgé de 4 ans. Par opposition à 4A, 4B est relativement bien proportionné, il ne présente pas de déséquilibre physique majeur. Cependant, son caractère difficile et sa tendance à la fainéantise en font un cheval délicat.

Il semble peu sensible aux facteurs environnants. Lors de son premier concours « à l'extérieur », il se classe 1^{er} sur 35. C'est un cheval prometteur qui nécessite beaucoup d'attention de la part de son cavalier.

De ce fait, son entraînement se base sur une alternance de séances « dures » (physiquement et/ou mentalement) et de séances plus faciles, pour ne pas l'écoeurer (voir le compte rendu d'entraînement Annexe 2-a).

Tableau XIII : Récapitulatif du nombre d'enregistrements disponibles pour le cheval 4B, en fonction du type de travail

	Type de travail	Nombre de séances effectuées au cours de la période d'observation	Nombre d'enregistrements de fréquences cardiaques disponibles
Entraînement	Cross	0	0
	Dressage	0	0
	Endurance	3	1
	Galop	1	0
	Longe	6	4
	Obstacle enchaînement	1	0
	Obstacle gymnastique	3	2
	Plat	10	5
	Promenade au pas	0	0
	Trotting	0	0
CCE	Cross	1	1
	Obstacle enchaînement	2	2
	Total	27	15

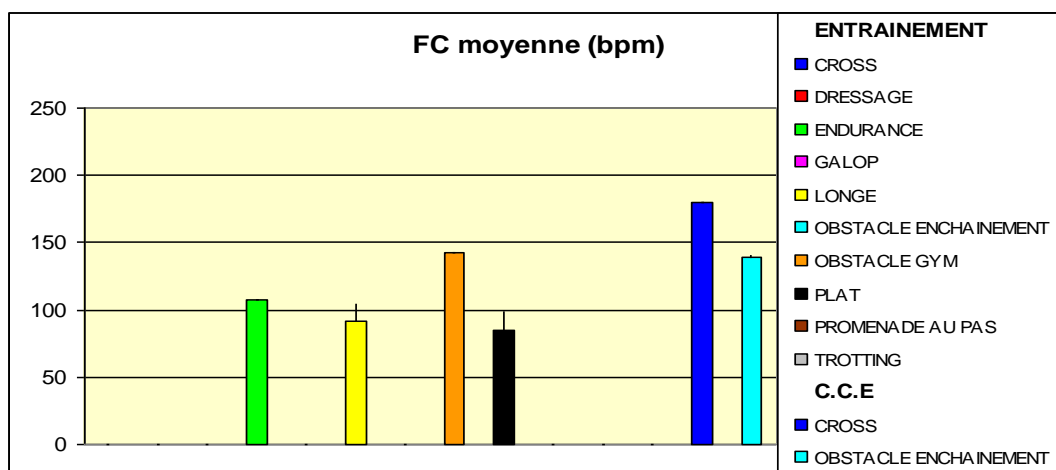


Figure 23 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque moyenne (FC moyenne) en fonction du type de séance pour le cheval 4B.

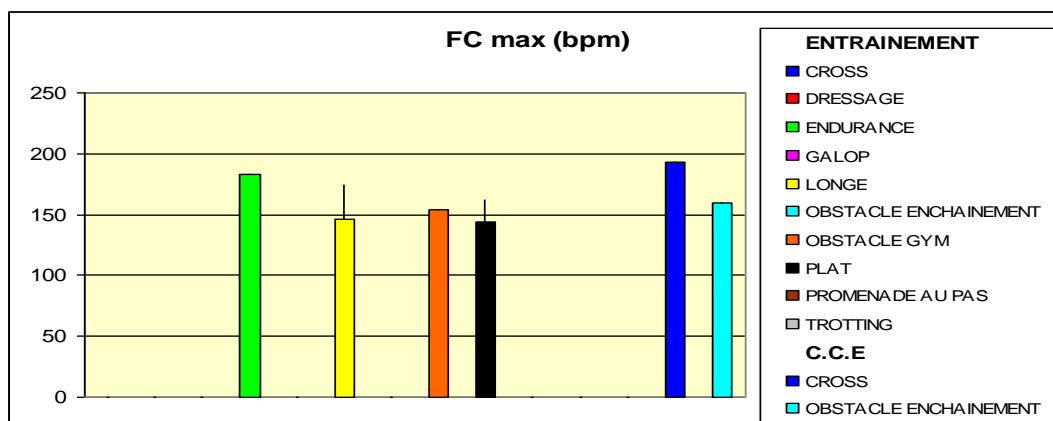


Figure 24 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque maximale (FC max) en fonction du type de séance pour le cheval 4B.

L'examen des figures 23 et 24, associé à celui du compte rendu d'entraînement de 4B (Annexe 2-a) montre que si les sollicitations demandées à l'entraînement correspondent plutôt bien à celles exigées en compétition (FC relativement homogènes à l'entraînement et en compétition, lactatémie de 5,0 mmol/l à l'issue du cross de Saumur le 25/06), une différence relativement importante apparaît entre l'entraînement à l'approche des compétitions et celui pendant la période qui sépare les phases de compétition.

Qualifié pour la Grande Finale du Cycle Classique 4 ans, il se classera 27^{ème} sur 76 le 11/09/07.

Cheval 4C :

4C est une jument d'1m69, âgée de 4 ans. Bien proportionnée, elle présente pourtant une importante rigidité de la colonne vertébrale qui l'handicape au cours des exercices d'assouplissement. De ce fait, son cavalier a axé principalement son entraînement sur des exercices visant à l'assouplir et a de ce fait multiplié les séances de type « plat ».

Qualifiée pour la Grande Finale du Cycle Classique 4 ans, elle se classera 52^{ème} sur 76 le 11/09/07.

Tableau XIV : Récapitulatif du nombre d'enregistrements disponibles pour le cheval 4C, en fonction du type de travail

	Type de travail	Nombre de séances effectuées au cours de la période d'observation	Nombre d'enregistrements de fréquences cardiaques disponibles
Entraînement	Cross	0	0
	Dressage	0	0
	Endurance	6	4
	Galop	0	0
	Longe	1	0
	Obstacle enchaînement	1	1
	Obstacle gymnastique	1	0
	Plat	13	3
	Promenade au pas	1	0
	Trotting	2	2
C.C.E	Cross	2	2
	Obstacle enchaînement	2	2
	Total	29	14

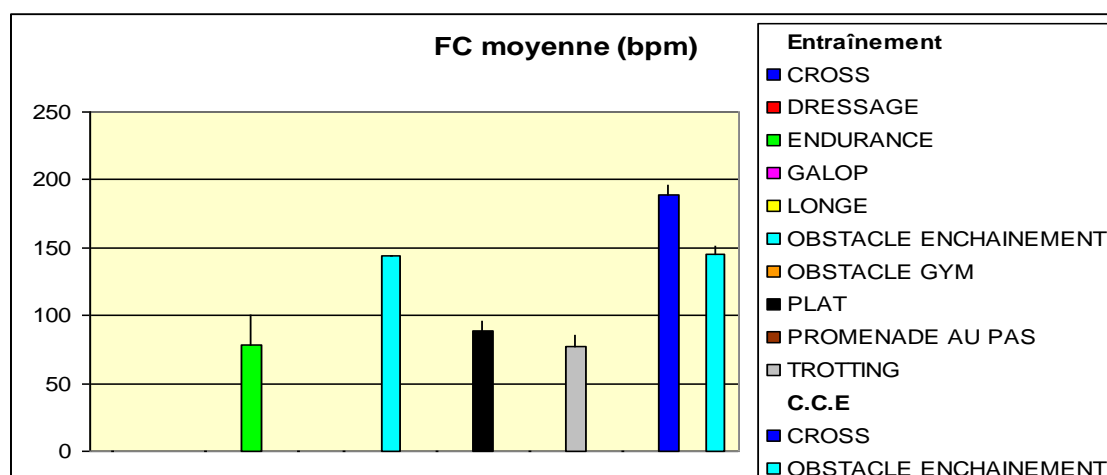


Figure 25 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque moyenne (FC moyenne) en fonction du type de séance pour le cheval 4C.

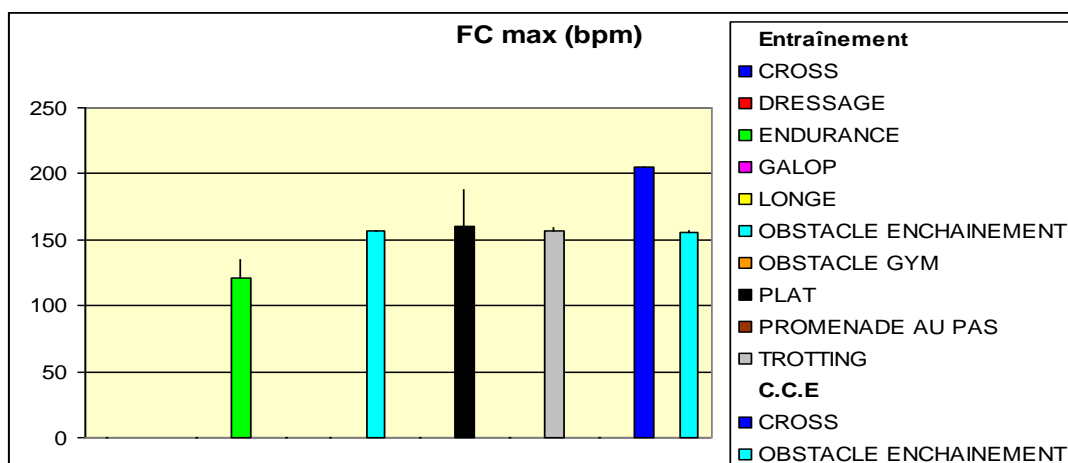


Figure 26 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque maximale (FC max) en fonction du type de séance pour le cheval 4C.

L'analyse des figures 25 et 26 montre que si les FC moyenne et maximale correspondent à l'entraînement et en compétition pour l'« obstacle enchaînement », aucun travail à l'entraînement ne dépasse la FC moyenne de 150bpm. L'effort de type « cross » en compétition n'a donc ici aucun équivalent à l'entraînement.

Par ailleurs, on remarque que seuls les travaux de type « obstacle enchaînement » dépassent une FC moyenne de 100bpm à l'entraînement. Les séances de type « endurance » avec une FC moyenne voisine de 75bpm, s'apparentent plus à des séances de type « promenade au pas » avec une phase de petit trotting.

La plupart du temps, son cavalier met 4C en liberté avant de la monter. Cette jument va également régulièrement au marcheur.

Cheval 4D :

4D est un hongre de 4 ans. Encore jeune dans sa tête il a fait preuve au cours de la période pendant laquelle nous l'avons suivi d'une remarquable constance : il est 5^{ème} sur 35 lors de son premier concours « à l'extérieur » (Bonneville 16-17/04) puis 6^{ème} sur 32 à l'occasion du CCE de Saumur le 26/06.

Son cavalier a alors choisi d'orienter son travail sur une alternance de travaux sur le plat, en extérieur entrecoupés de quelques séances d'obstacle.

4D va au marcheur de temps en temps. Quand il n'est pas monté, il est systématiquement longé.

Tableau XV : Récapitulatif du nombre d'enregistrements disponibles pour le cheval 4D, en fonction du type de travail

	Type de travail	Nombre de séances effectuées au cours de la période d'observation	Nombre d'enregistrements de fréquences cardiaques disponibles
Entraînement	Cross	1	0
	Dressage	0	0
	Endurance	8	3
	Galop	1	0
	Longe	1	0
	Obstacle enchaînement	5	2
	Obstacle gymnastique	2	1
	Plat	5	2
	Promenade au pas	2	2
Trotting	1	0	
C.C.E	Cross	1	1
	Obstacle enchaînement	1	1
	Total	28	12

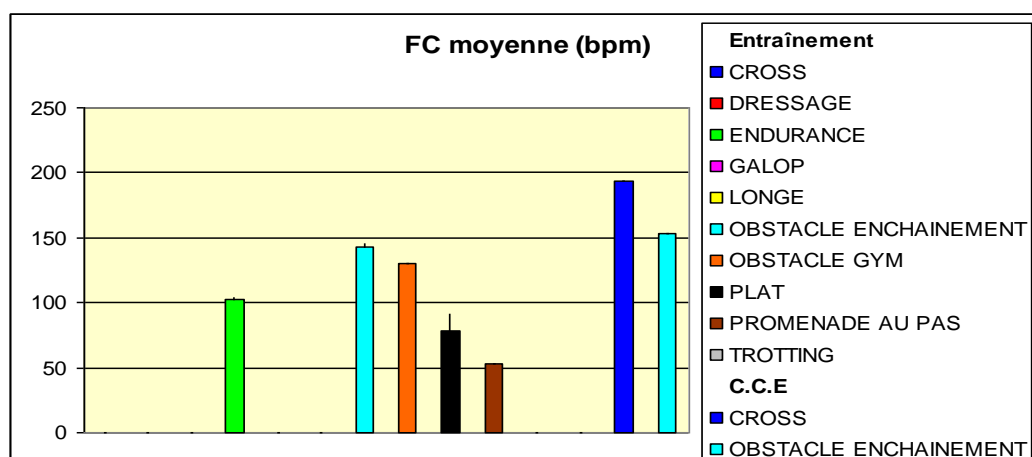


Figure 27 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque moyenne (FC moyenne) en fonction du type de séance pour le cheval 4D.

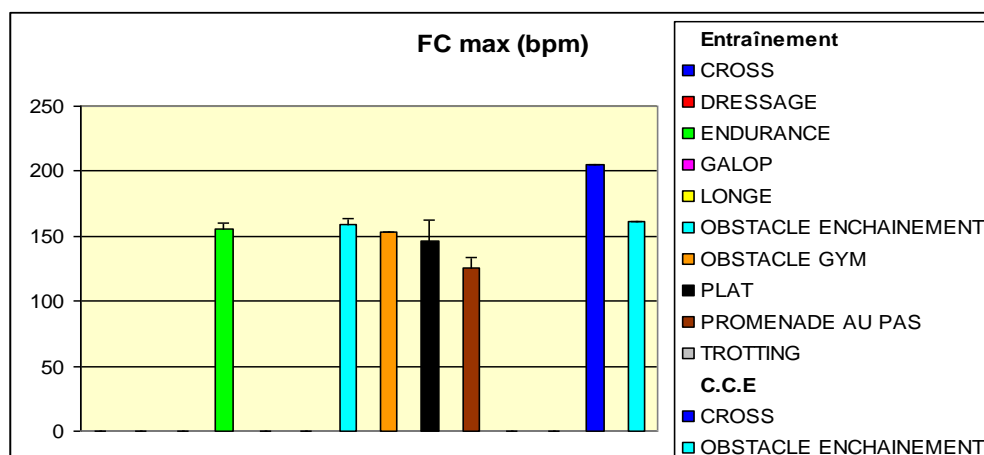


Figure 28 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque maximale (FC max) en fonction du type de séance pour le cheval 4D.

L'analyse des figures 27 et 28 montre qu'ici, d'un point de vue physiologique, un décalage important est observé entre les valeurs de FC obtenues à l'entraînement et celles observées en compétition. Ceci peut s'expliquer par le fait que les séances de type « endurance » ne correspondent pas réellement à un effort de ce type. En effet, on observe une moyenne d'environ 100 battements/min sur les trois séances enregistrées ce qui correspondrait plutôt à un travail de type « trotting ».

Il est important toutefois de prendre en considération le fait que nous ne disposons pour ce cheval que d'un seul enregistrement en compétition ; nous ne pouvons pas tirer de conclusions sur son niveau d'entraînement sur la base de ces seules données.

Cheval 5A :

5A est une jument d'1m65, âgée de 5 ans. Confiée à son cavalier par les Haras Nationaux, elle est arrivée dans l'écurie au courant du mois de Mars 2007. Grande et bien proportionnée, elle présente trois belles allures et un bon « coup de saut » (elle a par exemple remporté le hunter Cycle Classique 5 ans de Saumur le 09/06). Très prometteuse, elle se classe à chacune de ses sorties : 5^{ème} au CCE de La Flèche-Thorée le 29/04, 12^{ème} à Fontenay sur Eure le 04/06, 21^{ème} à Saumur le 26/06.

Cette jument ne va jamais au marcheur. Par contre, son soigneur la met au moins une fois par semaine en liberté dans le manège.

Qualifiée pour la Grande Finale du Cycle Classique 5 ans, elle finira 28^{ème} sur 69 avec un autre cavalier.

Tableau XVI : Récapitulatif du nombre d'enregistrements disponibles pour le cheval 5A, en fonction du type de travail

	Type de travail	Nombre de séances effectuées au cours de la période d'observation	Nombre d'enregistrements de fréquences cardiaques disponibles
Entraînement	Cross	0	0
	Dressage	1	1
	Endurance	5	3
	Galop	1	0
	Longe	1	0
	Obstacle enchaînement	4	3
	Obstacle gymnastique	4	1
	Plat	8	4
	Promenade au pas	2	0
	Trotting	0	0
C.C.E	Cross	3	3
	Dressage	4	4
	Obstacle enchaînement	3	3
	Total	36	22

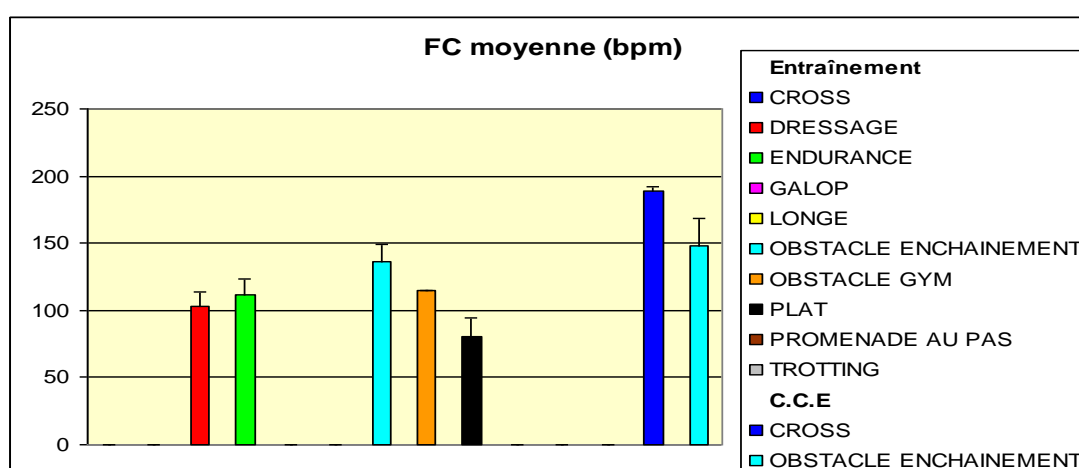


Figure 29 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque moyenne (FC moyenne) en fonction du type de séance pour le cheval 5A.

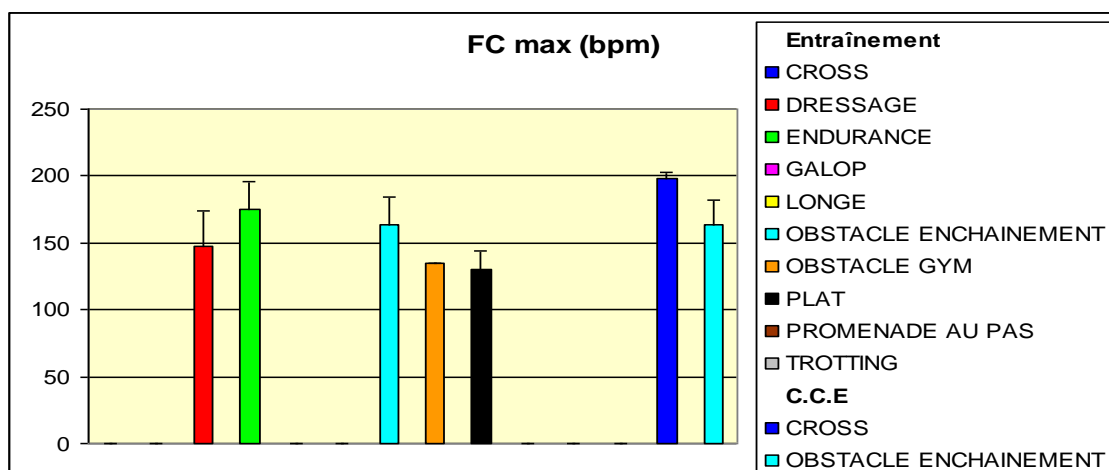


Figure 30 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque maximale (FC max) en fonction du type de séance pour le cheval 5A.

Au vu des résultats, il apparaît que les sollicitations en compétition sont plus importantes que celles à l'entraînement. L'analyse du compte rendu d'entraînement (Annexe 5-a) montre une répartition des séances entre des exercices de faible intensité (plat, trotting) et d'autres de forte intensité (obstacle, galop). Cependant, très peu de séances d'intensité moyenne (FC comprise entre 120 et 150 bpm) sont enregistrées.

Des lactatémies élevées ont été mesurées en début de saison (14,2 mmol/l à l'issue du cross de La Flèche-Thorée fin Avril) alors qu'elles n'ont cessé de décroître au fil des compétitions (8,7 mmol/l à Fontenay sur Eure et 6,2 mmol/l à Saumur au mois de Juin). Notons par ailleurs que nous n'avons pas de renseignements concernant l'entraînement au cours de la semaine que 5A a passé avec son cavalier au centre d'entraînement de Grandville.

Cheval 5B :

5B est une jument d'1m67, âgée de 5 ans. Son cavalier qui la travaille depuis 2 ans la trouve « raide », particulièrement à main gauche. Multipliant les séances d'assouplissement à la longe et monté, il note une amélioration en fin de saison. Lors d'efforts d'intensité moyenne à forte (endurance, galop, obstacle), 5B présente régulièrement des difficultés respiratoires. Ces observations associées à un mauvais appétit (elle laisse régulièrement sa ration) représentent une menace pour son avenir sportif.

Elle fait régulièrement des séances de marcheur (en moyenne un jour sur deux).

Tableau XVII : Récapitulatif du nombre d'enregistrements disponibles pour le cheval 5B, en fonction du type de travail

	Type de travail	Nombre de séances effectuées au cours de la période d'observation	Nombre d'enregistrements de fréquences cardiaques disponibles
Entraînement	Cross	1	1
	Dressage	3	1
	Endurance	2	0
	Galop	1	1
	Longe	7	1
	Obstacle enchaînement	2	0
	Obstacle gymnastique	0	0
	Plat	5	2
	Promenade au pas	0	0
	Trotting	1	1
C.C.E	Cross	4	4
	Dressage	4	4
	Obstacle enchaînement	4	4
	Total	34	19

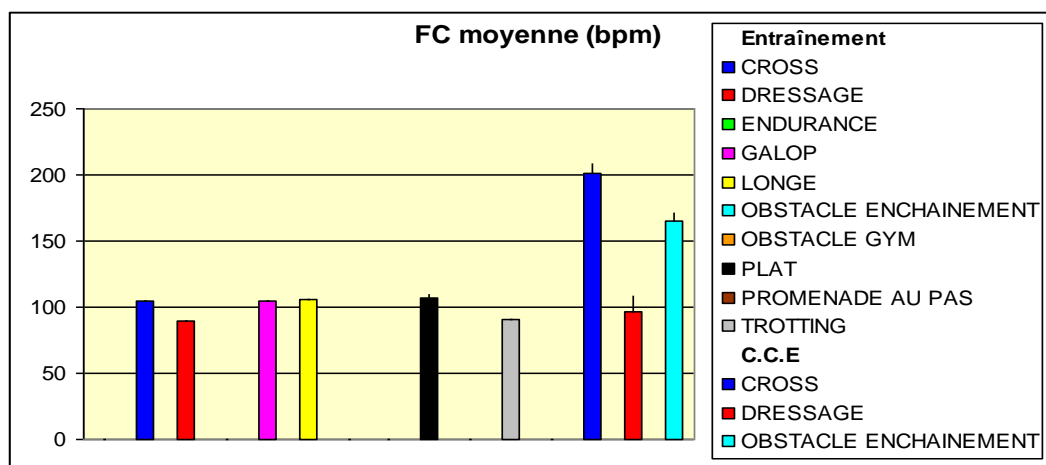


Figure 31 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque moyenne (FC moyenne) en fonction du type de séance pour le cheval 5B.

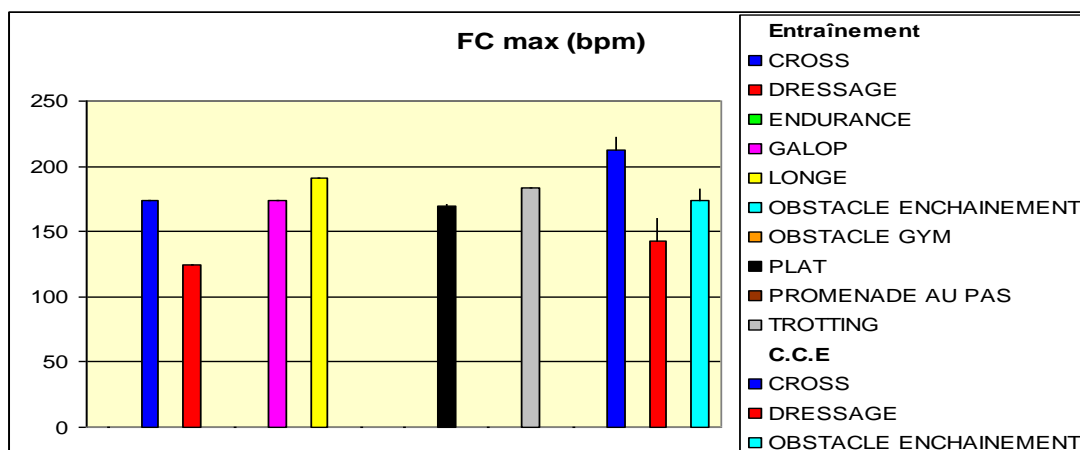


Figure 32 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque maximale (FC max) en fonction du type de séance pour le cheval 5B.

L'analyse de la figure 31 montre un important décalage entre les FC moyennes observées à l'entraînement et celles observées en compétition. Cependant, l'étude de la figure 32 révèle une adéquation entre les FC max observées à l'entraînement et celles enregistrées en compétition. L'analyse des tracés de FC dans leur globalité met en évidence des variations importantes au cours des exercices.

Par ailleurs, les valeurs de lactatémies de 5B sont toujours élevées (Voir Annexe 6-b : 14,2 mmol/l à Beaumont Pied de Bœuf, 9,7 mmol/l à Fontenay sur Eure et 12,2 mmol/l à Saumur). Ces valeurs élevées nous ont conduits à suspecter une pathologie musculaire et un prélèvement sanguin a été réalisé le lendemain du cross de Beaumont Pied de Bœuf, en vue d'un dosage des enzymes musculaires. L'analyse a conduit aux résultats suivants : SGOT = 373 UI et CPK = 223 UI. Ces valeurs, certes légèrement élevées ne sont toutefois pas alarmantes.

Cheval 5C :

5C est une jument d'1m73, âgée de 5 ans. Elle a déjà fait l'objet d'un suivi médico-sportif au cours de son année de 4 ans (MORILLON 2008). Son élégance et son très beau « coup de saut » font d'elle une jument très prometteuse. C'est une jument très sensible et au moral plutôt fragile. Sa soigneuse la met au marcheur 30 à 45 minutes tous les matins à partir de 7h30.

Ses résultats, moyens dans l'ensemble, devraient s'améliorer au cours des saisons suivantes. Toutefois, qualifiée pour la Grande Finale du cycle classique des 5 ans, elle se classera 7^{ème} sur 69.

Tableau XVIII : Récapitulatif du nombre d'enregistrements disponibles pour le cheval 5C, en fonction du type de travail

	Type de travail	Nombre de séances effectuées au cours de la période d'observation	Nombre d'enregistrements de fréquences cardiaques disponibles
Entraînement	Cross	0	0
	Dressage	5	2
	Endurance	3	1
	Galop	1	0
	Longe	3	0
	Obstacle enchaînement	4	3
	Obstacle gymnastique	1	0
	Plat	6	0
	Promenade au pas	0	0
	Trotting	5	1
C.C.E	Cross	4	4
	Dressage	4	4
	Obstacle enchaînement	3	3
	Total	39	18

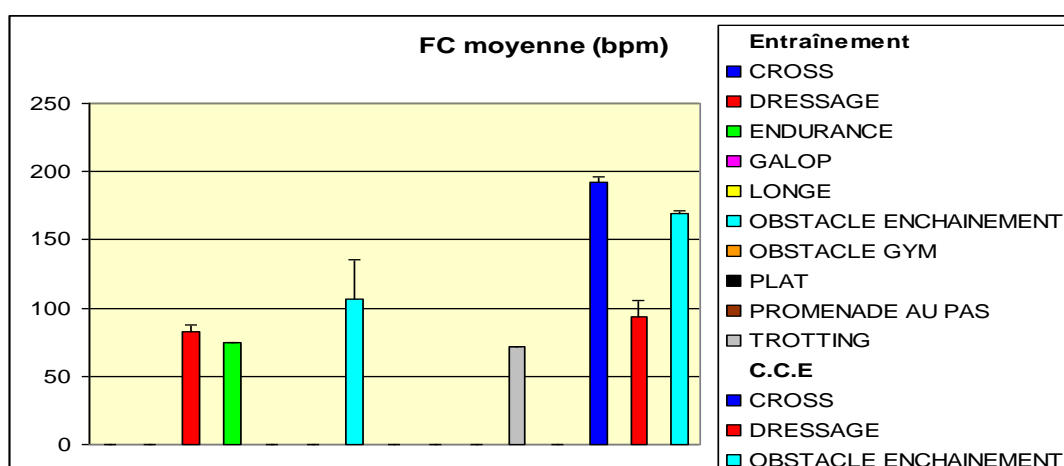


Figure 33 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque maximale (FC max) en fonction du type de séance pour le cheval 5C.

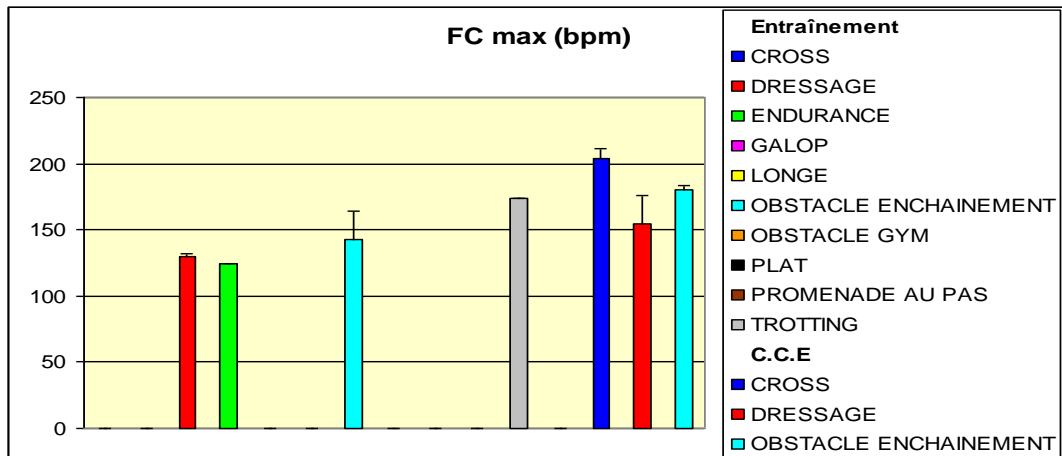


Figure 34 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque maximale (FC max) en fonction du type de séance pour le cheval 5C.

Ici encore, l'analyse de la figure 33 montre une inadéquation entre les FC moyennes observées à l'entraînement et en compétition. Cette différence demeure modérée pour les exercices de type « dressage » mais est très importante pour ceux de type « obstacle enchaînement » et « cross ».

Par ailleurs, les FC maximales sont également plus élevées en compétition qu'à l'entraînement mais dans une moindre mesure (voir figure 34).

La lactatémie à l'issue du cross en compétition est toujours relativement faible (6,4 mmol/l à Beaumont Pied de Bœuf le 11/05, 5,1 mmol/l à Fontenay sur Eure le 04/06 et 7,2 mmol/l à Saumur le 26/06).

Cheval 5D :

5D est un hongre d'1m70. Egalement suivi au cours de son année de 4 ans (MORILLON, 2008), son cavalier le trouvait peu dynamique, fainéant. Ses performances au début de la saison des 5 ans malgré une raideur toujours présente et une tendance à se « laisser aller » ont mené son cavalier à suspecter une pathologie sous jacente.

Il ne va jamais au marcheur mais son soigneur le met régulièrement en liberté.

5D s'est classé 1^{er} sur 57 à Bonneville le 16/04, 1^{er} sur 22 à La Flèche Thorée le 29/04, 1^{er} sur 42 à Fontenay sur Eure le 04/06 et enfin 2^{ème} sur 48 à Saumur le 26/06. Cependant, des valeurs de lactates relativement élevées (11,4 mmol/l à La Flèche Thorée, 8,7 mmol/l à Fontenay sur Eure et 9,9 mmol/l à Saumur) associées aux ressentis du cavalier, nous ont conduits à effectuer des analyses le lendemain des cross.

Les résultats de ces analyses sont les suivants :

- le 30/04, au lendemain du cross de La Flèche Thorée : SGOT = 351 UI CPK = 842 UI

- le 14/05, le lendemain de Beaumont Pied de Bœuf où il n'a pas couru le cross (forfait pour blessure du cavalier) : SGOT = 333 UI CPK = 323 UI

Ces valeurs relativement élevées au vu des efforts fournis par le cheval laissaient suspecter un traumatisme *a priori* musculaire (ce que confirmait l'impression de raideur soulignée par le cavalier).

Après notre départ, une gastroscopie a été effectuée au mois de Juillet et a révélé la présence de nombreux ulcères. 5D a été immédiatement arrêté, traité et mis au pré. Il n'a pas couru la Grande Finale au mois de Septembre.

Tableau XIX : Récapitulatif du nombre d'enregistrements disponibles pour le cheval 5D, en fonction du type de travail

	Type de travail	Nombre de séances effectuées au cours de la période d'observation	Nombre d'enregistrements de fréquences cardiaques disponibles
Entraînement	Cross	0	0
	Dressage	1	1
	Endurance	5	3
	Galop	1	0
	Longe	0	0
	Obstacle enchaînement	5	2
	Obstacle gymnastique	4	2
	Plat	7	3
	Promenade au pas	1	0
	Trotting	1	0
C.C.E	Cross	4	4
	Dressage	4	4
	Obstacle enchaînement	4	4
	Total	37	23

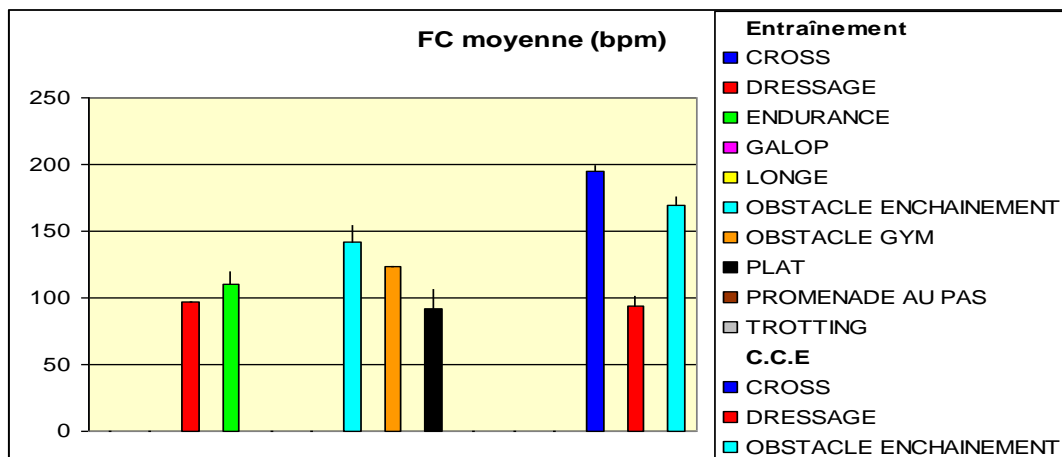


Figure 35 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque moyenne (FC moyenne) en fonction du type de séance pour le cheval 5D.

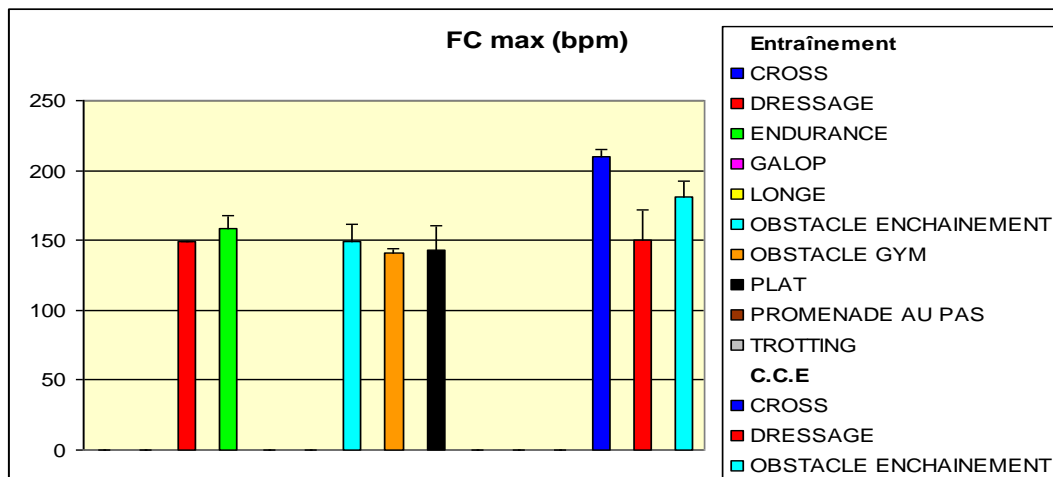


Figure 36 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque maximale (FC max) en fonction du type de séance pour le cheval 5D.

Une fois encore une inadéquation apparaît ici entre les FC moyennes enregistrées à l'entraînement et celles observées en compétition pour les efforts de type « obstacle enchaînement » et « cross » (figure 35).

Cette inadéquation est confirmée par les FC maximales qui, à l'entraînement, ne dépassent pas 150bpm alors qu'elles peuvent dépasser 200bpm en compétition.

Si les travaux proposés à 5D sont variés, ils semblent, dans l'ensemble, manquer d'intensité.

Cheval 5E:

5E est une jument d'1m69. Suivie au cours de son année de 4 ans, elle a été traitée et arrêtée plusieurs fois déjà pour myosite. Sa tendance à l'embonpoint (elle pèse 595 kg) malgré des rations au minimum ne facilite pas son travail.

Cependant, cette année, avec son nouveau cavalier elle réussit à se classer plusieurs fois dans le cadre du cycle classique 5 ans (elle est 6^{ème} sur 22 à La Flèche le 29/04, 8^{ème} sur 43 à Beaumont le 11/05 et 20^{ème} sur 48 à Saumur le 26/06).

Elle ne sera cependant pas qualifiée pour la Grande Finale du cycle classique.

Tableau XX : Récapitulatif du nombre d'enregistrements disponibles pour le cheval 5E, en fonction du type de travail

	Type de travail	Nombre de séances effectuées au cours de la période d'observation	Nombre d'enregistrements de fréquences cardiaques disponibles
Entraînement	Cross	1	1
	Dressage	0	0
	Endurance	7	2
	Galop	1	0
	Longe	2	0
	Obstacle enchaînement	3	2
	Obstacle gymnastique	3	2
	Plat	7	2
	Promenade au pas	1	0
	Trotting	2	1
C.C.E	Cross	2	2
	Dressage	2	2
	Obstacle enchaînement	1	1
	Total	33	15

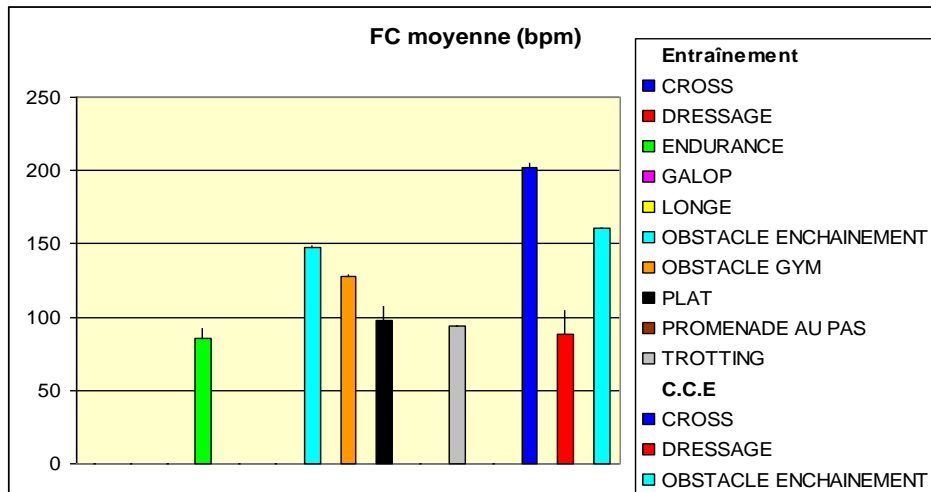


Figure 37 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque moyenne (FC moyenne) en fonction du type de séance pour le cheval 5E.

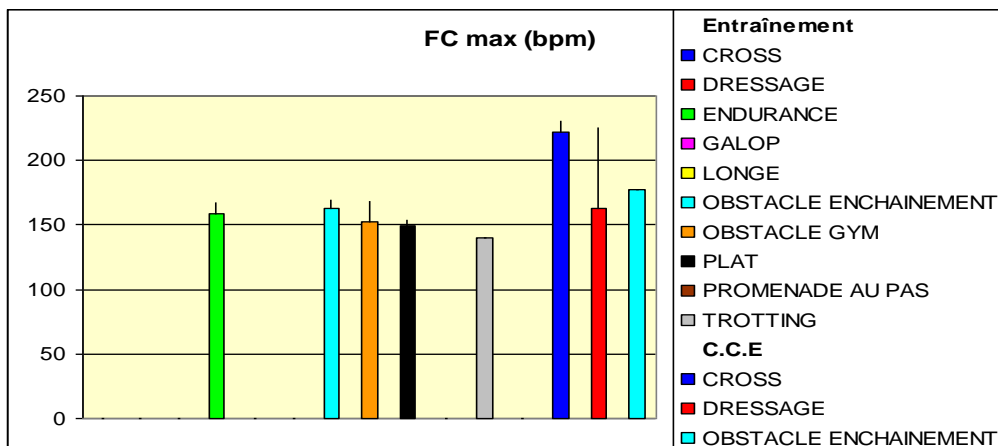


Figure 38 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque maximale (FC max) en fonction du type de séance pour le cheval 5E.

L'analyse des figures 37 et 38 montre d'une part une adéquation entre les FC moyennes et maximales observées lors des séances de type « dressage » et « obstacle enchaînement » en compétition et à l'entraînement, par ailleurs, aucun travail à l'entraînement ne correspond au « cross » en compétition.

Les valeurs de lactatémie enregistrées à l'issue des cross sont relativement élevées : 7,5 mmol/l à La Flèche Thorée le 29/04, vitesse moyenne de 490m/min, 13,2 mmol/l à Beaumont Pied de Bœuf le 11/05, vitesse moyenne de 537m/min.

Les analyses post-cross ont donné les résultats suivants :

- le 30/04 : au lendemain du cross de La Flèche Thorée : SGOT = 412 UI CPK = 203 UI
- le 12/05 : au lendemain du cross de Beaumont : SGOT = 427 UI CPK = 715 UI

Ici encore ces résultats ne sont pas alarmants mais demeurent élevés par rapport aux valeurs de référence, ce qui laisse suspecter une pathologie sous-jacente (rappelons que cette jument est sujette aux myosites).

Cheval 5F:

5F est un hongre d'1m67. Ses origines prestigieuses laissaient présager d'une grande carrière. Cependant, une blessure importante au jarret alors qu'il était au pré, associée à un caractère difficile et lunatique, le handicapent sérieusement et représentent un frein à ses performances sportives.

5F étant capable du meilleur comme du pire en fonction de son humeur, ses résultats sont irréguliers tout au long de la saison : 18^{ème} sur 25 à Bonneville le 16/04, 9^{ème} sur 11 à La Flèche Thorée le 29/04, 21^{ème} sur 24 à Beaumont Pied de Bœuf le 11/05, il se classera 8^{ème} sur 17 à Fontenay sur Eure le 04/06 et enfin 3^{ème} sur 11 à Saumur le 26/06.

Tableau XXI : Récapitulatif du nombre d'enregistrements disponibles pour le cheval 5F, en fonction du type de travail

	Type de travail	Nombre de séances effectuées au cours de la période d'observation	Nombre d'enregistrements de fréquences cardiaques disponibles
Entraînement	Cross	0	0
	Dressage	1	1
	Endurance	6	3
	Galop	1	0
	Longe	0	0
	Obstacle enchaînement	6	5
	Obstacle gymnastique	3	2
	Plat	8	2
	Promenade au pas	2	1
	Trotting	2	0
C.C.E	Cross	4	4
	Dressage	4	4
	Obstacle enchaînement	5	5
	Total	42	27

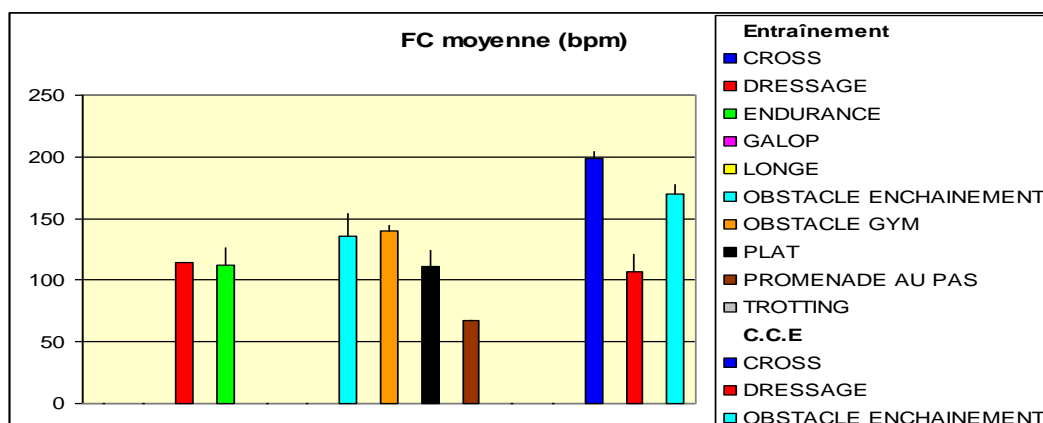


Figure 39 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque moyenne (FC moyenne) en fonction du type de séance pour le cheval 5F.

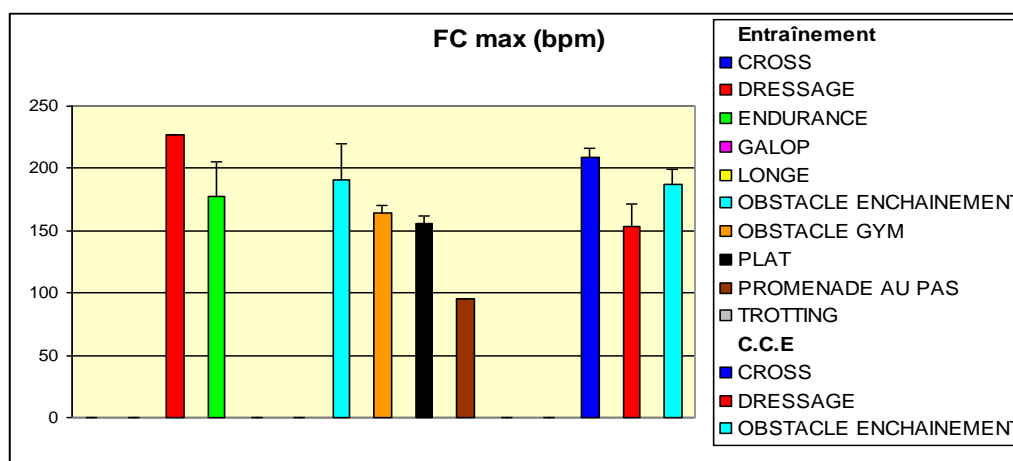


Figure 40 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque maximale (FC max) en fonction du type de séance pour le cheval 5F.

En ce qui concerne les FC moyennes, une différence significative apparaît entre celles observées en compétition et celles enregistrées à l'entraînement pour les séances de type « obstacle enchaînement » ; aucune séance de travail à l'entraînement n'est d'intensité comparable à celle des cross en compétition ; par contre, le « dressage » à l'entraînement correspond à celui observé en compétition (figure 39).

Les valeurs de FC max élevées alors que les FC moyennes à l'entraînement correspondent globalement à des séances d'intensité moyenne, peuvent s'expliquer par l'émotivité et le caractère de l'animal. Celui-ci est tout à fait capable au cours d'une séance de type « endurance » ou même « dressage » de monter en pression et d'atteindre des valeurs de FC max voisines de 200bpm.

Les valeurs de lactatémie enregistrées sont globalement relativement élevées : 6,9 mmol/l à La Flèche Thorée, 8,4 mmol/l à Beaumont Pied de Bœuf, 9,1 mmol/l à Fontenay sur Eure et 10,2 mmol/l à Saumur (voir Annexe 10-b).

Cheval 7A:

7A est un hongre d'1m72. C'est un grand cheval, osseux, qui a tendance à être raide. Une succession de contre-performances en début de saison a alerté l'entourage du cheval. 7A s'arrêtait systématiquement sur le cross alors que jusqu'à présent ce n'était pas du tout dans ses habitudes. Son cavalier l'a présenté pour des séances d'ostéopathie qui ont révélé des douleurs dans le dos et certaines articulations.

7A est régulièrement mis au marcheur (plusieurs fois par semaine).

Tableau XXII : Récapitulatif du nombre d'enregistrements disponibles pour le cheval 7A, en fonction du type de travail

	Type de travail	Nombre de séances effectuées au cours de la période d'observation	Nombre d'enregistrements de fréquences cardiaques disponibles
Entraînement	Cross	1	1
	Dressage	2	2
	Endurance	0	0
	Galop	2	2
	Longe	1	0
	Obstacle enchaînement	2	1
	Obstacle gymnastique	0	0
	Plat	2	2
	Promenade au pas	5	1
	Trotting	0	0
C.C.E	Cross	2	2
	Dressage	1	1
	Obstacle enchaînement	1	1
	Total	19	13

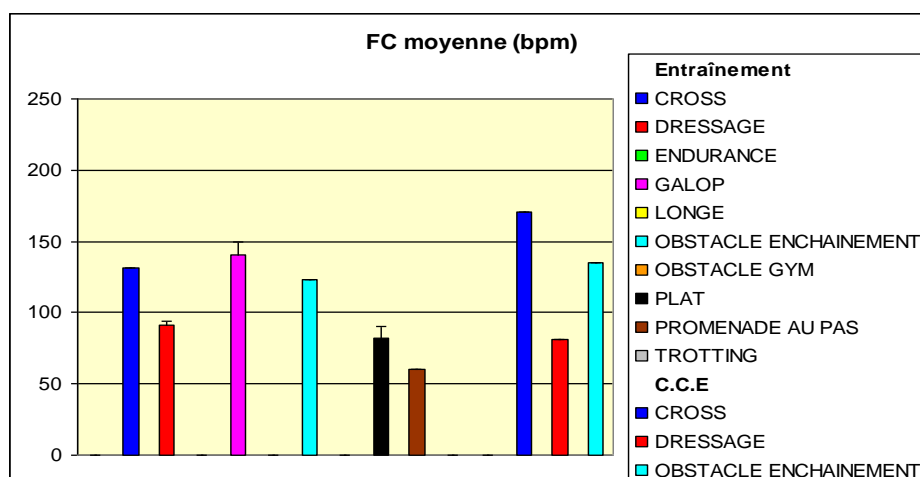


Figure 41 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque moyenne (FC moyenne) en fonction du type de séance pour le cheval 7A.

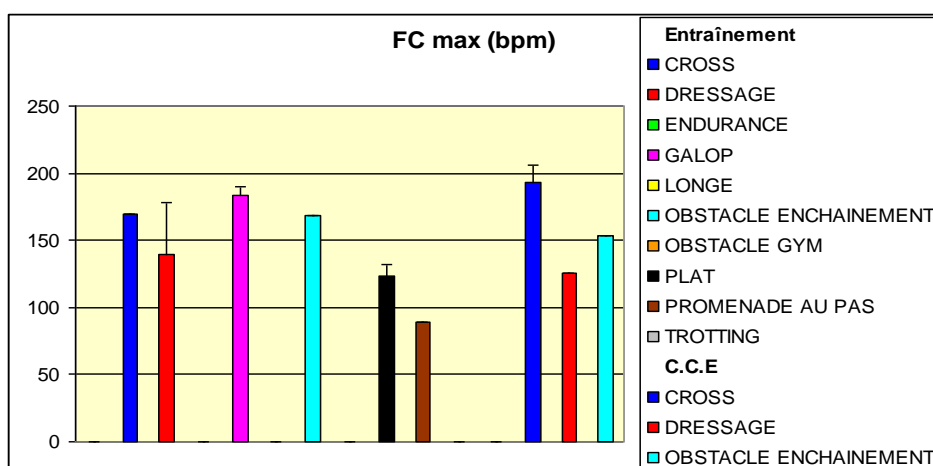


Figure 42 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque maximale (FC max) en fonction du type de séance pour le cheval 7A.

Les figures 41 et 42 montrent que l'entraînement est ici relativement bien adapté aux efforts fournis en compétition puisque les FC moyennes et maximales sont globalement les mêmes dans les deux cas. Des séances de type « cross » et « galop » lui sont proposées à l'entraînement.

Lors des séances de galop, le cheval effectue sur une piste adéquate 4 paliers à vitesse croissante. Entre chaque palier, il effectue une minute de trot puis une minute de pas. La prise de sang pour mesure de la lactatémie est effectuée à la fin du galop du dernier palier. Les deux séances de galop enregistrées ont donné les valeurs de lactatémie suivantes : 7,0 mmol/l le 04/05 et 6,0 mmol/l le 18/05.

Les lactatémies obtenues à l'issue des cross en compétition sont les suivantes : 4,9 mmol/l à Beaumont Pied de Bœuf le 11/05 (un refus sur le cross, vitesse moyenne 367m/min) et 13,7 mmol/l à Dijon le 27/05 (vitesse moyenne 480m/min).

Cheval 7B:

7B est un hongre d'1m68 âgé de 7 ans. A 7ans 7B a un physique de « poulain en croissance », en effet, sa croupe est surélevée de plusieurs centimètres par rapport à son garrot, comme s'il n'avait pas achevé sa croissance. Cette particularité morphologique lui confère un équilibre difficile à gérer sur les parcours d'obstacle.

Malgré ce handicap qui devrait le limiter considérablement à ce niveau, 7B est un très bon cheval aux performances étonnantes (14^{ème} sur 65 aux Championnats de France des chevaux de 7 ans à Dijon le 28/05/07). Il sera sélectionné en octobre 2007 pour courir les Championnats du Monde des chevaux de 7 ans au Lion d'Angers (49) où il se classera 17^{ème} sur 56.

Tableau XXIII : Récapitulatif du nombre d'enregistrements disponibles pour le cheval 7B, en fonction du type de travail

	Type de travail	Nombre de séances effectuées au cours de la période d'observation	Nombre d'enregistrements de fréquences cardiaques disponibles
Entraînement	Cross	0	0
	Dressage	8	4
	Endurance	0	0
	Galop	3	2
	Longe	0	0
	Obstacle enchaînement	2	2
	Obstacle gymnastique	0	0
	Plat	2	1
	Promenade au pas	1	0
	Trotting	2	1
C.C.E	Cross	1	1
	Dressage	1	1
	Obstacle enchaînement	1	0
	Total	21	12

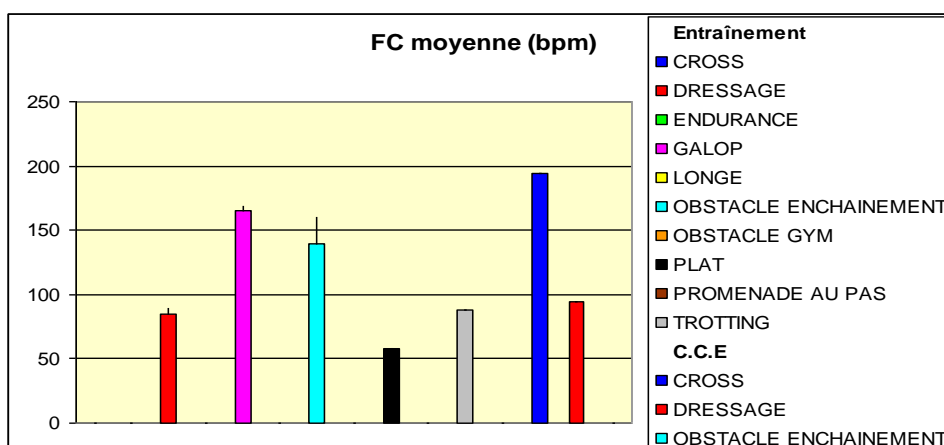


Figure 43 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque moyenne (FC moyenne) en fonction du type de séance pour le cheval 7B.

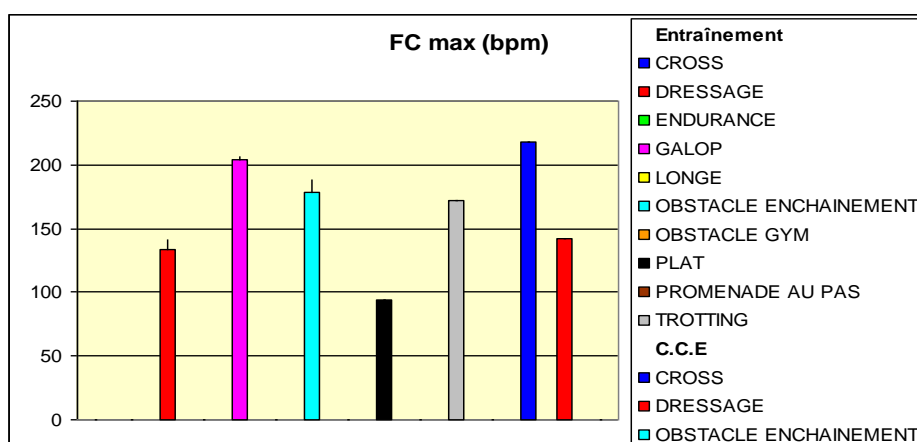


Figure 44 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque maximale (FC max) en fonction du type de séance pour le cheval 7B.

Le fait que nous n'ayons suivi 7B que sur un mois (mois de mai 2007) explique le peu de données dont nous disposons. Cependant, au vu des résultats répertoriés dans les figures 43 et 44 nous pouvons remarquer que les FC moyennes et maximales enregistrées à l'entraînement correspondent bien à celles observées lors de la compétition.

Les séances de type « galop » correspondent ici à un travail réalisé en continu : le cheval effectue 4 tours de piste et le cavalier augmente progressivement la vitesse à chaque tour pour atteindre sur le dernier tour environ 550m/min. Le galop dure au total 8 à 9 minutes. La prise de sang pour analyse de la lactatémie est prise à l'arrivée du galop. Les valeurs obtenues sont les suivantes :

- 7,7 mmol/l le 10/05
- 11,0 mmol/l le 14/05
- 10,2 mmol/l le 19/05

A l'arrivée du cross à Dijon, la lactatémie de 7B était de 16,8 mmol/l (vitesse moyenne de 534m/min).

Cheval 7C:

7C est un hongre d'1m67 âgé de 7 ans. Au cours de ces deux dernières années 7C n'a pas toujours été très régulier. C'est un cheval sensible qui peut être capable du meilleur comme du pire. Qualifié de justesse pour les Championnats de France des chevaux de 7 ans, il finira premier de l'épreuve le 28/05. Ces résultats trop irréguliers à la suite de cette performance le priveront des Championnats du Monde en octobre 2007.

Tableau XXIV : Récapitulatif du nombre d'enregistrements disponibles pour le cheval 7C, en fonction du type de travail

	Type de travail	Nombre de séances effectuées au cours de la période d'observation	Nombre d'enregistrements de fréquences cardiaques disponibles
Entraînement	Cross	0	0
	Dressage	5	3
	Endurance	0	0
	Galop	0	0
	Longe	0	0
	Obstacle enchaînement	2	1
	Obstacle gymnastique	0	0
	Plat	2	1
	Promenade au pas	2	1
	Trotting	1	1
C.C.E	Cross	2	2
	Dressage	2	2
	Obstacle enchaînement	2	1
	Total	18	12

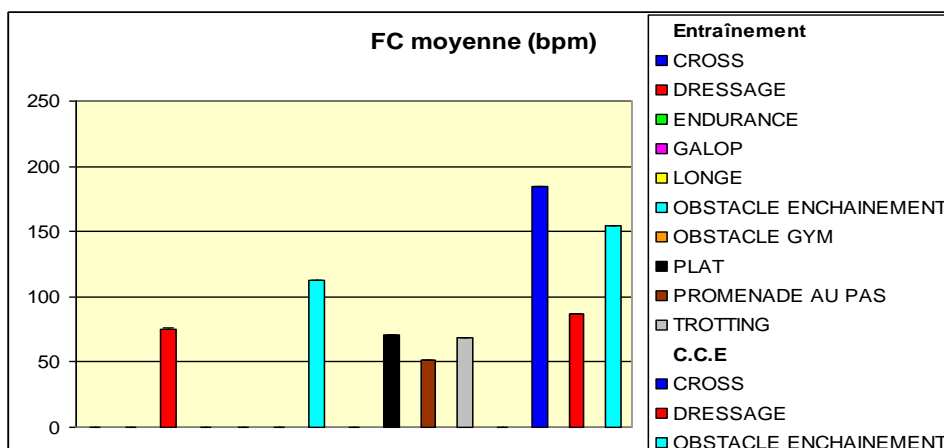


Figure 45 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque moyenne (FC moyenne) en fonction du type de séance pour le cheval 7C.

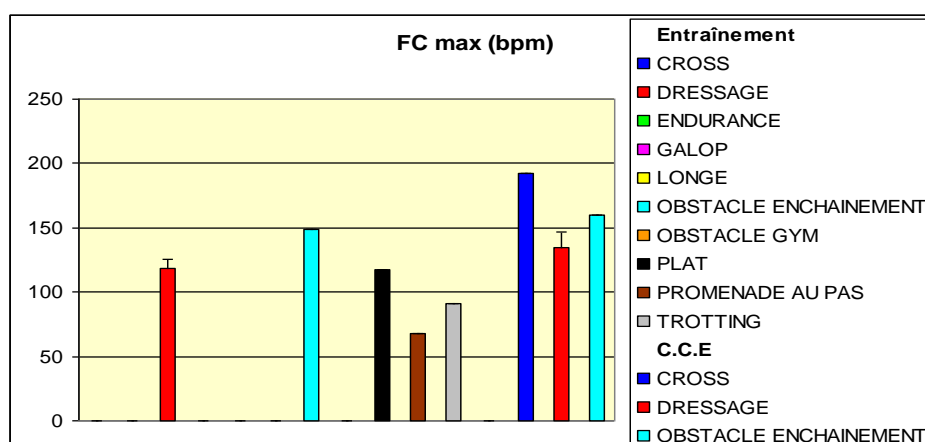


Figure 46 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque maximale (FC max) en fonction du type de séance pour le cheval 7C.

L'analyse de la figure 45 présente une importante inadéquation entre les FC moyennes observées à l'entraînement et celles enregistrées en compétition, y compris pour les séances de type « obstacle enchaînement ».

Les valeurs de lactatémie relevées en compétition sont les suivantes :

- 12,2 mmol/l à l'issue du cross de Beaumont Pied de Boeuf couru à une vitesse moyenne de 568m/min.

- 16,1 mmol/l à l'issue du cross de Dijon couru à une vitesse moyenne de 542 m/min.

2-2 Analyse statistique des résultats en fonction de l'âge

Au vu des résultats individuels, il nous a semblé intéressant d'évaluer l'effet de l'âge sur le type d'entraînement. Pour cela nous avons retenu les trois catégories d'âge décrites

plus haut qui correspondent à des types d'épreuves différentes. Nous voulions ainsi vérifier l'adéquation entre l'effort fourni à l'entraînement et celui exigé en compétition. Les résultats sont exprimés en fonction du type de séance, s'il s'agit d'un entraînement ou d'une compétition.

Catégorie « Chevaux de 4 ans »:

Tableau XXV : Récapitulatif du nombre d'enregistrements disponibles pour les chevaux de 4 ans, en fonction du type de travail

	Type de travail	Nombre de séances effectuées au cours de la période d'observation	Nombre d'enregistrements de fréquences cardiaques disponibles
Entraînement	Cross	2	0
	Dressage	0	0
	Endurance	19	10
	Galop	2	0
	Longe	13	5
	Obstacle enchaînement	10	4
	Obstacle gymnastique	7	3
	Plat	32	12
	Promenade au pas	3	2
	Trotting	3	2
CCE	Cross	5	5
	Obstacle enchaînement	7	7
	Total	103	50

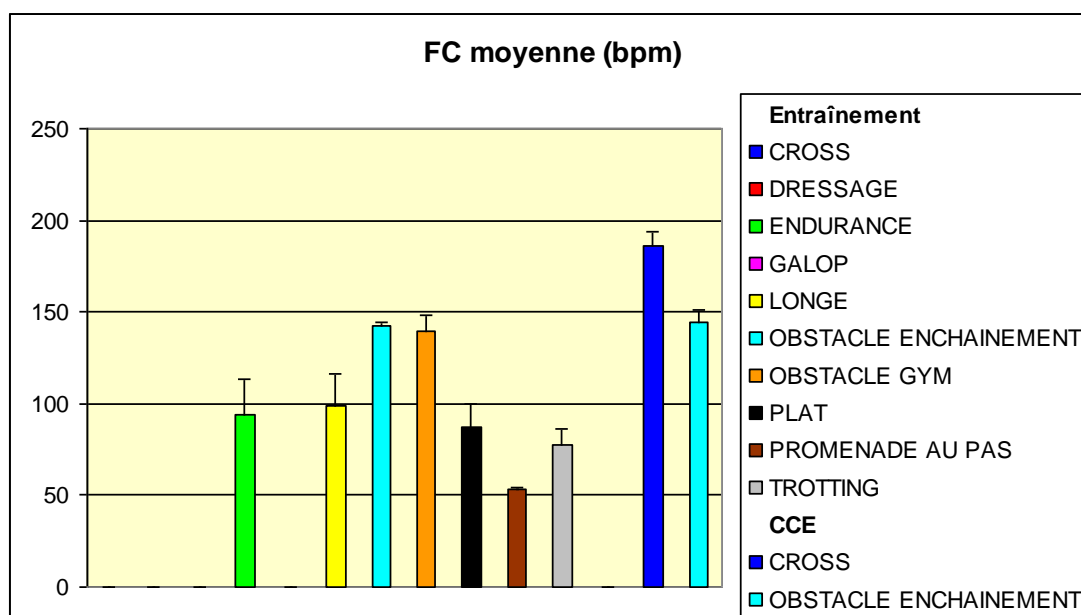


Figure 47 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque moyenne (FC moyenne) des chevaux de 4 ans, à l'entraînement et en compétition, en fonction du type de séance.

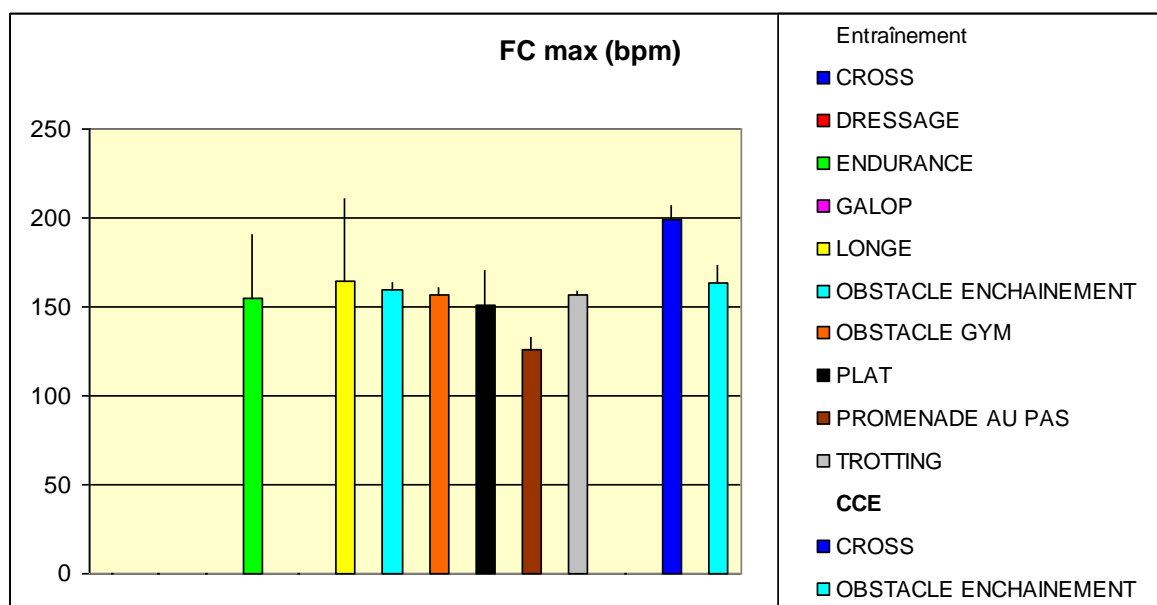


Figure 48 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque maximale (FC max) des chevaux de 4 ans, à l'entraînement et en compétition, en fonction du type de séance.

L'entraînement des jeunes chevaux de 4 ans est ici axé sur des travaux d'assouplissement, d'équilibration et de « mise sur la main ». Le tableau XXV montre que 31% de l'entraînement est consacré au travail sur le plat, 19% au travail de type « endurance », 16,5% au travail à l'obstacle (« enchaînement » et « gymnastique ») et 12,6% au travail en longe.

L'analyse de la figure 47 montre une adéquation entre les FC moyennes enregistrées en compétition et celles relevées à l'entraînement, concernant l'« obstacle enchaînement ». Aucun effort à l'entraînement ne dépasse 150bpm. Les FC moyennes concernant les travaux de type « endurance » révèlent des valeurs n'excédant pas 100bpm ce qui ne correspond pas à des travaux dits d'endurance, susceptibles de solliciter suffisamment le muscle cardiaque de manière à augmenter son volume.

Catégorie « Chevaux de 5 ans »:

Tableau XXVI : Récapitulatif du nombre d'enregistrements disponibles pour les chevaux de 5 ans, en fonction du type de travail

	Type de travail	Nombre de séances effectuées au cours de la période d'observation	Nombre d'enregistrements de fréquences cardiaques disponibles
Entra ⁵ ne+ent	Cross	2	1
	Dressage	15	6
	Endurance	28	13
	Galop	5	1
	Longe	14	2
	Obstacle enchaînement	25	15
	Obstacle gymnastique	16	7
	Plat	41	13
	Promenade au pas	6	1
	Trotting	13	3
CCE	Cross	21	21
	Dressage	22	22
	Obstacle enchaînement	20	20
	Total	228	125

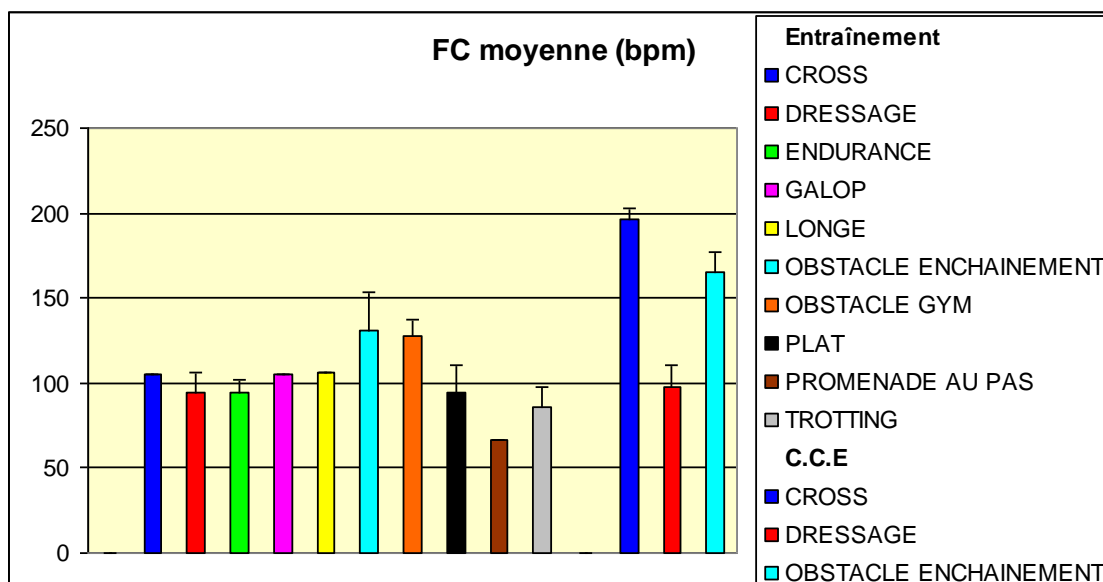


Figure 49 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque moyenne (FC moyenne) des chevaux de 5 ans, à l'entraînement et en compétition, en fonction du type de séance.

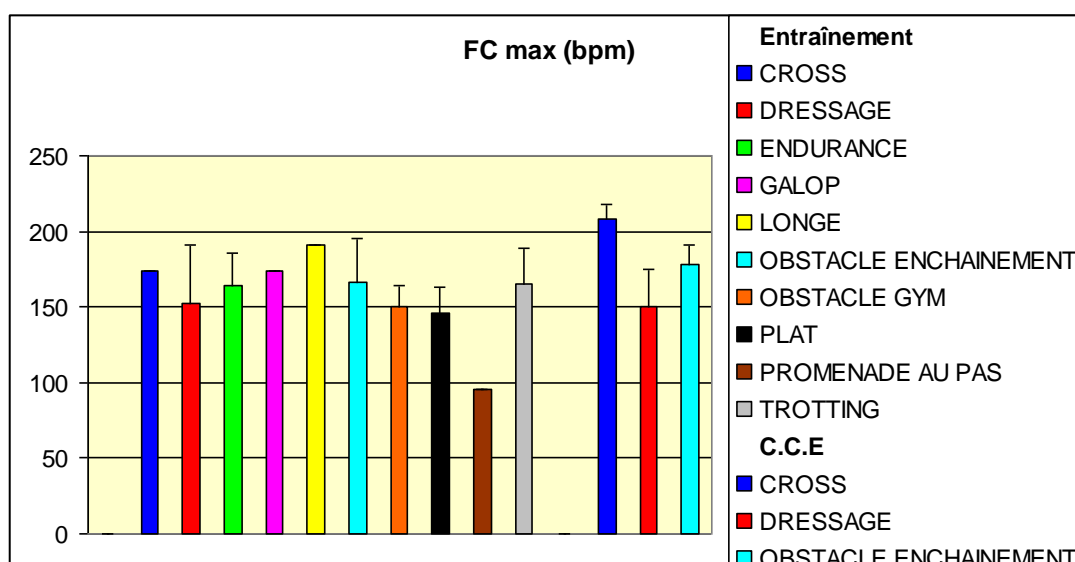


Figure 50 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque maximale (FC max) des chevaux de 5 ans, à l'entraînement et en compétition, en fonction du type de séance.

L'analyse du tableau XXVI montre que 34% de l'entraînement des chevaux de 5 ans est consacré au travail de type « dressage » et « plat », 24,8% au travail à l'obstacle (« gymnastique » et « enchaînement »), 17% au travail de type « endurance » et seulement 8,5% au travail à la longe.

Catégorie « Chevaux de 7 ans »:

Tableau XXVII : Récapitulatif du nombre d'enregistrements disponibles à l'entraînement pour les chevaux de 7 ans, en fonction du type de travail.

	Type de travail	Nombre de séances effectuées au cours de la période d'observation	Nombre d'enregistrements de fréquences cardiaques disponibles
Entraînement	Cross	4	3
	Dressage	16	10
	Endurance	2	1
	Galop	6	5
	Longe	5	1
	Obstacle enchaînement	8	6
	Obstacle gymnastique	1	1
	Plat	10	7
	Promenade au pas	9	3
	Trotting	4	3
C.C.E	Cross	6	6
	Dressage	4	4
	Obstacle enchaînement	3	3
	Total	78	53

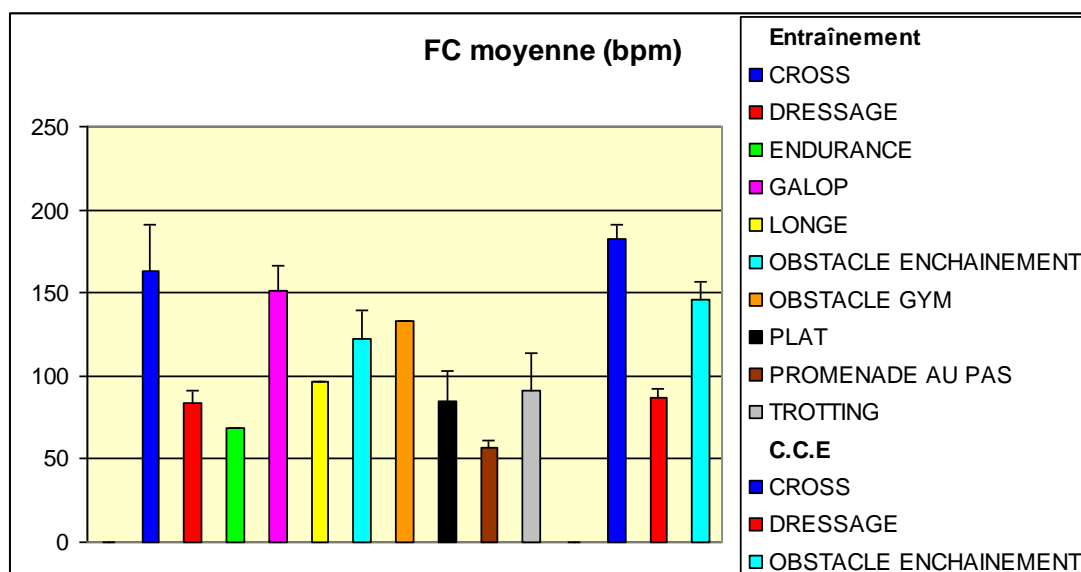


Figure 51 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque moyenne (FC moyenne) des chevaux de 7 ans, à l'entraînement et en compétition, en fonction du type de séance.

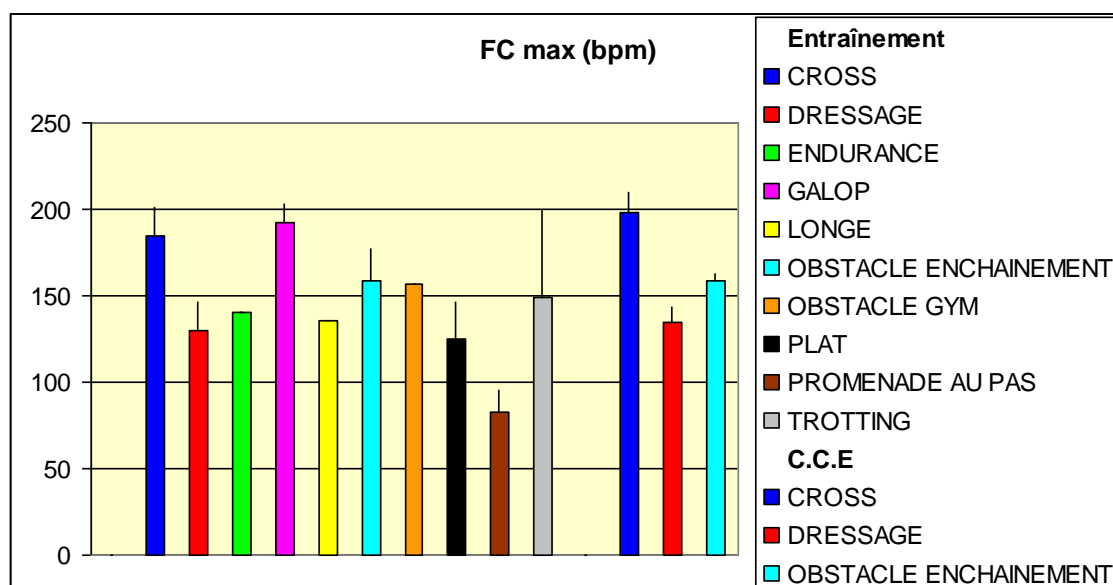


Figure 52 : Diagramme présentant la fréquence cardiaque maximale (FC max) des chevaux de 7 ans, à l'entraînement et en compétition, en fonction du type de séance.

L'analyse du tableau XXVII montre que 40% de l'entraînement des chevaux de 7 ans est consacré au travail de type « dressage » et « plat », 14% au travail de type « obstacle » et 15% au travail de type « galop » et « cross ».

3 DISCUSSION

L'analyse des résultats obtenus au cours de cette étude nous amène à formuler plusieurs remarques concernant l'inadéquation mise en évidence entre les efforts fournis lors des épreuves d'aptitude et ceux auxquels sont soumis les chevaux à l'entraînement. Il apparaît ici important de prendre en compte les limites de notre étude de manière à proposer un plan d'entraînement rationnel et d'établir des pistes de réflexions qui permettraient d'investiguer d'avantage dans ce domaine délicat qu'est l'entraînement des jeunes chevaux de concours complet d'équitation.

3-1 Limites de l'étude

3-1-1 Limites liées à la population étudiée

Au cours de notre étude nous n'avons pu suivre qu'un nombre restreint de chevaux. Cette difficulté, liée d'une part au nombre de chevaux présents dans l'écurie au moment du suivi et d'autre part à la faisabilité des mesures, se retrouve dans la plupart des études traitant de l'entraînement des chevaux que ce soit de course (YOUNG 1999), (COUROUCE, 1993), d'attelage (THIRIEZ 2002) ou de concours complet (MORILLON 2008), (GOUPIL 1990). Les populations étudiées varient généralement de 5 à 30 chevaux.

Les cavaliers ayant participé à l'étude étaient tous des professionnels. Cette particularité permet d'écarter, au moins partiellement, l'influence de l'expérience du cavalier sur les performances de son cheval. L'effet « cavalier » aurait également pu être étudié ici puisque certains chevaux étaient montés (en entraînement et en compétition) par plusieurs cavaliers. Nous avons pris le parti de ne pas aborder ce sujet car les données recueillies étaient insuffisantes pour pouvoir être traitées de façon statistique.

L'étude a été intégralement menée sur des chevaux de l'Ecole Nationale d'Equitation, il serait très intéressant de mener le même type d'étude sur une population de chevaux appartenant à des écuries professionnelles différentes ce qui permettrait de vérifier la validité de nos résultats sur un panel de chevaux entraînés, nourris et logés différemment.

3-1-2 Limites liées au suivi quotidien.

L'ensemble des chevaux était suivi par un seul opérateur. Certains chevaux s'entraînant au même moment, il était difficile de recueillir systématiquement les données de tous les entraînements de tous les chevaux. Pour pallier à ce défaut, un « carnet d'entraînement » a été élaboré et distribué à tous les cavaliers de manière à ce que ceux-ci renseignent le contenu des entraînements quand l'opérateur ne pouvait être présent au moment de la séance. Bien que ces données soient incomplètes (pas d'enregistrement des fréquences cardiaques sur ces séances), cet exercice a permis de recueillir un grand nombre de données supplémentaires et d'impliquer d'avantage les cavaliers. Nous reviendrons ultérieurement sur cette notion de carnet d'entraînement qui pourrait s'avérer être un outil intéressant pour aider les cavaliers à mener au mieux la préparation de leurs chevaux.

Dans l'étude préliminaire qui avait été menée en 2006 (MORILLON, 2008), il avait été montré qu'à l'entraînement, les séances autres que celles de type « galop » ou « cross »

présentaient des lactatémies toujours inférieures à 4 mmol/L, valeur admise comme étant le seuil aéro-anaérobie. De ce fait, la décision a été prise au début de l'étude, de ne réaliser des prélèvements sanguins en vue d'un dosage de lactatémie que sur les entraînements au cross et les galops.

Le récapitulatif du nombre total de séances suivies et d'enregistrements disponibles en fonction de l'âge et du type d'exercice révèle qu'un plus grand nombre de séances ont été suivies pour les chevaux de 5 ans que pour ceux de 4 et 7 ans. Cette constatation est liée au fait qu'au début de l'étude il avait été décidé de ne suivre que les chevaux de 4 et 5 ans. Les résultats obtenus au bout d'un mois nous ont incité à suivre, au cours du reste de l'étude, les chevaux de 7 ans de manière à pouvoir comparer la charge de travail des jeunes chevaux à celle de chevaux adultes. Ce suivi des chevaux de 7 ans a donc débuté un mois après celui des autres et a été privilégié jusqu'à la fin de l'étude à celui des chevaux de 4 ans. Il serait donc intéressant de suivre les quatre générations de chevaux (jeunes de 4 à 6 ans et adultes de 7 ans) sur une période plus longue (idéalement sur une saison complète). La seule difficulté réellement rencontrée au cours des enregistrements était un décrochage intempestif des électrodes au cours de l'exercice. Ce problème n'a heureusement pas été rencontré souvent au cours du suivi et les enregistrements concernés ont été écartés de l'étude.

3-1-3 Limites liées au type d'entraînement

Pour pouvoir utiliser ces données de façon statistique, il a été décidé avec l'aide des cavaliers, de différencier 10 types d'exercices (voir Deuxième partie, paragraphe 1-3-1 b) à l'entraînement dont 3 étaient retrouvés en compétition. Pour ce qui est des chevaux de 4 ans, l'épreuve de NEP à laquelle ils participent lors des épreuves d'élevage, qui est en fait un mélange de dressage et de saut d'obstacle, a été classée en tant qu'exercice de type « obstacle enchaînement » de manière à pouvoir comparer les trois classes d'âge.

Les profils énergétiques correspondant à ces exercices sont donc propres à notre étude et ne pourraient en aucun cas être comparés arbitrairement à d'autres considérés du même type, mais effectués dans le cadre d'une autre étude, sur une population de chevaux différente. En effet, si l'on prend l'exemple des travaux de type « endurance » considérés ici, ils ne sont absolument pas du même ordre, d'un point de vue dépense énergétique, que ceux que l'on pourrait rencontrer au cours de l'entraînement d'un cheval d'endurance.

3-1-4 Etude des sollicitations de l'appareil locomoteur

La préservation de l'appareil locomoteur est généralement le souci numéro un des cavaliers de concours complet. En effet, cette discipline, par sa diversité, met à l'épreuve l'ensemble de l'organisme de l'animal. L'épreuve de cross, alliant vitesse, souplesse et maniabilité, peut rapidement entraîner des dommages, parfois irréversibles, sur l'appareil locomoteur de ces animaux. Un intérêt particulier a d'ailleurs été porté à la phase du cross pour mettre en évidence les facteurs de risques pouvant entraîner des chutes ou des blessures et tenter de limiter ainsi les dommages souvent inhérents à cette épreuve. Une étude portant sur ce sujet a ainsi été menée en Angleterre (MURRAY, et al. 2005), et le rapport résultant transmis aux autorités équestres compétentes dans ce pays pour qu'elles puissent étudier les possibilités d'améliorations dans ce domaine.

Il aurait été intéressant ici d'évaluer les sollicitations de l'appareil locomoteur en mettant en place des mesures en 3D des mouvements réalisés au cours des différentes épreuves. Un suivi médico-sportif plus approfondi dans ce domaine aurait probablement été également intéressant mais la durée de l'étude étant trop courte, le choix a été fait de ne pas se concentrer sur ce point.

3-1-5 Etude de l'influence de l'alimentation

Il s'agit de l'un des points faibles important de notre étude. Nous avons vu dans la Première partie que l'alimentation était un facteur essentiel à la réussite des chevaux en compétition. L'étude de LE COZ BUNUEL (2006) a montré que les chevaux nourris avec une alimentation industrielle présentaient généralement un excès de protéines. Les chevaux de notre étude étant nourris de foin et d'aliment industriel, il se pourrait qu'un excès protéique soit mis en évidence sur ces chevaux.

Par ailleurs, le surpoids de certains des chevaux étudiés laisse à penser qu'il serait extrêmement intéressant d'investiguer plus profondément cette piste alimentaire. Des dosages simples et des calculs de rations pourraient être réalisés pour s'assurer que ces jeunes chevaux ne sont pas soumis à une alimentation trop riche qui pourrait, à plus ou moins long terme, entraîner des désordres métaboliques et/ou locomoteurs.

3-1-6 Suivi à réaliser sur une plus grande période

L'une des limites principale de notre étude a été le temps consacré à la récolte des données. Un suivi de 3 mois est intéressant mais bien insuffisant pour nous permettre d'analyser en profondeur tous les paramètres pouvant intervenir dans la préparation de ces jeunes chevaux. L'idéal serait de pouvoir réaliser ce suivi sur une saison complète, et sur un plus grand nombre de chevaux, de manière à bien pouvoir prendre en compte d'une part l'évolution des efforts demandés au cours de la saison, et de pouvoir suivre et enregistrer un plus grand nombre de séances à l'entraînement d'autre part, et, ainsi, réaliser des moyennes de fréquences cardiaques et de lactatémies réellement statistiquement significatives. Il serait par ailleurs extrêmement intéressant d'envisager le suivi médico-sportif d'une population de chevaux sur une génération complète, à savoir depuis leurs 4 ans jusqu'à l'âge adulte. Il faudrait pour cela suivre une très grande population de chevaux de 4 ans lors de la première année, de manière à se prémunir au maximum du risque de « perte de chevaux » au fur et à mesure de l'avancée de l'étude. Ici encore la notion de « carnet d'entraînement » standardisé qui suivrait le cheval tout au long de sa carrière pourrait s'avérer être un outil très intéressant dans le cadre d'un suivi médico-sportif sur le long terme.

3-2 L'effort à l'entraînement

3-2-1 En fonction du type d'exercice

En ce qui concerne les entraînements au cross, il apparaît que les efforts demandés à l'entraînement sont très nettement insuffisants par rapport à ceux fournis lors des épreuves officielles. Cette variation peut également s'expliquer par le fait qu'il s'agit ici de jeunes chevaux qui n'ont pas encore totalement achevé leur croissance ; leurs cavaliers, souvent à juste titre, n'osent généralement pas trop solliciter cet appareil musculo-squelettique encore immature de manière à le préserver pour la future carrière sportive de l'animal.

Par ailleurs, on remarque également que l'appareil cardiovasculaire est trop peu sollicité lors des séances d'entraînement. Il serait cependant possible de le développer par l'intermédiaire de travaux de type « endurance » sans toutefois mettre l'appareil locomoteur à trop rude épreuve. On note ici que les travaux de type « endurance » réalisés lors des entraînements, que ce soit pour les 4 ans comme pour les 5 ans, correspondent à des FC moyennes n'excédant pas 100 bpm. Ce type d'exercice correspondrait plutôt à un

« trotting » qu'à un réel travail d'endurance. Il pourrait être proposé d'ajouter à ces séances de courtes périodes (2-3 min) de galop soutenu (450 – 500 m/min), sur un sol adapté de manière à préserver l'appareil locomoteur de l'animal, ou encore des travaux de trot en terrain varié de manière à stimuler le métabolisme anaérobie pour que celui-ci soit plus facilement mobilisable lors des épreuves officielles. La démocratisation du tapis roulant inclinable pourrait à l'avenir s'avérer être une aide précieuse pour la préparation des chevaux de sport. En effet, celui-ci permet d'une part de garantir la qualité du sol sur lequel le cheval travaille mais également de maîtriser le dénivelé et la vitesse tout au long de l'exercice.

3-2-2 En fonction de l'âge

Notons ici que si les chevaux de 7 ans présentent une réelle préparation spécifique pour chaque épreuve (cross compris) qui correspond globalement, en termes de FC moyennes et maximales, aux profils énergétiques observés lors des épreuves officielles, les chevaux de 4 et 5 ans, quant à eux, n'ont pas, dans leur entraînement classique, de préparation spécifique à l'épreuve de cross. Ceci peut également s'expliquer par le fait que les jeunes chevaux concourant dans des épreuves qui leurs sont réservées sont considérés comme des animaux en croissance qui doivent être ménagés. Cependant, le passage aux épreuves de 7 ans semble constituer un palier très important pour ces chevaux jusqu'alors peu soumis à des efforts de grande intensité à l'entraînement. Les valeurs de lactatémie mesurées à l'occasion des épreuves officielles mettent en évidence la difficulté des épreuves de cross pour les chevaux de 7 ans (moyenne de $14,7 \pm 2,1$ mmol/L réalisée à partir de 4 mesures seulement) par rapport à celles des chevaux de 5 ans (moyenne de $9,4 \pm 2,7$ mmol/L réalisée à partir de 18 prélèvements). Notons ici que l'une des lacunes de notre étude est de n'avoir pas eu la possibilité de suivre des chevaux de 6 ans puisque le seul présent au sein de l'écurie au moment de nos investigations concourait sur des épreuves de type 6ans B, qui sont les mêmes que les épreuves des 5 ans, et qui a donc été considéré ici comme un cheval de 5 ans (cheval 5F). Ces données auraient cependant été intéressantes à analyser puisque l'année des 6 ans représente une année clef dans la préparation des jeunes chevaux aux épreuves de haut niveau en distinguant les animaux capables de franchir le cap des épreuves S.H.F de ceux qui ne le sont pas.

3-3 L'effort en compétition

3-3-1 Les épreuves de dressage et de saut d'obstacles

Nous avons vu ici que les efforts fournis à l'entraînement et en compétition pour les exercices de type « dressage » ou « obstacle enchaînement » étaient relativement homogènes pour les chevaux de 4 ans mais que l'on notait déjà une nette variation des fréquences cardiaques moyennes pour les chevaux de 5 et 7 ans au cours des épreuves de type « obstacle enchaînement ».

Ces résultats peuvent s'expliquer en partie par le fait que les cavaliers considèrent souvent les séances d'obstacle comme des travaux techniques visant à améliorer la souplesse et la dextérité de l'animal face à un parcours d'obstacles. Ces séances n'ont généralement pas pour objectif d'asseoir l'endurance et la capacité anaérobie de l'animal. Par ailleurs, il est extrêmement rare qu'au cours des séances d'entraînement un parcours d'obstacle « complet », à savoir « comme en compétition », soit proposé. Ce choix est généralement justifié par le désir de préserver au maximum l'appareil locomoteur de l'animal qui sera maintes fois sollicité au cours de sa carrière sportive.

Les valeurs obtenues ici pour les chevaux de 4 ans correspondent à celles observées lors d'une étude préliminaire menée en 2006 (MORILLON 2008). Cette étude préliminaire avait révélé le peu d'intérêt de réaliser des mesures de lactatémie systématiques sur ces épreuves de type « dressage » et « obstacle enchaînement » car les mesures effectuées alors n'avaient jamais excédé le seuil aéro-anaérobie de 4 mmol/L.

3-3-2 Le cross

En ce qui concerne l'épreuve de cross, il apparaît clairement ici que les chevaux ne sont pas suffisamment sollicités au cours de l'entraînement. L'enregistrement des fréquences cardiaques révèle pour les chevaux de 5 ans un écart de plus de 30% entre les fréquences enregistrées à l'entraînement et celles notées en compétition. Cette variation apparaît moins importante pour les chevaux de 7 ans qui ont, incluse dans leur protocole d'entraînement, de réelles séances de galop et de cross.

Ces variations importantes pourraient s'expliquer en partie par le fait que ces épreuves destinées aux jeunes chevaux étaient considérées, tant par les responsables de la S.H.F que par les cavaliers qui y participaient, comme des épreuves d'initiation au concours complet.

Les différents acteurs de la filière n'avaient probablement pas jusqu'à présent pris la mesure de l'importance des efforts fournis par les jeunes chevaux à ces occasions. A la fin de notre étude les premiers résultats obtenus avaient été communiqués aux cavaliers et aux responsables de la S.H.F. Depuis, plusieurs modifications sont apparues dans les règlements régissant les épreuves destinées aux jeunes chevaux de concours complet d'équitation avec notamment un rallongement de la distance de l'épreuve de fond des 4 ans tout en conservant le nombre d'obstacles à franchir et la création d'une épreuve 5ans B (voir Tableau XXVIII).

Tableau XXVIII : Evolution du règlement SHF entre 2006 et 2011 concernant l'épreuve de fond (SHF, 2006 et 2011)

Catégorie	Règlement 2006				Règlement 2011				
	4 ans	5 ans/ 6ans B	6 ans A (1 ^{ère} partie de saison)	6 ans A (2 ^{ème} partie de saison)	4 ans	5 ans B	5 ans A/ 6 ans B (1 ^{ère} partie de saison)	6 ans A (1 ^{ère} partie de saison)/ 5 ans A, 6 ans B (2 ^{ème} partie de saison)	6 ans A (2 ^{ème} partie de saison)
Distance (m)	1000 à 1200	2000 à 2200	2400 à 2600	3000 à 3400 <i>(label SHF)</i>	1400 à 1500	2000 à 2200	2000 à 2200	2400 à 2600	2800 à 3200 Label SHF : 3000 à 3400
Vitesse (m/min)	440 à 450	500	520	520	440 à 450	500	500	500	520
Nombre d'obstacles	10 à 12	12 à 14	12 à 16	14 à 18	10 à 12	10 à 12	12 à 14	12 à 16	14 à 18

Il semble donc important de sensibiliser les cavaliers en leur proposant d'inclure dans leurs protocoles d'entraînement des travaux visant à développer l'endurance de leurs chevaux et ce dès 4 ans. Hormis les travaux de MORILLON (2008) aucune étude à notre connaissance ne s'était jusqu'alors intéressée aux jeunes chevaux de concours complet. Toutes les données existantes faisaient référence à des chevaux de haut niveau (GALLOUX 1991), ou participant à des épreuves régionales ou nationales (AMORY, et al. 1993).

3-4 Comparaison des différents concours

3-4-1 Evolution au cours de la saison

Nous avons vu précédemment que pour les jeunes chevaux de 6 ans la saison de compétition était séparée en deux : première partie de saison de la 1^{ère} à la 24^{ème} semaine incluse, deuxième partie de saison à partir de la 25^{ème} semaine. Cette évolution au cours de la saison s'accompagne d'une élévation du niveau des épreuves (voir Première partie, paragraphe 2-3-1). Si cette séparation était officiellement marquée pour les 6 ans, ce n'était pas le cas pour les chevaux de 4 et 5 ans. Cependant, il apparaissait clairement sur le terrain que le niveau d'exigence variait d'un concours à l'autre et évoluait de façon croissante au cours de la saison. La nouvelle réglementation SHF semble mieux tenir compte de ces difficultés et devrait permettre aux chevaux de s'adapter plus en douceur aux exigences croissantes de leur discipline (voir Tableau XXVIII).

Tout au long de notre étude, nous n'avons pas tenu compte de ces changements et avons effectué des moyennes des résultats obtenus sur tous les concours auxquels nous avons assisté. Notons ici que ces concours faisaient tous partie de la première partie de saison (fin le 30 juin) et qu'il serait intéressant d'approfondir ces recherches sur une saison complète de manière à évaluer l'effet réel de cette évolution saisonnière du niveau des compétitions.

3-4-2 Influence du terrain et du climat

Nous n'avons également pas pris en compte l'effet du climat et la qualité du terrain dans notre étude. Toutefois, il apparaît que les conditions climatiques (chaleur, pluie, humidité ambiante) ont une influence sur les performances des chevaux. Une chaleur importante aura tendance à solliciter d'avantage l'appareil cardio-vasculaire de même qu'un terrain alourdi par de fortes pluies demandera plus d'effort à l'animal que sur un terrain souple et fatiguera plus son système locomoteur.

Il serait intéressant d'étudier les performances de ces chevaux en fonction du terrain utilisé de manière à évaluer l'effet terrain et d'en tenir compte dans l'analyse des résultats.

3-5 Proposition d'un entraînement rationnel des jeunes chevaux de concours complet

Cette étude a permis de mettre en évidence une inadéquation importante entre l'effort exigé à l'entraînement et celui fourni lors des épreuves officielles. Cette inadéquation pouvant être rapidement à l'origine de pathologies locomotrices et/ou de contre-performance doit être traitée avec sérieux et être limitée au maximum en modifiant sensiblement l'entraînement proposé à ces jeunes chevaux de concours complet. Notons cependant que ces recommandations concernent essentiellement la préparation aux épreuves de cross puisque, nous l'avons vu, la préparation aux autres épreuves semble dans l'ensemble tout à fait correcte, et ce quel que soit l'âge des animaux.

3-5-1 Recommandations issues de l'analyse des résultats

Historiquement, plusieurs lignes directrices concernant l'entraînement des chevaux de concours complet ont été proposées (GALLOUX 1991), (AMORY, et al. 1993). Cependant, l'évolution de la discipline et plus particulièrement des épreuves spécifiques réservées aux jeunes chevaux (S.H.F) font que ces propositions d'entraînement ne sont pas totalement adaptées à la préparation des épreuves qui se courent désormais.

L'entraînement du jeune cheval de concours complet doit lui permettre d'optimiser sa capacité aérobie aussi bien que sa capacité anaérobie puisque les deux types de métabolismes sont utilisés lors des épreuves de cross. Pour se faire, l'animal doit être préparé très tôt à solliciter son organisme par des dépenses énergétiques importantes. GALLOUX (1991), parle d'une phase d'endurance générale qui devrait précéder toute période d'entraînement. Pour lui, cette phase dure environ 8 semaines et s'articule autour d'exercices qui entraînent une fréquence cardiaque d'environ 130 bpm pendant 20 à 30 minutes. Les exercices d'endurance avec phases de galop lent à 450 – 500 m/min pendant 2-3 minutes et/ou les trotting en terrain varié dont nous avons parlé précédemment, semblent correspondre à ces objectifs.

3-5-2 Mise en place d'un carnet d'entraînement

Nous l'avons vu, la bonne préparation du jeune cheval de concours complet passe par un entraînement adapté aux efforts qui lui seront demandés lors des épreuves officielles. De manière à accompagner le cavalier dans sa préparation et à faciliter et optimiser la

communication entre vétérinaire et cavalier, la mise en place d'un carnet d'entraînement qui suivrait le cheval au cours de sa carrière pourrait être un bon outil.

Ce carnet pourrait permettre de noter les séances d'entraînement, en s'aidant par exemple des dix types d'exercices qui ont été présentés ici, en mentionnant surtout la durée de la séance. Au cours de chaque séance, le cavalier noterait ses impressions : attitude du cheval, difficultés rencontrées, nombre d'obstacles franchis etc.. mais il pourrait également noter la qualité du terrain utilisé, le temps qu'il faisait ce jour là (pluvieux, lourd, venteux...) ou encore les soins qui ont été faits au cheval après la séance (douche, soins locaux..).

Ce carnet d'entraînement serait bien évidemment élaboré en collaboration avec les cavaliers, de manière à le standardiser et à le rendre pratique et facile d'utilisation, limitant au maximum la perte de temps.

Un autre volet de ce carnet pourrait être réservé aux soins vétérinaires. Il permettrait de noter l'ensemble des analyses, des observations et des traitements réalisés par le vétérinaire sur le cheval concerné. On comprend aisément l'intérêt d'un tel outil notamment dans le cas de la vente de l'animal. Le nouveau cavalier et le nouveau vétérinaire traitant pourraient ainsi connaître en quelques instants tout le passé de l'animal.

A l'heure de l'informatique et du numérique, il paraîtrait d'autant plus intéressant d'adapter ce genre d'outil à un format informatique utilisable sur des instruments du type PDA ou micro portable, faciles d'utilisation et pouvant être transportés n'importe où.

Pour aller plus loin, il serait extrêmement intéressant d'envisager la création d'un fichier central, regroupant les données de tous les chevaux utilisant ce système, ce qui permettrait, à plus ou moins long terme de réaliser des études statistiques sur un très grand nombre d'animaux d'âges et d'origines différentes.

3-5-3 Mise en place d'un suivi médico-sportif systématique et sur le long terme

Une préparation raisonnée passe par un suivi médico-sportif régulier. La détection précoce d'éventuels troubles physiques ou psychiques chez l'animal est un facteur essentiel de réussite du cheval en compétition. La mise en place du carnet d'entraînement présenterait selon nous un intérêt majeur dans le suivi des chevaux. Une telle attitude permettrait de détecter très précocement le moindre trouble de l'animal et d'optimiser au mieux les phases de préparations aux compétitions.

Ces considérations sont bien entendu à adapter en fonction de l'âge du cheval, de son comportement, de son niveau et de l'expérience de son cavalier.

CONCLUSION :

Cette étude expérimentale a permis de comparer deux populations de chevaux âgés de 4 et 5 ans, considérés par le règlement de la Société Hippique Française (S.H.F) comme de jeunes chevaux à une population de jeunes adultes (chevaux de 7 ans).

En fonction de leur âge, les chevaux ne sont pas soumis aux mêmes types d'épreuves officielles : les chevaux de 4 ans n'ont pas à réaliser une reprise de dressage puis une épreuve de concours hippique comme c'est le cas pour ceux de plus de 5 ans. Ils doivent effectuer une seule épreuve « mixte », combinant des mouvements à réaliser sur le plat et un enchaînement d'obstacles. L'épreuve de cross, quant à elle, est systématiquement présente quel que soit l'âge de l'animal mais adaptée en terme de distance et de nombre d'obstacles.

L'étude menée ici a permis de mettre en évidence des différences importantes dans la préparation des chevaux, en fonction de leur âge. La principale variation concerne l'épreuve de cross : pour les chevaux de 4 et 5 ans, la préparation aux efforts aéro-anaérobie est quasiment absente des protocoles d'entraînement alors qu'elle représente plus de 9% de l'entraînement du cheval de 7 ans. Il a également été montré que malgré une adaptation importante des épreuves officielles pour les jeunes chevaux, ceux-ci sont soumis à une charge de travail nettement supérieure à celle observée à l'entraînement. Cette inadéquation semble moins marquée pour les chevaux de 7 ans.

L'adaptation du protocole d'entraînement de ces jeunes chevaux paraît donc être une priorité. L'introduction d'exercices spécifiques visant à optimiser leur capacité aérobie et à stimuler leur capacité anaérobie semble être une piste à privilégier par les entraîneurs.

La mise en place d'un carnet d'entraînement qui permettrait de mettre en place un réel suivi médico-sportif du cheval sur le long terme semble également être un point qu'il serait intéressant de développer. Celui-ci permettrait, en outre, une meilleure communication entre cavalier et vétérinaire et, par conséquent, un suivi optimal de l'animal.

ANNEXES

Annexe 1-a : Compte rendu d'entraînement 4A

Cheval : 4A

Taille : 168 cm

Poids : 595 kg

Date dernière ferrure : 2 Fev – 22 Mar – 10 Mai

Cavalier : A.M

Rations : 1,5 L

FC repos moyenne : 36 ± 3 bpm

T°C moyenne : 37,5°C

AVRIL

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
						1
2. Endurance	3. Marcheur	4. Marcheur	5. Plat	6. Cross	7. Longe	8.
9. Longe	10. Plat	11. Obs.(liberté)	12. Plat.	13. Obs.	14. Plat	15. Longe
16. Bonneville	17. Bonneville	18. Marcheur	19. Marcheur	20. Longe	21. Marcheur	22.
23. Endurance	24. Plat	25. Arrêtée	26. Arrêtée	27. Arrêtée	28. Arrêtée	29. Arrêtée
30. Promenade						

MAI

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
	1.	2. Longe	3. Plat	4. Galop pistes	5. Longe	6.
7. Longe	8.	9. Longe	10. Obs.	11.	12.	13.
14. Longe	15. Liberté	16. Plat	17.	18. Liberté	19. Marcheur	20.
21. Longe	22.	23.	24.	25.	26.	27.
28.	29.	30. Obs.	31. Endurance			

Concours : Bonneville

Légende :

: très facile
 : facile
 : difficile
 : très difficile

Annexe 1b : Compte rendu des compétitions 4A

1- CCE Bonneville 16-17 Avril 2007

Classement : 30/35

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
NEP	10 :51	00 :35	122±20bpm	155 bpm	80 bpm	6 min
Cross	14 :15	00 :19	166±31bpm	193 bpm	100 bpm*	2 min*

* Données manquantes

Remarques :

NEP : Durée de la reprise : 8 min
FC moyenne sur la totalité de l'effort : 108 ± 22 bpm
FC max : 160 bpm

Cross : Durée du parcours = 2 min 12s
Vitesse moyenne = 457 m/min
FC moyenne sur la totalité de l'effort : 135± 27 bpm
FC max : 204 bpm

Durée totale de l'effort : 59 min (le cheval a été longé pendant 10 min avant le début de l'enregistrement de la NEP)

Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 8 min 40

2- CCE Saumur 25 Juin 2007

Classement : 3/32

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
NEP	14 :25	00 :50	117±34bpm	175 bpm	70 bpm	4 min
Cross	15 :20	00 :20	178±11bpm	186 bpm	84 bpm	4 min

Remarques :

NEP : Durée de la reprise : 7 min 30
FC moyenne sur la totalité de l'effort : 90 ± 25 bpm
FC max : 175 bpm

Cross : Durée du parcours = 2 min 44s
Vitesse moyenne = 494 m/min
FC moyenne sur la totalité de l'effort : 102± 34 bpm
FC max : 186 bpm
Lactates = 5,3 mmol/L

Durée totale de l'effort : 70 min Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 10 min 15

Annexe 2-a : Compte rendu d'entraînement de 4B

Cheval : 4B

Taille : 168 cm

Poids : 580 kg

Date dernière ferrure : 5 Fév- 19 Mar – 10 Mai- 20 Juin T°C moyenne : //

Cavalier : PdB

Rations : 2L (4 fois par jour)

FC repos moyenne : //

AVRIL

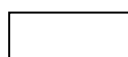
Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
						1
2. Plat	3. Obs.	4. Plat	5. Plat.	6. Obs.	7. Liberté	8.
9. Endurance	10. Endurance	11. Obs.	12. Plat	13. Plat	14. Endurance	15. Endurance
16. Bonneville	17. Bonneville	18.	19. Longe	20.	21.	22.
23. Longe	24. Longe	25. Longe	26.	27.	28.	29.
30. Marcheur						

MAI

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
	1.	2.	3. Promenade	4. Galop	5.	6.
7. Longe	8.	9. Longe/Mar	10.	11.	12.	13.
14. Longe	15. Plat	16. Liberté	17.	18.	19. Marcheur	20.
21. Liberté	22. Longe	23.	24.	25.	26.	27.
28.	29.	30. Longe	31. Plat			

Légende :

Concours : Bonneville



: très facile



: facile



: difficile



: très difficile

Annexe 2-b : Compte-rendu des compétitions de 4B

1- CCE Bonneville 16-17 Avril 2007

Classement : 1/35

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
NEP	10 :06	00 :36	125±16bpm	160 bpm	80 bpm	2 min 30
Cross	14 :15	00 :13	166±31bpm	193 bpm	100 bpm*	2 min *

* Données manquantes

Remarques :

NEP : Durée de la reprise : 6 min30
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 108 ± 22 bpm
 FC max : 160 bpm

Cross : Durée du parcours = 2 min 12s
 Vitesse moyenne = 457 m/min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 135± 27 bpm
 FC max : 204 bpm

Durée totale de l'effort : 59 min (le cheval a été longé pendant 10 min avant le début de l'enregistrement de la NEP)

Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 8 min 40

2- CCE Saumur 25 Juin 2007

Classement : 17/32

Epreuve	Heure de passage	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
NEP	12 :00	00 :50	121±15bpm	159 bpm	67 bpm	2 min 30
Cross	14 :50	00 :25	//	//	//	//

Remarques :

NEP : Durée de la reprise : 8 min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 86 ± 31 bpm
 FC max : 159 bpm

Cross : Durée du parcours = 2 min 43s
 Vitesse moyenne = 496 m/min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : //
 FC max : //
Lactates = 5,0 mmol/L

Durée totale de l'effort : 1h15

Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 10 min 43

Annexe 3-a : Compte rendu d'entraînement de 4C

Cheval : 4C

Taille : 169 cm

Poids : 575 kg

Date dernière ferrure : 30 Jan-14 Mar-23 Avr-1^{er} Juin T°C moyenne : 37,6°C

Cavalier : P.M

Rations : 2L (4 fois par jour)

FC repos moyenne : 32 ± 2 bpm

AVRIL

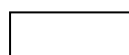
Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim
						1.
2. Plat #	3. Endurance #	4. Plat #	5. Plat #	6. Plat #	7. Endurance#	8.
9. Plat	10. Endurance	11. Plat	12. Obs.	13. Endurance	14. Endurance	15. Longe
16. Bonneville	17. Bonneville	18.	19. Promenade	20. Endurance *	21. Trotting *	22.
23. Endurance	24. Trotting	25. Plat	26. Plat	27.	28.	29.
30.						

MAI

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
	1.	2. Plat	3. Plat	4. Plat	5. Trotting	6.
7. Plat	8.	9. Plat	10.	11.	12.	13.
14. Promenade	15. Dressage	16. Plat	17.	18. Trotting	19. Marcheur	20.
21.	22.	23. Trotting	24. Trotting	25. Plat	26. Trotting	27.
28. Trotting	29.	30.	31.			

Légende :

Concours : Bonneville



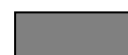
: très facile



: facile



: difficile



: très difficile

Annexe 3-b : Compte rendu des compétitions de 4C

1- CCE Bonneville 16-17 Avril 2007

Classement : 18/35

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
NEP	11 :38	00 :39	125±13bpm	153 bpm	60 bpm	6 min
Cross	15 :00	00 :19	181±15bpm	204 bpm	113 bpm*	3 min*

* Données manquantes

Remarques :

NEP : Durée de la reprise : 6 min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 86 ± 33 bpm
 FC max : 153 bpm

Cross : Durée du parcours = 2 min 12s
 Vitesse moyenne = 457 m/min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 135 ± 27 bpm
 FC max : 204 bpm

Durée totale de l'effort : 58 min

Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 8 min

2- CCE Saumur 25 Juin 2007

Classement : 10/32

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
NEP	11 :36	00 :35	107±22bpm	158 bpm	73 bpm	1 min
Cross	14 :25	00 :25	195±9bpm	206 bpm	90 bpm	8 min

Remarques :

NEP : Durée de la reprise : 7 min 30
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 88 ± 24 bpm
 FC max : 158 bpm

Cross : Durée du parcours = 2 min 43s
 Vitesse moyenne = 496 m/min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 115 ± 36 bpm
 FC max : 206 bpm
Lactates = 8,2 mmol/L

Durée totale de l'effort : 60 min

Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 10 min 15

Annexe 4-a : Compte rendu d'entraînement de 4D

Cheval : 4D

Taille : //

Poids : 510 kg

Date dernière ferrure : 13 Fév- 26 Mar- 3 Mai

AVRIL

Cavalier : M.V

Rations : 1,5L (4 fois par jour)

FC repos moyenne : 34 ± 2 bpm

T°C moyenne : 37,5°C

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
						1
2. Endurance	3. Plat	4. Obs.	5. Endurance.	6. Galop	7. Endurance	8.
9. Endurance	10. Cross	11. Plat.	12. Endurance	13. Obs.	14. Longe	15. Longe
16. Bonneville	17. Bonneville	18. Marcheur	19. Trotting Récup.	20. Longe	21. Marcheur	22.
23. Endurance	24. Terrain varié	25. Endurance	26. Obs.	27. Promenade	28.	29.
30. Endurance						

MAI

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
	1.	2. Obs.	3.	4	5. Liberté	6.
7. Trotting	8. Plat	9. Obs.	10.	11. Longe	12. Liberté	13.
14. Plat	15. Longe	16. Longe	17. Plat	18. Obs.	19. Trotting	20.
21. Plat	22. Trotting*	23. Trotting*	24. Plat*	25. Trotting*	26. Trotting*	27.
28. Trotting*	29.	30.	31.			

Légende :

: très facile
 : facile
 : difficile
 : très difficile

Concours : Bonneville

* Cavalier 2

Annexe 4-b : Compte rendu de compétition de 4D

1- Compte rendu CCE Bonneville 16-17 Avril 2007

Classement : 5/35

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
NEP	09 :44	00 :37	123±11bpm	161 bpm	##	##
Cross	15 :28	00 :16	175±31bpm	205 bpm	91 bpm	1 min 30

Remarques :

NEP : Durée de la reprise : 7 min
FC moyenne sur la totalité de l'effort : *Manque de données*
FC max : *Manque de données*

Cross : Durée du parcours = 2 min 03 s
Vitesse moyenne = 490 m/min
FC moyenne sur la totalité de l'effort : 121 ± 38 bpm
FC max : 205 bpm

Durée totale de l'effort : 53min

Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 11min

Annexe 2-a : Compte rendu d'entraînement de 5A

Cheval : 5A

Taille : 165 cm

Poids : 536 kg

Date dernière ferrure : 30 Jan-13 Mar-26 Avr-11 Juin T°C repos moyenne : 37°C

Cavalier : D.D

Rations : 1,5L (4 fois par jour)

FC repos moyenne : 33 ± 3 bpm

AVRIL :

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
						1
2. Longe	3. Marcheur	4. Marcheur	5. Obs.	6. Galop	7. Plat	8.
9. Liberté	10. Plat	11. Obs.	12. Plat	13. Grand ville	14. Grand ville	15. Grand ville
16. Grandville	17. Grandville	18. Grandville	19. Grandville	20. Plat	21. Plat / obs.	22.
23.	24. Obs. *	25. Endurance*	26. Plat *	27. Obs.	28.	29. La Flèche
30. Promenade						

MAI :

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
	1.	2. Promenade*	3. Plat	4. Promenade	5.	6.
7.	8.	9. Plat	10. Plat	11. Beaumont	12. Liberté	13.
14. Trotting #	15. Plat #	16. Liberté	17.	18. Trotting \$	19. Liberté	20.
21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.
28. Plat	29. Plat	30. Obs.	31. Plat			

Légende :

: très facile
 : facile
 : difficile
 : très difficile

* Cavalier 2

Cavalier 3

\$ Cavalier 4

Concours : Beaumont, La Flèche

Rq : les zones blanches indiquent une absence de données.

Nous n'avons pas de données concernant le détail du travail effectué lors du séjour à Grandville.

Annexe 2-b : Compte rendu des compétitions de 5A

1- CCE La Flèche Thorée 29 Avril 2007

Classement : 5/ 22

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	09 :16	00 :54	101±15bpm	122 bpm	65 bpm	2 min 15
Hippique	12 :27	00 :24	126±28bpm	156 bpm	65 bpm	2 min 30
Cross	17 :08	00 :28	193± 4 bpm	203 bpm	100 bpm *	3 min *

* Données manquantes.

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 91 ± 19 bpm
 FC max : 125 bpm

Hippique : Durée du parcours : 1 min 45 s
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 84 ± 27 bpm
 FC max : 156 bpm

Cross : Durée du parcours = 4 min 04 s
 Vitesse moyenne = 516 m/min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 103 ± 45 bpm
 FC max : 203 bpm
Lactates = 14,2 mmol/l

Durée totale de l'effort : 1h46min Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 9min50

2- CCE Beaumont Pied de Bœuf 11 Mai 2007

Classement : Abandon (forfait Cross)

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	08 :12	00 :45	116±12bpm	139 bpm	69 bpm	2 min
Hippique	08 : 30	00 :15	159±12bpm	177 bpm	69 bpm	3 min
Cross	//	//	//	//	//	//

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 124 ± 20 bpm
 FC max : 190 bpm

Hippique : Durée du parcours : 1 min 30 s
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 115 ± 24 bpm
 FC max : 177 bpm

Cross : Non couru

Durée totale de l'effort : 1h Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 5min 30

Annexe 2-b : Compte rendu des compétitions de 5A (suite)

3- CCE Fontenay S/ Eure 4 Juin 2007

Classement : 12/42

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	11 :25	00 :40	109±11bpm	125 bpm	63 bpm	2 min
Hippique	12 :42	00 :12	132±14bpm	150 bpm	88 bpm	2 min
Cross	16 :33	00 :30	186± 5 bpm	193 bpm	82 bpm	2 min 30

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 97 ± 22 bpm
 FC max : 141 bpm

Hippique : Durée du parcours : 1 min 45 s
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 115 ± 15 bpm
 FC max : 156 bpm

Cross : Durée du parcours = 3 min 56 s
 Vitesse moyenne = 534 m/min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 103 ± 45 bpm
 FC max : 193 bpm

Lactates = 8,7 mmol/l

Durée totale de l'effort : 1h22min Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 9min45

4- CCE Saumur 26 Juin 2007

Classement : 21/48

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	14 :00	00 :45	106±11bpm	124 bpm	82 bpm	1 min 30
Hippique	14 :55	00 :20	168±18bpm	184 bpm	88 bpm	2 min 30
Cross	16 :45	00 :50	189± 5 bpm	197 bpm	100 bpm	2 min

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 92 ± 19 bpm
 FC max : 131 bpm

Hippique : Durée du parcours : 1 min 15 s
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 102 ± 24 bpm
 FC max : 184 bpm

Cross : Durée du parcours = 5 min 09 s
Vitesse moyenne = 509 m/min
FC moyenne sur la totalité de l'effort : 119 ± 37 bpm
FC max : 197 bpm
Lactates = 6,2 mmol/l

Durée totale de l'effort : 1h25min Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 10min30

Annexe 6-a : Compte rendu d'entraînement de 5B

Cheval : 5B

Taille : 167 cm

Poids : 555 kg

Date dernière ferrure : 2 Fév-20 Mar-30 Avr-15 Juin

Cavalier : A.M

Rations : 1,5 L (4 fois par jour)

FC repos moyenne : 34 ± 3 bpm

T°C moyenne : 37°C

AVRIL :

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
						1
2. Longe	3. Marcheur	4. Marcheur	5. Plat	6. Galop	7. Longe	8.
9. Longe	10. Endurance	11. Dressage	12. Obs.	13. Plat	14. Endurance	15. Longe
16. Bonneville	17. Bonneville	18. Marcheur	19. Endurance	20. Plat	21. Marcheur	22.
23. Longe	24. Dressage	25. Endurance	26. Plat	27.	28.	29.
30.						

MAI :

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
	1.	2. Longe	3. Plat	4. Obs.	5. Plat	6.
7. Longe	8.	9. Plat	10. Plat	11. Beaumont	12.	13.
14. Longe	15. Liberté	16. Plat	17.	18. Marcheur	19. Liberté/marcheur	20.
21. Longe	22. Dressage	23.	24.	25.	26.	27.
28.	29.	30. Obs.	31.			

Légende :

: très facile
 : facile
 : difficile
 : très difficile

Concours : Bonneville, Beaumont

Annexe 6- b : Compte rendu des compétitions de 5B

1- CCE Bonneville 16-17 Avril 2007

Classement : 9/57

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	11 :21	00 :45	102±18bpm	142 bpm	80 bpm	1 min
Hippique	14 :18	00 :25	146±36bpm	187 bpm	88 bpm	2 min
Cross	15 :28	00 :16	195±20bpm	212 bpm	84 bpm	6 min

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : **93 ± 24 bpm**
 FC max : **144 bpm**

Hippique : Durée du parcours : 2 min 30
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : **110 ± 23 bpm**
 FC max : **187 bpm**

Cross : Durée du parcours = 3 min 52
 Vitesse moyenne = **532 m/min**
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : **129 ± 44 bpm**
 FC max : **212 bpm**

Durée totale de l'effort : 1h26min Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 10min40

2- CCE Beaumont Pied de Bœuf 11 Mai 2007

Classement : 21/43

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	11 :36	00 :50	122±30bpm	166 bpm	72 bpm	3 min
Hippique	12 :00	00 :20	153±24bpm	175 bpm	72 bpm	2 min
Cross	13 :49	00 :35	194±25bpm	213 bpm	95 bpm	5 min

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 98 ± 21 bpm
 FC max : 166 bpm

Hippique : Durée du parcours : 1 min 30 s
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 93 ± 30 bpm
 FC max : 175 bpm

Cross : Durée du parcours = 4 min 22 s
 Vitesse moyenne = 504 m/min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 121 ± 43 bpm
 FC max : 213 bpm

Lactates = 14,2 mmol/l

Durée totale de l'effort : 1h45 Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 10 min

3- CCE Fontenay S/ Eure 4 Juin 2007

Classement : 8/42

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	08 :30	00 :40	98±13bpm	114 bpm	71 bpm	1 min
Hippique	10 :30	00 :21	158±6 bpm	150 bpm	89 bpm	1 min 30
Cross	14 :44	00 :25	192± 5 bpm	200 bpm	95 bpm	3 min

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min
FC moyenne sur la totalité de l'effort : 87 ± 16 bpm
FC max : 121 bpm

Hippique : Durée du parcours : 1 min 30 s
FC moyenne sur la totalité de l'effort : 94 ± 30 bpm
FC max : 164 bpm

Cross : Durée du parcours = 3 min 47 s
Vitesse moyenne = 555 m/min
FC moyenne sur la totalité de l'effort : 97 ± 44 bpm
FC max : 200 bpm

Lactates = 9,7 mmol/l

Durée totale de l'effort : 1h26min Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 9min20

4- CCE Saumur 26 Juin 2007

Classement : 17/48

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	10 :10	00 :60	113±12bpm	142 bpm	88 bpm	1 min
Hippique	10 :45	00 :20	166±10bpm	171 bpm	92 bpm	2 min 30
Cross	14 :00	00 :25	211± 6 bpm	225 bpm	100 bpm	9 min

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min
FC moyenne sur la totalité de l'effort : 87 ± 21 bpm
FC max : 136 bpm

Hippique : Durée du parcours : 1 min 30 s
FC moyenne sur la totalité de l'effort : 98 ± 25 bpm
FC max : 171 bpm

Cross : Durée du parcours = 4 min 59 s

Vitesse moyenne = 527 m/min
FC moyenne sur la totalité de l'effort : 161 ± 36 bpm
FC max : 225 bpm
Lactates = 12,2 mmol/l

Durée totale de l'effort : 1h45min Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 10min30

Annexe 7-a : Compte rendu d'entraînement de 5C

Cheval : 5C

Taille : 173 cm

Poids : 567 kg

Date dernière ferrure : 16 Jan- 1^{er} Mar- 18 Avr- 6 Jui

Cavalier : PdB

Rations : 2L (4 fois par jour)

FC repos moyenne : 36 ± 3 bpm

T°C moyenne : 37,8 °C

AVRIL

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
						1
2. Endurance	3. Longe	4. Plat	5. Endurance.	6. Obs.	7. Endurance	8.
9. Endurance	10. Endurance	11.	12. Obs.	13. Dressage	14.	15. Endurance
16. Bonneville	17. Bonneville	18. Promenade	19. Longe	20.	21. Marcheur	22.
23. Endurance	24. Endurance	25. Marcheur	26. Dressage	27. Obs.	28.	29. La Flèche
30.						

Rq : Jument en colique le 25/04

MAI

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
	1.	2.	3.	4.	5. Marcheur	6.
7. Plat/Mar.	8.	9. Obs. / Mar	10.	11. Beaumont	12.	13.
14. Plat /Mar	15. Marcheur	16. Trotting	17.	18. Plat	19. Marcheur	20.
21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.
28.	29.	30.	31.			

Légende :

: très facile
 : facile
 : difficile
 : très difficile

Concours : Bonneville, Beaumont

Annexe 7-b : Compte rendu des compétitions de 5C

1- CCE Bonneville 16-17 Avril 2007

Classement : 16/57

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	11 :39	00 :36	109±11bpm	126 bpm	72 bpm	3 min
Hippique	##	##	##	##	##	##
Cross	16 :20	00 :17	194±8bpm	209 bpm	84 bpm	3 min

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 99 ± 19 bpm
 FC max : 145 bpm

Hippique : ## Manque de données.

Cross : Durée du parcours = 3 min 54 s
 Vitesse moyenne = 528 m/min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 119 ± 48 bpm
 FC max : 209 bpm

Durée de l'effort sur les deux épreuves enregistrées : 57min

Temps cumulé des épreuves enregistrées: 8min10

2- CCE La Flèche Thorée 29 Avril 2007

Classement : 19/22

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	11 :45	00 :50	112±12bpm	128 bpm	73 bpm	5 min
Hippique	12 :14	00 :21	166±15 bpm	184 bpm	70 bpm	5 min
Cross	16 :34	00 :44	162± 8 bpm	182 bpm	74 bpm	6 min

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 91 ± 28 bpm
 FC max : 169 bpm

Hippique : Durée du parcours : 1 min 30 s
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 92 ± 34 bpm
 FC max : 184 bpm

Cross : Durée du parcours = 5 min 23 s
 Vitesse moyenne = 390 m/min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 82 ± 42 bpm
 FC max : 182 bpm

Lactates = 3,7 mmol/l

Durée totale de l'effort : 1h55min

Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 11min

Annexe 7-b : Compte rendu des compétitions de 5C (suite)

3- CCE Beaumont Pied de Bœuf 11 Mai 2007

Classement : 27/43

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	07 :49	00 :42	107±18bpm	135 bpm	66 bpm	1 min 30
Hippique	10 :00	00 :12	//	//	//	//
Cross	13 :00	00 :20	195±5bpm	205 bpm	106 bpm	2 min

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 87 ± 28 bpm
 FC max : 135 bpm

Hippique : Durée du parcours : 1 min 10 s
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : // (enregistrement HS)
 FC max : //

Cross : Durée du parcours = 4 min 17 s
 Vitesse moyenne = 514 m/min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 121 ± 43 bpm
 FC max : 205 bpm
Lactates = 6,4 mmol/l

Durée totale de l'effort : 1h14

Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 9 min 30

4- CCE Fontenay S/ Eure 4 Juin 2007

Classement : 9/42

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	08 :25	00 :30	107±13bpm	128 bpm	79 bpm	1 min
Hippique	09 :18	00 :20	159±19bpm	180 bpm	79 bpm	2 min
Cross	14 :50	00 :30	185± 8 bpm	196 bpm	76 bpm	6 min

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 105 ± 12 bpm
 FC max : 128 bpm

Rq : Détente à la longe non enregistrée...

Hippique : Durée du parcours : 1 min 45 s
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 99 ± 34 bpm
 FC max : 180 bpm

Cross : Durée du parcours = 3 min 51 s
 Vitesse moyenne = 545 m/min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 103 ± 45 bpm

FC max : 196 bpm

Lactates = 5,1 mmol/l

Durée totale de l'effort : 1h20min

Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 9min30

5- CCE Saumur 26 Juin 2007

Classement : 37/48

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	07 :30	//	//	//	//	//
Hippique	11 :50	00 :20	166±13bpm	176 bpm	90 bpm	2 min
Cross	13 :40	00 :20	195± 7 bpm	208 bpm	91 bpm	3 min 30

Remarques :

Dressage : Pas de données.

Hippique : Durée du parcours : 1 min 30 s

FC moyenne sur la totalité de l'effort : 115± 27 bpm

FC max : 176 bpm

Cross : Durée du parcours = 5 min 12 s

Vitesse moyenne = 505 m/min

FC moyenne sur la totalité de l'effort : 138 ± 44 bpm

FC max : 208 bpm

Lactates = 7,2 mmol/l

Durée totale de l'effort : //

Durée totale des épreuves (temps cumulé) : //

Annexe 8-a : Compte rendu d'entraînement de 5D

Cheval : 5D

Taille : 170 cm

Poids : 560 kg

Date dernière ferrure : 8 Jan – 19 Fév – 10 Avr- 22 Mai

Cavalier : D.D

Rations : 1,5L (4 fois /jour)

FC repos moyenne : 34 ± 4 bpm

T°C moyenne : 37,5°C

AVRIL

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
						1
2.	3. Endurance	4. Marcheur	5. Obs.	6. Galop	7. Plat	8.
9. Liberté	10. Plat #	11. Obs. #	12. Plat #	13. Obs. #	14. Marcheur	15. Longe
16. Bonneville#	17. Bonneville#	18. Marcheur	19. Plat #	20. Marcheur #	21. Liberté	22.
23. Endurance	24. Obs #	25. Endurance#	26. Dressage#	27. Obs. #	28.	29. La Flèche
30. Promenade						

MAI

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
7.	8.	9. Obs.	10. Plat	11. Beaumont	12. Marcheur	13.
14. Liberté	15. Plat	16. Marcheur	17.	18. Plat	19. Liberté	20.
21.	22.	23. Obs.	24.	25.	26.	27.
28. Plat	29. Plat	30. Obs.	31. Plat			

Légende :

: très facile
 : facile
 : difficile
 : très difficile

Concours : Bonneville, La Flèche, Beaumont

Cavalier 2

Annexe 8-b : Compte rendu des compétitions de 5D

1- CCE Bonneville 16-17 Avril 2007

Classement : 1/57

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	08 :37	00 :49	113±13bpm	137 bpm	62 bpm	3 min
Hippique	14 :49	00 :30	146±27bpm	185 bpm	90 bpm *	6 min *
Cross	16 :49	00 :28	194±11bpm	212 bpm	94 bpm *	4 min *

* Absence de données

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min

FC moyenne sur la totalité de l'effort : 93 ± 24 bpm

FC max : 144 bpm

Hippique : Durée du parcours : 3 min

FC moyenne sur la totalité de l'effort : 104 ± 29 bpm

FC max : 185 bpm

Cross : Durée du parcours = 3 min 48 s

Vitesse moyenne = 542 m/min

FC moyenne sur la totalité de l'effort : 109 ± 44 bpm

FC max : 212 bpm

Durée totale de l'effort : 1h47min Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 11min30

2- CCE La Flèche Thorée 29 Avril 2007

Classement : 1/ 22

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	11 :29	00 :29	100±19bpm	125 bpm	65 bpm	1 min
Hippique	11 :53	00 :24	150±17bpm	165 bpm	61 bpm	4 min 30
Cross	17 :31	00 :17	200± 5 bpm	206 bpm	100 bpm *	6 min *

* Absence de données

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min

FC moyenne sur la totalité de l'effort : 91 ± 19 bpm

FC max : 125 bpm

Hippique : Durée du parcours : 1 min 45 s

FC moyenne sur la totalité de l'effort : 84 ± 27 bpm

FC max : 156 bpm

Cross : Durée du parcours = 4 min 06 s

Vitesse moyenne = 512 m/min

FC moyenne sur la totalité de l'effort : 139 ± 38 bpm

FC max : 206 bpm

Lactates = 11,4 mmol/l

Durée totale de l'effort : 1h10min Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 9min50

3- CCE Fontenay S/ Eure 4 Juin 2007

Classement : 1/42

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	10 :50	00 :36	112±12bpm	130 bpm	63 bpm	2 min
Hippique	11 :10	00 :16	157±22bpm	181 bpm	94 bpm	1 min 30
Cross	16 :03	00 :45	192± 8 bpm	205 bpm	95 bpm	3 min

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min

FC moyenne sur la totalité de l'effort : 88 ± 31 bpm

FC max : 136 bpm

Hippique : Durée du parcours : 1 min 45 s

FC moyenne sur la totalité de l'effort : 103 ± 28 bpm

FC max : 181 bpm

Cross : Durée du parcours = 3 min 53 s

Vitesse moyenne = 541 m/min

FC moyenne sur la totalité de l'effort : 95 ± 42 bpm

FC max : 205 bpm

Lactates = 8,7 mmol/l

Durée totale de l'effort : 1h37min

Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 9min50

4- CCE Saumur 26 Juin 2007

Classement : 2/48

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	13 :25	00 :30	104± 11bpm	118 bpm	81 bpm	2 min
Hippique	13 :40	00 :15	169±17bpm	192 bpm	92 bpm	2 min 30
Cross	15 :40	00 :15	200± 5 bpm	216 bpm	102 bpm	3 min 30

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min

FC moyenne sur la totalité de l'effort : 104 ± 11 bpm

FC max : 118 bpm

Hippique : Durée du parcours : 1 min 30 s

FC moyenne sur la totalité de l'effort : 109 ± 25 bpm

FC max : 192 bpm

Cross : Durée du parcours = 5 min

Vitesse moyenne = 525 m/min

FC moyenne sur la totalité de l'effort : 162 ± 39 bpm

FC max : 216 bpm

Lactates = 9,9 mmol/l

Durée totale de l'effort : 1h

Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 10 min 30

Annexe 9-a : Compte rendu d'entraînement de 5E

Cheval :5E

Taille : 169 cm

Poids : 595 kg

Date dernière ferrure : 10 Fév- 4 Avr- 10 Mai T°C moyenne : 37,7°C

Cavalier : M.V

Rations : 1L (4 fois par jour)

FC repos moyenne : 35 ± 3 bpm

AVRIL

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
						1
2. Endurance	3. Plat	4. Plat	5. Obs.	6. Galop	7. Endurance	8.
9. Endurance	10. Cross	11. Plat.	12. Endurance	13. Obs.	14. Longe	15. Longe
16 Bonneville	17. Bonneville	18. Endurance	19. Plat	20. Longe	21. Longe	22.
23. Endurance	24. Plat	25. Obs.	26. Terrain varié	27. Plat	28.	29. La Flèche
30. Promenade						

MAI

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
	1.	2.	3.	4. Obs.	5.	6.
7.	8.	9. Obs.	10. Trotting	11. Beaumont	12. Marcheur	13.
14. Trotting	15. Liberté	16. Marcheur	17. Obs.	18. Plat	19. Trotting	20.
21. Trotting*	22. Trotting *	23. Trotting*	24. Plat*	25. Trotting *	26. Trotting *	27.
28. Trotting*	29. Trotting *	30.	31.			

Légende :

: très facile
 : facile
 : difficile
 : très difficile

Concours : Bonneville, La Flèche, Beaumont

* Cavalier 2

Annexe 9-b : Compte rendu des compétitions de 5E

1- CCE La Flèche Thorée 29 Avril 2007

Classement : 6/ 22

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	10 :31	00 :56	100±13bpm	118 bpm	65 bpm	1 min 40
Hippique	11 :01	##	##	##	##	##
Cross	16 :30	00 :42	200± 9 bpm	216 bpm	84 bpm*	5 min *

* Données manquantes

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 77 ± 18 bpm
 FC max : 118 bpm

Hippique : Durée du parcours : 2 min 50 s
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : ##
 FC max : ##

Cross : Durée du parcours = 4 min 17 s
 Vitesse moyenne = 490 m/min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 95 ± 43 bpm
 FC max : 216 bpm

Lactates = 7,5 mmol/l

Données manquantes

Durée totale de l'effort : 2h08min Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 11min10

2- CCE Beaumont Pied de Bœuf 11 Mai 2007

Classement : 8/43

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	08 :25	00 :50	150±19bpm	180 bpm	86 bpm	1 min 30
Hippique	09 :00	00 :16	148 ±21bpm	177 bpm	87 bpm	2 min 30
Cross	13 :20	00 :27	195±5bpm	205 bpm	106 bpm	2 min

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 100 ± 33 bpm
 FC max : 208 bpm

Hippique : Durée du parcours : 1 min 30 s
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 105 ± 27 bpm
 FC max : 177 bpm

Cross : Durée du parcours = 4 min 06 s
 Vitesse moyenne = 537 m/min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : // (données non utilisables)
 FC max : 205 bpm

Lactates = 13,2 mmol/l

Durée totale de l'effort : 1h33 Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 9 min 36

Annexe 10-a : Compte rendu d'entraînement de 5F

Cheval : 5F

Taille : 167 cm

Poids : 525 kg

Date dernière ferrure : 2 fév- 15 Mar- 30 Avr T°C moyenne : 37,4 °C

Cavalier : D.D

Rations : 1,5 l (4 fois par jour)

FC repos moyenne : 31 ± 2 bpm

AVRIL :

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
						1
2. Plat *	3. Plat *	4. Plat *	5. Obs.*	6. Galop*	7. Endurance*	8.
9. Liberté	10. Plat #	11. Obs. #	12. Plat #	13. Obs#	14. Marcheur	15. Longe
16. Bonneville#	17. Bonneville#	18. Marcheur	19. Plat #	20. Endurance#	21. Plat #	22.
23. Endurance *	24. Obs. #	25. Endurance#	26. Plat #	27. Obs#	28.	29. La Flèche
30. Promenade						

MAI

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
	1.	2. Trotting	3.	4. Plat / Obs.	5.	6.
7.	8.	9. Obs.	10. Plat	11. Beaumont	12. Liberté	13.
14. Trotting *	15. Plat *	16. Plat#	17. Plat #	18.	19. Liberté	20.
21. Liberté	22.	23. Plat #	24. Trotting#	25. Trotting#	26. Plat#	27.
28. Plat	29. Plat	30. Obs.	31.			

Légende :

: très facile
 : facile
 : difficile
 : très difficile

Concours : Bonneville, La Flèche, Beaumont

* Cavalier 2

Cavalier 3

Annexe 10-b : Compte rendu des compétitions de 5F

1- CCE Bonneville 16-17 Avril 2007

Classement : 18/25

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	13 :24	00 :43	130±15bpm	156 bpm	81 bpm	5 min
Hippique	14 :09	00 :34	##	##	##	##
Cross	15 :28	00 :20	201±15bpm	215 bpm	100 bpm *	4 min*

* Manque de données

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 3 min 30
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 115 ± 25 bpm
 FC max : 171 bpm

Hippique : Durée du parcours : 2 min 30
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : ## *Données non exploitables*
 FC max : ## *Données non exploitables*

Cross : Durée du parcours = 3 min 58 s
 Vitesse moyenne = 519 m/min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 133 ± 46 bpm
 FC max : 215 bpm

Durée totale de l'effort : 1h37min Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 10min30

2- CCE La Flèche Thorée 29 Avril 2007

Classement : 9/11

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	14 :13	00 :31	##	##	##	##
Hippique	14 :59	00 :42	160±23bpm	192 bpm	65 bpm	5 min
Cross	15 :41	00 :37	182±19 bpm	200 bpm	80 bpm *	3 min 30 *

* Manque de données

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 91 ± 19 bpm
 FC max : 125 bpm

Hippique : Durée du parcours : 2 min 04 s
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 82 ± 33 bpm
 FC max : 192 bpm

Cross : Durée du parcours = 4 min 37 s
 Vitesse moyenne = 455 m/min* (*attention : un refus sur le cross...*)
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 103 ± 39 bpm

FC max : 200 bpm

Lactates = 6,9 mmol/l

Durée totale de l'effort : 1h10min Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 9min50

Annexe 10-b : Compte rendu des compétitions de 5F (suite)

3- CCE Beaumont Pied de Bœuf 11 Mai 2007

Classement : 21/24

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	13 :25	00 :35	136±15bpm	164 bpm	70 bpm	2 min
Hippique	14 :05	00 :13	161±15bpm	172 bpm	95 bpm	3 min
Cross	14 :50	//	//	//	//	//

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min
FC moyenne sur la totalité de l'effort : 121 ± 22 bpm
FC max : 167 bpm

Hippique : Durée du parcours : 1 min 30 s
FC moyenne sur la totalité de l'effort : 115 ± 24 bpm
FC max : 177 bpm

Cross : Durée du parcours = 4 min 51 s
Vitesse moyenne = 454 m/min
FC moyenne sur la totalité de l'effort : //
FC max : //

Lactates = 8,4 mmol/l

Durée totale de l'effort : // Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 10 min 30

4- CCE Fontenay S/ Eure 4 Juin 2007

Classement : 8/17

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	09 :33	00 :30	121±11bpm	138 bpm	60 bpm	2 min 30
Hippique	09 :45	00 :10	164±15bpm	192 bpm	82 bpm	2 min
Cross	15 :15	00 :35	199± 6 bpm	209 bpm	87 bpm	4 min

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min
FC moyenne sur la totalité de l'effort : 106 ± 18 bpm
FC max : 141 bpm

Hippique : Durée du parcours : 1 min 45 s
FC moyenne sur la totalité de l'effort : 127 ± 26 bpm
FC max : 192 bpm

Cross : Durée du parcours = 3 min 53 s
 Vitesse moyenne = 541 m/min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 114 ± 38 bpm
 FC max : 209 bpm
Lactates = 9,1 mmol/l

Durée totale de l'effort : 1h15min Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 9min50

Annexe 10-b : Compte rendu des compétitions de 5F (suite)

5- CCE Saumur 26 Juin 2007

Classement : 3/11

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	09 :10	00 :35	113±16bpm	132 bpm	88 bpm	1 min
Hippique	09 :40	00 :15	177±21bpm	201 bpm	119 bpm	1 min
Cross	15 :25	00 :20	205± 9 bpm	214 bpm	116 bpm	1 min 30

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 87 ± 21 bpm
 FC max : 136 bpm

Hippique : Durée du parcours : 1 min 30 s
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 119 ± 33 bpm
 FC max : 201 bpm

Cross : Durée du parcours = 5 min 02 s
 Vitesse moyenne = 521 m/min
 FC moyenne sur la totalité de l'effort : 151 ± 43 bpm
 FC max : 214 bpm
Lactates = 10,2 mmol/l

Durée totale de l'effort : 1h10min

Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 10min30

Annexe 11-a : Compte rendu d'entraînement de 7A

Cheval : 7A

Taille : 172 cm

Poids : 555 kg

Dates ferrures : 31 Jan- 13 Mar – 24 Avr – 6 Juin

Cavalier : P.M

Rations : 2L (4 fois par jour)

FC repos moyenne : 34 bpm

T°C moyenne : 37,7°C

MAI

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
	1.	2. Plat	3. Plat / Promenade	4. Galop / Promenade	5. Trotting	6.
7. Plat	8. Marcheur	9. Plat	10. Obs.	11.	12. Beaumont	13. Promenade
14. Plat	15. Dressage	16. Cross	17.	18. Galop	19. Longe	20.
21. Dressage	22. Obs.	23. Transport	24. Dressage (Dijon)	25. Promenade	26. Promenade	27. Cross (Dijon)
28. Obst. (Dijon)	29. Promenade	30. Promenade	31.			

Légende :

: très facile
 : facile
 : difficile
 : très difficile

Concours : Beaumont, Dijon

Rq : Cheval manipulé le 07/05

Annexe 11-b : Compte rendu des compétitions de 7A

1- CCE Beaumont Pied de Bœuf 11 Mai 2007

Classement : NC

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	//	//	//	//	//	//
Hippique	10 : 10	00 :35	135±14bpm	153 bpm	63 bpm	1 min 30
Cross	11 :15	00 :35	172±8 bpm	184 bpm	90 bpm	2 min 30

Remarques :

Dressage : Non présenté

Hippique : Durée du parcours : 2 min
FC moyenne sur la totalité de l'effort : 79 ± 28 bpm
FC max : 153 bpm

Cross : Durée du parcours = 7min 05
Vitesse moyenne = 367 m/min
FC moyenne sur la totalité de l'effort : 98 ± 37 bpm
FC max : 184 bpm
Lactates = 4,9 mmol/L

Durée totale de l'effort : 1h10

Durée totale des épreuves (temps cumulé) : 9min

2- CCI de Dijon – Championnat de France des chevaux de 7 ans 24 au 28 Mai 2007**

Classement : 43/ 65 (7 ans)

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	14 :23	00 :55	99 ± 9 bpm	115 bpm	54 bpm	1 min
Hippique	//	//	//	//	//	//
Cross	09 :13	00 :58	170±13 bpm	202 bpm	118 bpm	1 min

Remarques :

Dressage : *Jeudi 24 Mai*

Durée de la reprise = 4 min 30
FC moyenne sur la totalité de l'effort : 82 ± 21 bpm
FC max : 126 bpm

Hippique : *Lundi 28 Mai* - Pas de données- Enregistrement HS

Cross : *Dimanche 27 Mai*

Durée du parcours = 8 min 03
Vitesse moyenne = 480 m/min
FC moyenne sur la totalité de l'effort : 117 ± 34 bpm
FC max : 202 bpm
Lactates = 13,7 mmol/L

Annexe 12-a : Compte rendu d'entraînement de 7B

Cheval : 7B

Taille : 168 cm

Poids : 614 kg

Dates ferrures : 8 Jan- 9 Fév- 22 Mar- 9 Mai- 19 Juin

Cavalier : A.B

Rations : 2L (4 fois par jour)

FC repos moyenne : 31 ± 7 bpm

T°C moyenne : 37°C

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
	1.	2. Plat	3. Longe	4. Plat	5. Galop	6. Promenade
7. Plat/ promenade	8. Plat	9. Dressage	10. Galop	11. Marcheur	12. Plat	13. Marcheur
14. Galop	15. Trotting	16. Dressage	17. Dressage	18. Obs.	19. Galop	20.
21. Dressage	22. Dressage	23. Transport	24. Plat	25. Dressage (Dijon)	26. Promenade au pas	27. Cross (Dijon)
28. Obst. (Dijon)	29. Marcheur	30. Marcheur	31.			

Légende :

: très facile
 : facile
 : difficile
 : très difficile

Concours : Dijon

Annexe 12-b : Compte rendu des compétitions de 7 B

1- CCI de Dijon – Championnat de France des chevaux de 7 ans- 24 au 28 Mai 2007**

Classement : 14/ 65 (7 ans)

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	17 :23	00 :40	120±15 bpm	142 bpm	//	//
Hippique	//	//	//	//	//	//
Cross	13 :38	01 :00	195±8 bpm	218 bpm	135 bpm	2 min

Remarques :

Dressage : *Jeudi 24 Mai*

Durée de la reprise = 4 min 30

FC moyenne sur la totalité de l'effort : 94 ± 22 bpm

FC max : 142 bpm

Rq : // pas de données concernant la récupération : déconnection de l'appareil à la fin de la reprise...

Hippique : *Lundi 28 Mai* - Pas de données- Enregistrement HS //

Cross : *Dimanche 27 Mai*

Durée du parcours = 7 min 14

Vitesse moyenne = 534 m/min

FC moyenne sur la totalité de l'effort : 121 ± 46 bpm

FC max : 218 bpm

Lactates = 16,8 mmol/L (à l'arrivée)

= 17,6 mmol/L (à T + 15 min)

Annexe 13-a : Compte rendu d'entraînement de 7C

Cheval : 7C

Taille : 167 cm

Poids : 565 kg

Dates ferrures : 5 Fev- 21 Mars- 24 Avr- 7 Juin

Cavalier : G.F

Rations : 2L (4 fois par jour)

FC repos moyenne : 28 bpm

T°C moyenne : 37,3°C

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Ven.	Samedi	Dim.
	1. Pompadour	2. Promenade	3. Promenade	4. Promenade	5. Trotting	6.
7. Trotting	8. Plat	9. Plat	10. Plat	11.	12. Beaumont	13. Promenade
14. Plat	15. Plat	16. Galop désat.	17. Dressage	18. Marche en main	19. Dressage	20.
21. Dressage	22. Obs.	23. Transport	24. Plat	25. Plat	26. Dressage (Dijon)	27. Cross (Dijon)
28. Obst. (Dijon)	29. Promenade	30. Promenade	31. Promenade			

Légende :

: très facile
 : facile
 : difficile
 : très difficile

Concours : Pompadour, Dijon

Annexe 13-b : Compte rendu des compétitions de 7C

1- CCE Beaumont Pied de Bœuf 11 Mai 2007

Classement : 9/61

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	07 :55	00 :35	100±12bpm	118 bpm	70 bpm	2 min
Hippique	08 : 20	00 :15	159±12bpm	177 bpm	69 bpm	3 min
Cross	11 :15	00 :35	184±6 bpm	192 bpm	85 bpm	4 min

Remarques :

Dressage : Durée de la reprise : 4 min

FC moyenne sur la totalité de l'effort : 86 ± 19 bpm

FC max : 126 bpm

Hippique : Durée du parcours : 2 min

FC moyenne sur la totalité de l'effort : 147 ± 15 bpm

FC max : 160 bpm

Cross : Durée du parcours : 4 min 35

Vitesse moyenne : 568 m/min

FC moyenne sur la totalité de l'effort : 120 ± 36 bpm

FC max : 192 bpm

Lactates = 12,2 mmol/l

Durée totale de l'effort : 1h25 Durée totale des épreuves (temps cumulé) :

2- CCI de Dijon – Championnat de France des chevaux de 7 ans – 24 au 28 Mai 2007**

Classement : 1/ 65 (7 ans)

Epreuve	Heure	Durée de l'effort	FC moyenne	FC max	FC de fin de récup. (FCfr)	Temps mis pour atteindre FCfr
Dressage	15 :30	00 :55	101±16bpm	127 bpm	56 bpm	1 min 30
Hippique	//	//	//	//	//	//
Cross	16 :10	00 :55	184±6 bpm	192 bpm	100 bpm	2 min

Remarques :

Dressage : *Samedi 26 Mai*

Durée de la reprise = 4 min 30

FC moyenne sur la totalité de l'effort : 90 ± 21 bpm

FC max : 143 bpm

Hippique : *Lundi 28 Mai* - Pas de données- Enregistrement HS

Cross : *Dimanche 27 Mai*

Durée du parcours = 7 min 07

Vitesse moyenne = 542 m/min

FC moyenne sur la totalité de l'effort : 105 ± 37 bpm

FC max : 192 bpm

Lactates = 16,1 mmol/L (à l'arrivée)

= 16,2 mmol/l (à T + 10 min)

= 12,7 mmol/l (à T + 30 min)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMORY, H., ART, T., LINDEN, A., DESMECHT, D., BUCHET, M., & LECKEUX, P. (1993). Physiological response to the cross-country phase in eventing horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 13 (11), 646-650.
- ART, T., ANDERSON, L., WOAKES, A., ROBERT, C., BUTLER, P., SNOW, D., et al. (1990). Mechanics of breathing during strenuous exercise in thoroughbred horses. *Respir Physiol*, 82, 279-294.
- AUVINET, B., & DESBROSSE, F. (1991). Réflexions sur la programmation de l'entraînement énergétique du cheval Trotteur. *EquAthlon*, 3 (11), 29-31.
- AUVINET, B., GALLOUX, P., GOUPIL, X., & DEMONCEAU, T. (1991). Cinétique des lactates sanguins chez le cheval de Concours Complet d'Equitation ; intérêt de la récupération active. *CEREOPA, 17ème journée*, (pp. 108-120). Paris.
- AUVINET, P., & DEMONCEAU, T. (1991). Physiologie compare de l'effort chez l'homme et chez le cheval. *EquAthlon*, 3 (11), 5-10.
- BAYLY, W., GRANT, B., & PEARSON, R. (1983). Lactate concentrations in Thoroughbred horses following maximal exercise under field conditions. Dans *Equine Exercise Physiology 2* (pp. 426-437). Cambridge: Burlington Press.
- BOURGELA, M., BLAIS, D., & MARCOUX, M. (1991). Reproducibility and validity of Vla4 in Standardbred pacer horses on tack. Dans *Equine Exercise Physiology 3* (pp. 196-201). Davis: ICEEP publications.
- CIKANKOWITZ, A. (2010). Comparaison de deux méthodes de dosage du lactate sanguin et plasmatique chez le cheval sportif. Université de Nantes, ONIRIS : Master A Mention Biologie Santé, Parcours Sciences Biologiques.
- COUROUCE, A. (1993). Contribution à l'évaluation de la charge de travail du cheval trotteur à l'entraînement et en course. . Thèse Doctorat Vétérinaire Nantes.
- COUROUCE, A., & GEFFROY, O. (2000). Le suivi médico-sportif de l'athlète au quotidien. *EquAthlon* (Spécial VIème entretiens de Laval), 10-15.
- CRIELAARD, J., MAERTENS, B., FRANCHIMONT, P., SEVESTRE, J., & DETRY, J. (1985). Bases biochimiques comparées des techniques d'entraînement chez l'homme et le cheval. . *Congrès National de Médecine et Sports équestres*, (pp. 104-113). Saumur.
- DEMONCEAU, T., GUEZENNEC, C., & BIGARD, A. (1993). Typologie musculaire du cheval d'endurance: relation avec aptitude aérobie. *EquAthlon*, 5 (18), 18-20.
- DEMONCEAU, T., VALETTE, J., WOLTER, R., GALLOUX, P., & AUVINET, B. (1991). Modélisation de la relation lactate-vitesse chez le cheval de sport en fonction de la spécificité de l'entraînement. *CEREOPA, 17ème journée*, (pp. 99-107). Paris.
- DESBROSSE, F. (1990). Examen clinique de routine en médecine sportive du cheval trotteur. *Equathlon*, 2 (8), 29-36.

DESJARDINS, I., & CADORE, J. (2006). Analyses sanguines équines. II- Biochimie. *Prat. Vet. Equine*, 38 (152), 7-16.

DESSONS, DRUT, DUBOIS, HEBRARD, HUBICHE, LACOUR, et al. (1989). Les courses - Traité d'athlétisme (Vol. 1). Paris: Vigot.

DOOD, S., POWERS, S., CALLENDER, T., & BROOKS, C. (1984). Blood lactate disappearance at various intensities of recovery exercise. *J. Appl. Physiol.* (57), 1462-1465.

EVANS, D., & ROSE, R. (1987). Maximum oxygen uptake in race horses: changes with training state and prediction from submaximal cardiorespiratory measurements. Dans J. GILLEPSIE, & N.

ROBINSON, *Equine Exercise Physiology* 2 (pp. 52-67). Davis: ICEEP publications.

FORTIER, G., BERMAN, F., & COUROUCE, A. (2000). Approche hématologique et biochimique dans le suivi medico-sportif du cheval athlète. *Prat. Vet. Equine*, 32 (Spécial médecine sportive), 337-348.

GALLOUX, P. (1991). Contribution à l'élaboration d'une planification de la préparation énergétique du cheval de concours complet : suivi de l'entraînement par la mesure de la fréquence cardiaque et le dosage de la lactatémie. Thèse de doctorat de l'Université de Poitiers.

GOLLAND, L.C., EVANS, D.L, MCGOWAN, C.M, HODJSON, D.R, ROSE, R.J, (2003) The effects of overtraining on blood volumes in Standardbred Racehorses, *The Vet. J*, Vol 165, 228-233

GOUPIL, X. (1990). Suivi de l'entraînement de chevaux de concours complet d'équitation par enregistrement de la fréquence cardiaque et dosage de la lactatémie. Thèse Doctorat Vétérinaire. Nantes.

GRANDIERE, E. (2000). Le concours complet d'équitation: tolérance de l'effort, polémiques, controverses et avenir. Thèse Doctorat Vétérinaire Alfort.

HENCKEL, P. (1983). Training and growth induced changes in the middle gluteal muscle of young standardbred trotters. *Eq. Vet. J*, 15 (2), 134-140.

HODGSON, D., ROSE, R., ALLEN, J., & DIMAUTO, J. (1985). The effects of a submaximal treadmill training programme on histochemical properties, enzyme activities and glycogen utilisation of skeletal muscle in the horse. *Equine Vet. J* (17), 300-305.

HÖRNICKE, H., MEIXNER, R., & POLMANN, U. (1983). Respiration in exercising horses. Dans D. SNOW, S. PERSSON, & R. ROSE, *Equine Exercise Physiology* (pp. 7-16). Cambridge: Granta editions.

HOWALD, H., & WASSERMANN, D. (1988). Typologie des fibres musculaires. Dans *Bioénergétique de l'exercice musculaire et de l'entraînement physique* (pp. 52-58). Paris: PUF.

HOYT, D., & TAYLOR, C. (1981). Gait and the energetics of locomotion in horses. *Nature*, 292, 239-240.

- JACOBS, I. (1982). Blood lactate, implications for training and performance. *Sports Med.* , 3, 10-25.
- JALENQUES, E. (1902). Concours hippique de Clermont Ferrand. *Le sport universel illustré*
- JANNET, P. (1998). Suivi de la lactatémie chez le cheval en compétition de horse-ball. Thèse Doctorat Vétérinaire. Alfort.
- JORDFELD, L., JUHLIN-DANNFELT, A., & KARLSSON, J. (1978). Lactate release in relation tissue lactate in human skeletal muscle during exercise. *J. Appl. Physiol.* (44), 350-352.
- JUDSON, G., FRAUENFELDER, H., & MOONEY, G. (1987). Biochemical changes in Thoroughbred Racehorses following submaximal and maximal exercise. Dans *Equine Exercise Physiology 2* (pp. 408-415). Davis: ICEEP publications.
- KINDERMANN, W., SIMON, G., & KEUL, J. (1979). The significance of the aerobic-anaerobic transition for determination of work load intensities during endurance training. *J. Appl. Physiol* , 42, 25-34.
- LEAHY, E.R, BURK, A.O, GREENE, E.A, WILLIAMS, C.A. (2010). Nutrition associated problems facing elite level three-day-eventing horses. *Equine Vet. J.* **42**, (suppl. 38), 370-374.
- LE COZ BUNEL, E. (2006). L'alimentation du cheval de concours complet d'équitation. Thèse Doctorat Vétérinaire. Toulouse.
- LE DRAOULEC, T. (1992). *Le dosage de la lactatémie dans le suivi médico-sportif du cheval trotteur*. Thèse Doctorat Vétérinaire. Nantes.
- McGOWAN, C.W, GOLLAND, L.C., EVANS, D.L, HODGSON, DD.R., ROSE, R.J (2002). Effects of prolonged training, overtraining and detraining on skeletal muscle metabolites and enzymes. *Equine. Vet. J* (34), 257-263.
- MARLIN, D., HARRIS, R., HARMAN, J., & SNOW, D. (1987). Influence of post-exercise activity on rate of muscle and blood lactate disappearance in the Thoroughbred horse. Dans *Equine Exercise physiology 2* (pp. 321-331). Davis: ICEEP publications.
- MARLIN, D (2005). Exercise physiology and training of event horses. Dans *Proceedings AVEF 2005*. (pp 68-73).
- MARTIN-ROSSET, W. (1990). L'alimentation des chevaux. Dans *Techniques et pratiques*. Paris: INRA.
- MONOD, H., & FLANDROIS, R. (1985). L'énergétique des activités physiques. Dans *Physiologie du sport* (pp. 1-28). Paris: Masson.
- MORILLON, B. (2008). Contribution à l'évaluation de la charge de travail des jeunes chevaux de concours complet de 4 ans à l'entraînement et en épreuve officielle. Thèse Doctorat Vétérinaire Nantes.

- MURRAY, J., SINGER, E., MORGAN, K., PROUDMAN, C., & FRENCH, N. (2005). Risks factors for cross-country horse falls at one-day events and at two/three-day-events. *Vet JJ* (170), 318-324.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (1989). Nutriment Requirements, Deficiencies, and Excesses. Dans *Nutriment Requirements of Horses* (éd. Fifth Revised Edition, pp. 2-31).
- RIEU, M. (1987). Récupération des efforts lactiques. *VII^o séminaire de bioénergétique: la récupération de l'effort sportif* (pp. 9-14). Revue EPS.
- RIVERO, J.L, SERRANO, A.L (1999). Skeletal myosin heavy chain composition and carriage training. *Equine Vet. J. suppl.* **30**, 318-323.
- ROSE, R. (2000). Effets de l'entraînement- Etudes expérimentales chez le cheval. *EquAthlon* (Spécial VIème entertiens de Laval), 46-49.
- ROSE, R. (1995). Les contre-performances du cheval de course. *Equathlon* , 7 (27), 38-42.
- ROSE, R. (1995). Programmes d'entraînement et état de forme du cheval de course au galop. *Equathlon* , 7 (27), 20-25.
- ROSE, R., & EVANS, D. (1987). Cardiovascular and respiratory function in the athletic horse. Dans J. GILLEPSIE, & N. ROBINSON, *Equine Exercise Physiology 2* (pp. 1-24). Davis: ICEEP publications.
- S.H.F. (2006). Règlement général des épreuves d'élevage. Ed : Lavauzelle.
- S.H.F. (2011). Règlement général des épreuves d'élevage. Ed : Lavauzelle.
- SNOW, D. (1983). Skeletal muscle adaptation: a review. Dans D. SNOW, S. PERSSON, & R. ROSE, *Equine Exercise Physiology* (pp. 160-183). Cambridge: Granta Editions.
- SNOW, D., & MACKENZIE, G. (1977). Some metabolic effects of maximal exercise in the horse and adaptations with training. *Equine Vet J* (9), 134-140.
- THIRIEZ, P. (2002). Evaluation de la charge de travail du cheval d'attelage en compétition et à l'entraînement. Thèse Doctorat Vétérinaire. Toulouse.
- THORNTON, J., ESSEN-GUSTAVSSON, B., LINDHOLM, A., Mc MIKEN, D., & PERSSON, S. (1983). Effects of training and detraining on oxygen uptake, cardiac output, blood gas tensions, pH and lactate concentrations during and after exercise in the horse. Dans *Equine Exercise physiology* (pp. 470-486). GRANTA.
- TYLER-McGOWAN, C.M, LORRAINE, C, GOLLAND, D.L, EVANS, D., HODGSON, R., ROSE, R.J (1999). Haematological and biochemical responses to training and overtraining. *Equine Vet J* (31), 621-625
- VALBERG, S., ESSEN-GUSTAVSSON, B., LINDHOLM, A., & PERSSON, G. (1989). Blood chemistry and skeletal muscle metabolic responses during and after different speeds and durations of trotting. *Equine Vet. J.* (21), 91-95.

VALETTE, J., & BEDU, S. (1990). Etude de la récupération cardiaque chez des trotteurs à l'entraînement. *EquAthlon* , 2 (8), 19-22.

WOLTER, R. (1986). La digestion chez le cheval. *Prat. vet. Eq* (2), 57-71.

WOLTER, R. (1987). La nutrition de l'animal de sport. *Sciences et sport* , 2, 63-93.

WOLTER, R. (1999). L'alimentation du cheval (2e édition). Paris: France Agricole.

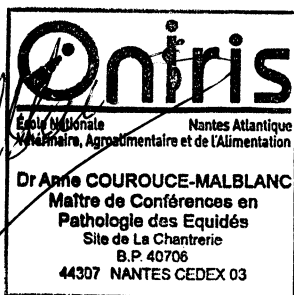
YOUNG, L. (1999). Cardiac response to training in 2-year-old thoroughbreds: an echocardiographic study. *EVJ suppl 30: Equine Exercise Physiology 5* , 195-198.

Vu : Le Professeur Rapporteur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire
et de l'Alimentation Nantes Atlantique
ONIRIS

Vu : Le Directeur Général de l'Ecole
Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire
et de l'Alimentation Nantes Atlantique
ONIRIS

P. SAI

Professeur



ONIRIS
Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire
et de l'Alimentation Nantes Atlantique
Pr Hervé POULIQUEN
Directeur des Services des Formations Vétérinaires
Professeur H. POULIQUEN

Nantes, le 14-06-2011

Vu : Le Président de la Thèse

Vu : Le Doyen de la Faculté
de Médecine de Nantes

Professeur D. DUVEAU

Professeur J.M. ROGEZ

Professeur Daniel DUVEAU
CLINIQUE CHIRURGICALE THORACIQUE
CARDIAQUE ET VASCULAIRE
Hôpital G et R Laënnec
B.P. 1005 - 44035 NANTES CEDEX
N° Conseil Ordre 461921722

Vu et permis d'imprimer

Nom : AUTHIÉ
Prénom : Elia

CONTRIBUTION A L'EVALUATION DE LA CHARGE DE TRAVAIL DES JEUNES CHEVAUX DE CONCOURS COMPLET D'EQUITATION A L'ENTRAINEMENT ET EN COMPETITION. COMPARAISON AVEC UNE POPULATION DE CHEVAUX DE 7 ANS

RESUME

Le travail présenté ici s'est intéressé à la préparation des jeunes chevaux de concours complet d'équitation. Dans une première partie, l'auteur rappelle les principes de la discipline ainsi que la physiologie de l'effort chez le cheval. Dans la seconde partie, l'étude menée à l'Ecole Nationale d'Equitation en 2007 sur une population de chevaux de 4, 5 et 7 ans est présentée. Le suivi médico-sportif réalisé à l'entraînement et en compétition a permis de mettre en évidence une différence importante dans la préparation des chevaux, en fonction de leur âge. Par ailleurs, il a été montré que malgré une adaptation importante des épreuves officielles pour les jeunes chevaux, ceux-ci sont soumis à une charge de travail nettement supérieure à celle observée à l'entraînement.

MOTS CLES :

- CHEVAL
- CONCOURS COMPLET D'EQUITATION
- ANIMAUX JEUNES
- LACTATE
- PHYSIOLOGIE SPORTIVE
- RYTHME CARDIAQUE

JURY Président : Monsieur DUVEAU, Professeur à la Faculté de Médecine de Nantes
Rapporteur : Madame COUROUCE-MALBLANC, Maître de Conférences à Oniris
Assesseur : Monsieur GEFFROY, Professeur à Oniris
Membre invité : Madame BIAU, Responsable du bureau Recherche de l'ENE - IFCE

ADRESSE DE L'AUTEUR
Le Village,
09120 MALLEON

Imprimé par : GOUBAULT IMPRIMEUR
8, rue de Thessalie- BP 44
44244 LA CHAPELLE-SUR-ERDRE

