

Année 2012

**CONTRIBUTION A LA DÉTERMINATION DE
PARAMÈTRES CLINIQUES PERTINENTS POUR
L'ÉVALUATION DU NIVEAU DE FORME CHEZ LE
CHEVAL D'ENDURANCE**

THESE

Pour le

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement devant

LA FACULTE DE MÉDECINE DE CRETEIL

Le

par

Vidya PERTOKA-BOURASSET

Née le 15 Octobre 1984 à Montpellier (Hérault)

JURY

Président : M.

Pr. à la Faculté de Médecine de CRETEIL

Membres

Directeur : Céline ROBERT

Maître de conférences à l'ENVA

Assesseur : Jean-Jacques BENET

Professeur à l'ENVA

LISTE DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT

Directeur : M. le Professeur MIALOT Jean-Paul

Directeurs honoraires : MM. les Professeurs MORAILLON Robert, PARODI André-Laurent, PILET Charles, TOMA Bernard
 Professeurs honoraires: MM. et Mme : BRUGERE Henri, BRUGERE-PICOUX Jeanne, BUSSIERAS Jean, CERF Olivier, CLERC Bernard,
 CRESPEAU François, DEPUTTE Bertrand, MOUTHON Gilbert, MILHAUD Guy, POUCHELON Jean-Louis, ROZIER Jacques

DEPARTEMENT D'ELEVAGE ET DE PATHOLOGIE DES EQUIDES ET DES CARNIVORES (DEPEC)

Chef du département : M. POLACK Bruno, Maître de conférences - Adjoint : M. BLOT Stéphane, Professeur

<p>- UNITE DE CARDIOLOGIE Mme CHETBOUL Valérie, Professeur * Melle GKOUNI Vassiliki, Praticien hospitalier</p> <p>- UNITE DE CLINIQUE EQUINE Mme GIRAUDET Aude, Praticien hospitalier * M. AUDIGIE Fabrice, Professeur M. DENOIX Jean-Marie, Professeur Mme CHRISTMANN Undine, Maître de conférences Mme MESPOULHES-RIVIERE Céline, Maître de conférences contractuel Mme PRADIER Sophie, Maître de conférences Melle DUPAYS Anne-Gaëlle, Assistant d'enseignement et de recherche contractuel</p> <p>- UNITE D'IMAGERIE MEDICALE Mme BEDU-LEPERLIER Anne-Sophie, Maître de conférences contractuel Mme STAMBOULI Fouzia, Praticien hospitalier</p> <p>- UNITE DE MEDECINE M. BLOT Stéphane, Professeur* M. ROSENBERG Charles, Maître de conférences Mme MAUREY-GUENEC Christelle, Maître de conférences Mme BENCHEKROUN Ghita, Maître de conférences contractuel</p> <p>- UNITE DE MEDECINE DE L'ELEVAGE ET DU SPORT M. GRANDJEAN Dominique, Professeur * Mme YAGUIYAN-COLLIARD Laurence, Maître de conférences contractuel</p> <p>- DISCIPLINE : NUTRITION-ALIMENTATION M. PARAGON Bernard, Professeur</p> <p>- DISCIPLINE : OPHTALMOLOGIE Mme CHAHORY Sabine, Maître de conférences *</p>	<p>- UNITE DE PARASITOLOGIE ET MALADIES PARASITAIRES M. CHERMETTE René, Professeur * M. POLACK Bruno, Maître de conférences M. GUILLOT Jacques, Professeur Mme MARIIGNAC Geneviève, Maître de conférences M. HUBERT Blaise, Praticien hospitalier M. BLAGA Radu Gheorghe, Maître de conférences (rattaché au DPASP)</p> <p>- UNITE DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE M. MOISSONNIER Pierre, Professeur* M. FAYOLLE Pascal, Professeur M. MAILHAC Jean-Marie, Maître de conférences M. NIEBAUER Gert, Professeur contractuel Mme VIATEAU-DUVAL Véronique, Maître de conférences Mme RAVARY-PLUMIOEN Béangère, Maître de conférences (rattachée au DPASP) M. ZILBERSTEIN Luca, Maître de conférences</p> <p>- UNITE DE REPRODUCTION ANIMALE M. REMY Dominique, Maître de conférences (rattaché au DPASP)* M. FONTBONNE Alain, Maître de conférences M. NUDELMANN Nicolas, Maître de conférences M. DESBOIS Christophe, Maître de conférences Mme CONSTANT Fabienne, Maître de conférences (rattachée au DPASP) Mme MASSE-MOREL Gaëlle, Maître de conférences contractuel (rattachée au DPASP) M. MAUFFRE Vincent, Assistant d'enseignement et de recherche contractuel, (rattaché au DPASP)</p> <p>- DISCIPLINE : URGENCE SOINS INTENSIFS Mme ROUX Françoise, Maître de conférences</p>
--	---

DEPARTEMENT DES PRODUCTIONS ANIMALES ET DE LA SANTE PUBLIQUE (DPASP)

Chef du département : M. MILLEMANN Yves, Maître de conférences - Adjoint : Mme DUFOUR Barbara, Professeur

<p>- DISCIPLINE : BIOSTATISTIQUES M. DESQUILBET Loïc, Maître de conférences</p> <p>- UNITE D'HYGIENE ET INDUSTRIE DES ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE M. BOLNOT François, Maître de conférences * M. CARLIER Vincent, Professeur Mme COLMIN Catherine, Maître de conférences M. AUGUSTIN Jean-Christophe, Maître de conférences</p> <p>- UNITE DES MALADIES CONTAGIEUSES Mme DUFOUR Barbara, Professeur* M. BENET Jean-Jacques, Professeur Mme HADDAD/HOANG-XUAN Nadia, Professeur Mme PRAUD Anne, Assistant d'enseignement et de recherche contractuel,</p>	<p>- UNITE DE PATHOLOGIE MEDICALE DU BETAAIL ET DES ANIMAUX DE BASSE-COUR M. ADJOU Karim, Maître de conférences * M. MILLEMANN Yves, Maître de conférences M. BELBIS Guillaume, Assistant d'enseignement et de recherche contractuel, M. HESKIA Bernard, Professeur contractuel</p> <p>- UNITE DE ZOOTECHNIE, ECONOMIE RURALE M. ARNE Pascal, Maître de conférences* Mme GRIMARD-BALLIF Bénédicte, Professeur M. COURREAU Jean-François, Professeur M. BOSSE Philippe, Professeur Mme LEROY-BARASSIN Isabelle, Maître de conférences M. PONTER Andrew, Professeur</p>
---	---

DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PHARMACEUTIQUES (DSBP)

Chef du département : Mme COMBRISSEON Hélène, Professeur - Adjoint : Mme LE PODER Sophie, Maître de conférences

<p>- UNITE D'ANATOMIE DES ANIMAUX DOMESTIQUES M. CHATEAU Henry, Maître de conférences* Mme CREVIER-DENOIX Nathalie, Professeur M. DEGUEURCE Christophe, Professeur Mme ROBERT Céline, Maître de conférences</p> <p>- DISCIPLINE : ANGLAIS Mme CONAN Muriel, Professeur certifié</p> <p>- UNITE DE BIOCHIMIE M. BELLIER Sylvain, Maître de conférences* M. MICHAUX Jean-Michel, Maître de conférences</p> <p>- DISCIPLINE : EDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE M. PHILIPS, Professeur certifié</p> <p>- UNITE DE GENETIQUE MEDICALE ET MOLECULAIRE M. PANTHIER Jean-Jacques, Professeur* Mme ABITBOL Marie, Maître de conférences</p> <p>-UNITE D'HISTOLOGIE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE Mme CORDONNIER-LEFORT Nathalie, Maître de conférences* M. FONTAINE Jean-Jacques, Professeur Mme LALOY Eve, Maître de conférences contractuel M. REYES GOMEZ Edouard, Assistant d'enseignement et de recherche contractuel,</p>	<p>- UNITE DE PATHOLOGIE GENERALE MICROBIOLOGIE, IMMUNOLOGIE Mme QUINTIN-COLONNA Françoise, Professeur* M. BOULOUIS Henri-Jean, Professeur M. MAGNE Laurent, Maître de conférences contractuel</p> <p>- UNITE DE PHARMACIE ET TOXICOLOGIE M. TISSIER Renaud, Maître de conférences* Mme ENRIQUEZ Brigitte, Professeur M. PERROT Sébastien, Maître de conférences</p> <p>- UNITE DE PHYSIOLOGIE ET THERAPEUTIQUE M. TIRET Laurent, Maître de conférences* Mme COMBRISSEON Hélène, Professeur Mme PILOT-STORCK Fanny, Maître de conférences</p> <p>- UNITE DE VIROLOGIE Mme LE PODER Sophie, Maître de conférences * M. ELOIT Marc, Professeur</p> <p>- DISCIPLINE : ETHOLOGIE Mme GILBERT Caroline, Maître de conférences</p>
---	---

* responsable d'unité

REMERCIEMENTS

Au président du jury, professeur de la faculté de médecine de Créteil,
Merci de m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.

A Mme Céline ROBERT, maître de conférences à l'ENVA,
*Merci pour votre disponibilité, votre gentillesse et particulièrement pour votre grande
patience.*

A M. Jean-Jacques BENET, professeur à l'ENVA,
Merci d'avoir accepté d'être l'assesseur de ce travail

Aux cavaliers et Vétérinaires,
Qui ont mené à bien l'expérimentation du projet PEPCE

A mes parents,

La liste de ce pour quoi je devrais vous remercier est bien trop longue... Je résumerais en quelques mots : Un grand merci pour tout !

A mon mari,

Mariage en 2^{ème} année d'étude, bébé en 5^{ème}, on ne peut pas dire que je m'attendais à ce que tout aille si vite ! Tu me chamboules et tu me chambouleras toujours ! Tu m'as montré que l'Amour et le changement sont intimement liés. Je suis heureuse de m'être engagée dans cette aventure avec toi.

A tous nos changements, à tous nos progrès, à toutes nos découvertes futures ensemble, aux hauts et aux bas ... up to the Brighter World !

A mon petit rayon de soleil, Elena,

A qui je suis d'une grande reconnaissance pour son arrivée dans nos vies le 11 Août 2009 !

A tous ceux qui m'ont aidée dans la réalisation de ce travail en s'occupant de mon petit bout,

Isabelle (affectueusement Tata Babelle), Nicolas, Angela, Pierre, Toos, Reinier, Nadège (ou tata Dège), Bernard, Anne, Stella, Caroline et Papi et Mami bien sûr !

A la famille Boubou,

Dominique, Mathilde, Romane, Emmanuel, Anne-Sophie, Jeanne, Laurent, Pierrette et les cousins. Sans oublier Martine, Arnaud, Mathias, Agathe et les filles ainsi que Romain. Et une petite pensée pour la future petite cousine en cours de préparation...

Pour tous les bons moments ensemble, passés et à venir.

A ma famille élargie,

Trop élargie pour en faire la liste, ils se reconnaîtront ! Merci pour ces liens de cœur solides et durables qui existent entre nous. Puisse nous continuer ensemble le plus longtemps possible dans la bonne direction.

A mes amis de l'Ecole et à notre groupe de clinique,

Que nos chemins se croisent ou pas, merci pour ces moments passés ensemble.

Que vos vies soient pleines de sens et riches de tout ce que l'on peut apprendre.

Enfin, A mon très Grand-Père,

Puisses Tu rugir pour l'éternité et nous permettre de devenir des Lions à notre tour !

Pour Toi, ces quelques lignes.

Le Lion

Le beau vieil homme s'assoit et disparaît aussitôt.

A sa place se tient un Lion, immense, magnifique, flamboyant.

Son cœur semble contenir l'Univers,

Ses yeux reflètent Son âme sans fin,

Son rugissement, hymne à l'Amour, conduit vers l'éternité.

Les yeux fermés, dans le silence de mon âme,

Je L'entends, je Le vois

Et lorsqu'Il se tient là

Je contemple sans voix

Le cœur du Lion

TABLE DES MATIERES

Liste des figures	7
Liste des tableaux	9
Liste des annexes	11
Liste des abréviations	12
INTRODUCTION	13
• Présentation de l'endurance équestre et évolution de la discipline sur les 10 à 20 dernières années	13
• Données existantes sur les techniques d'entraînement à l'endurance	16
• Méthodes d'évaluation du niveau de forme ou du niveau d'entraînement d'un cheval d'endurance	18
• Causes de non-performance chez le cheval d'endurance	21
• Problématique et objectifs de la thèse	25
I. MATERIEL ET METHODES.....	27
A. Effectif.....	27
B. Entretien et alimentation	27
C. Programme d'entraînement	28
D. Déroulement des tests d'effort	29
E. Déroulement des courses	30
F. Examen physique	33
1. Poids	33
2. Notation de l'état corporel	34
3. Condition physique	35
4. Appétit	35
5. Aspect des crottins	35
6. Comportement et souplesse	35
a) Comportement au box	35
b) Comportement à pied	35
c) Comportement avec les autres chevaux	35
d) Comportement au montoir	35
e) Comportement monté	35
f) Souplesse à froid	35
g) Souplesse à chaud	35
h) Réaction à l'imprévu	35
G. Examen clinique	36
1. Fréquence cardiaque	36
2. Fréquence respiratoire	36
3. Couleur des muqueuses oculaires	36
4. Couleur des muqueuses buccales	36
5. Temps de recoloration capillaire	36
6. Durée de persistance du pli de peau à l'épaule	36
7. Durée de persistance du pli de peau à l'encolure	36
8. Auscultation digestive	36
9. Température rectale	36
H. Examen locomoteur	37
1. Examen statique	37
2. Examen dynamique	37
I. Autres examens réalisés sur les chevaux au cours de la saison	37
J. Traitement des données et analyse des résultats	39
1. Recueil et saisie des données	39

a)	Recueil des données	39
a1.	Fiches d'examens hebdomadaires	39
a2.	Bilans des courses et des tests d'effort	39
a3.	Cartes de suivi vétérinaire	39
b)	Saisie des données	39
2.	Analyse des résultats	40
II. RESULTATS	41
A.	Résultats obtenus en course.....	41
1.	Groupe 1	41
a)	Première course	41
b)	Deuxième course	42
2.	Groupe 2	43
a)	Première course	43
b)	Deuxième course	44
B.	Résultats des examens hebdomadaires au cours de la saison d'entraînement...45	
1.	Etude descriptive	45
a)	Paramètres évalués lors de l'examen physique	45
a1.	Poids	45
a2.	Etat corporel	50
a3.	Condition physique	55
a4.	Appétit	57
a5.	Aspect des crottins	57
a6.	Comportement et souplesse	58
i.	Comportement au box	58
ii.	Comportement à pied	60
iii.	Comportement avec les autres chevaux	62
iv.	Comportement au montoir	64
v.	Comportement monté	65
vi.	Souplesse à froid	67
vii.	Souplesse à chaud	69
viii.	Réaction à l'imprévu	71
ix.	Bilan.....	73
b)	Paramètres évalués lors de l'examen clinique	75
b1.	Fréquence cardiaque	75
b2.	Fréquence respiratoire	82
b3.	Couleur des muqueuses oculaires	83
b4.	Couleur des muqueuses buccales	85
b5.	Température rectale	87
b6.	Temps de recoloration capillaire	92
b7.	Durée de persistance du pli de peau à l'épaule	94
b8.	Durée de persistance du pli de peau à l'encolure	96
b9.	Auscultation digestive	98
c)	Paramètres évalués lors de l'examen locomoteur	104
c1.	Examen statique	104
c2.	Examen dynamique	114
d)	Bilan de la partie descriptive	120
2.	Etude analytique	125
a)	Evolution de tous les paramètres au cours de la saison	125
b)	Relations entre les paramètres étudiés	130
b1.	Etude de la relation entre le poids et la note d'état corporel.....	130

b2. Etude de la relation entre la couleur des muqueuses oculaires et la couleur des muqueuses buccales	131
b3. Etude de la relation entre le temps de recoloration capillaire et le temps de persistance du pli de peau (à l'épaule et à l'encolure)	132
i. Etude de la relation entre le temps de persistance du pli de peau à l'épaule et le temps de persistance du pli de peau à l'encolure	132
ii. Etude la relation entre le temps de recoloration capillaire et le temps de persistance du pli de peau à l'épaule	133
iii. Etude la relation entre le temps de recoloration capillaire et le temps de persistance du pli de peau à l'encolure	134
c) Association des paramètres étudiés à la performance	135
d) Evolution des paramètres étudiés au cours des phases de récupération	139
d1. Récupération cardiaque	139
i. Evolution de la fréquence cardiaque pendant et juste après l'effort	139
ii. Evolution de la fréquence cardiaque au cours des semaines suivant les courses	140
d2. Reconstitution des réserves hydriques et énergétiques	140
i. Restauration de l'état d'hydratation	140
ii. Reconstitution des réserves adipeuses : Evolution de la note d'état corporel	141
iii. Evolution du poids	141
d3. Evolution des troubles survenus pendant ou après les courses.....	141
i. Troubles locomoteurs	141
ii. Lésions cutanées	142
iii. Troubles respiratoires	143
III. DISCUSSION	145
A. Limites du protocole	145
1. Effectif	145
a) Taille	145
b) Homogénéité	145
2. Subjectivité des examens hebdomadaires	145
3. Traitement des données	146
B. Interprétation des résultats	147
1. Interprétation des résultats en course.....	147
2. Interprétation des résultats de l'étude descriptive	148
a) Paramètres évalués lors de l'examen physique.....	148
a1. Poids	148
a2. Etat corporel	150
a3. Condition physique	152
a4. Appétit	152
a5. Aspect des crottins	152
a6. Comportement et souplesse	153
b) Paramètres évalués lors de l'examen clinique	154
b1. Fréquence cardiaque	154

b2. Paramètres respiratoires	155
b3. Couleur des muqueuses	156
b4. Température rectale	156
b5. Temps de recoloration capillaire et durée de persistance du pli de peau	158
b6. Auscultation digestive	160
c) Paramètres évalués lors de l'examen locomoteur	162
c1. Examen statique	162
c2. Examen dynamique	169
3. Interprétation des résultats de l'étude analytique	172
a) Evolution de tous les paramètres au cours de la saison	172
b) Relations entre les paramètres étudiés	172
b1. Etude de la relation entre le poids et l'état corporel	172
b2. Etude de la relation entre la couleur des muqueuses oculaires et la couleur des muqueuses buccales	173
b3. Etude de la relation entre le temps de recoloration capillaire et le temps de persistance du pli de peau (à l'épaule et à l'encolure)	173
i. Etude de la relation entre le temps de persistance du pli de peau à l'épaule et le temps de persistance du pli de peau à l'encolure.....	173
ii. Etude la relation entre le temps de recoloration capillaire, le temps de persistance du pli de peau à l'épaule et le temps de persistance du pli de peau à l'encolure	173
c) Association des paramètres étudiés à la performance.....	174
c1. Paramètres de l'examen physique	174
i. Poids	174
ii. NEC	174
iii. Comportement / attitude	175
c2. Paramètres de l'examen clinique	175
i. Fréquence cardiaque	175
ii. Paramètres respiratoires	175
iii. Autres paramètres	175
c3. Paramètres de l'examen locomoteur	176
d) Evolution des paramètres étudiés au cours des phases de récupération	177
d1. Récupération cardiaque	177
d2. Reconstitution des réserves hydriques et énergétiques ...	178
i. Restauration de l'état d'hydratation	178
ii. Reconstitution des réserves adipeuses : Evolution de la note d'état corporel	178
iii. Evolution du poids	179
d3. Evolution des troubles survenus pendant ou après les courses	179
i. Troubles locomoteurs	179
ii. Lésions cutanées	180
iii. Troubles respiratoires	180
C. Apports de l'étude.....	181
D. Perspectives	184

1. Vers un suivi médico-sportif complet du cheval d'endurance de haut niveau	184
2. Pistes d'amélioration du protocole	185
CONCLUSION	187
BIBLIOGRAPHIE	189
ANNEXES	193

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Programme d'entraînement des chevaux et abréviations utilisées.....	28
Figure 2 : Descriptif du déroulement des courses.....	30
Figure 3 : Récapitulatif des sites anatomiques utilisés pour la notation de l'état corporel (Henneke, 1985) d'après [1].....	34
Figure 4 : Chronologie des différentes analyses et examens réalisés sur les chevaux au cours de la première période d'entraînement.....	38
Figure 5 : Evolution du poids moyen au cours de la saison – valeurs moyennes et écart-types sur les huit chevaux	45
Figure 6 : Evolution du poids des huit chevaux au cours de la saison.....	47
Figure 7 : Evolution de la note d'état corporel moyenne au cours de la saison.....	50
Figure 8 : Distribution des chevaux au cours de E1 selon leur attitude au box.....	58
Figure 9 : Distribution des chevaux au cours de E2 selon leur attitude au box.....	58
Figure 10 : Distribution des chevaux au cours de E1 selon leur attitude à pied.....	60
Figure 11 : Distribution des chevaux au cours de E2 selon leur attitude à pied.....	60
Figure 12 : Distribution des chevaux au cours de E1 selon leur attitude avec les autres chevaux.....	62
Figure 13 : Distribution des chevaux au cours de E1 selon leur attitude au montoir.....	64
Figure 14 : Distribution des chevaux au cours de E1 selon leur attitude montés.....	65
Figure 15 : Distribution des chevaux au cours de E1 selon leur degré de souplesse à froid...	67
Figure 16 : Distribution des chevaux au cours de E1 selon leur degré de souplesse à chaud...	69
Figure 17 : Distribution des chevaux au cours de E1 selon leur degré de réaction à l'imprévu.....	71
Figure 18 : Evolution de la fréquence cardiaque moyenne au cours de la saison en ne tenant pas compte des points L1, T16, T17, T19, T20	75
Figure 19 : Evolution des fréquences cardiaques individuelles au cours de la saison.....	77
Figure 20 : Evolution des fréquences cardiaques individuelles au repos au cours de la saison par cheval et par période d'entraînement (semaines d'entraînement regroupées par 3).....	78
Figure 21 : Distribution des chevaux au cours de E1 selon la couleur de leurs muqueuses oculaires.....	83
Figure 22 : Distribution des chevaux au cours de E2 selon la couleur de leurs muqueuses oculaires.....	83
Figure 23 : Distribution des chevaux au cours de E1 selon la couleur de leurs muqueuses buccales.....	85
Figure 24 : Distribution des chevaux au cours de E2 selon la couleur de leurs muqueuses buccales.....	85
Figure 25 : Evolution de la température moyenne au cours de la saison.....	87
Figure 26 : Evolution des températures rectales individuelles au cours de la saison.....	89
Figure 27 : Distribution des chevaux au cours de E1 en fonction de leur temps de recoloration capillaire.....	92
Figure 28 : Distribution des chevaux au cours de E2 en fonction de leur temps de recoloration capillaire.....	92
Figure 29 : Distribution des chevaux au cours de E1 en fonction du temps de persistance du pli de peau à l'épaule.....	94
Figure 30 : Distribution des chevaux au cours de E2 en fonction du temps de persistance du pli de peau à l'épaule.....	94
Figure 31 : Distribution des chevaux au cours de E1 en fonction du temps de persistance du pli de peau à l'encolure.....	96

Figure 32 : Distribution des chevaux au cours de E2 en fonction du temps de persistance du pli de peau à l'encolure.....	96
Figure 33 : Distribution des chevaux au cours de E1 en fonction de l'intensité des bruits digestifs.....	98
Figure 34 : Distribution des chevaux au cours de E2 en fonction de l'intensité des bruits digestifs.....	98
Figure 35 : Distribution des résultats de l'examen statique hebdomadaire au cours de la première période d'entraînement.....	105
Figure 36 : Distribution des résultats de l'examen statique hebdomadaire au cours de la deuxième période d'entraînement.....	105
Figure 37 : Distribution des lésions cutanées relevées à l'examen statique au cours de la saison.....	106
Figure 38 : Distribution des atteintes de l'appareil locomoteur relevées à l'examen statique au cours de la saison.....	108
Figure 39 : Distribution des résultats de l'examen locomoteur hebdomadaire au cours de la première période d'entraînement.....	114
Figure 40 : Distribution des résultats de l'examen locomoteur hebdomadaire au cours de la deuxième période d'entraînement.....	114
Figure 41 : Relation entre le poids et la note d'état corporel relevés chez 8 chevaux à l'occasion de 25 examens différents.....	130
Figure 42 : Relation entre la couleur des muqueuses oculaires et celle des muqueuses buccales relevée chez 8 chevaux à l'occasion de 25 examens différents.....	131
Figure 43 : Relation entre le temps de persistance du pli de peau à l'épaule et celui du pli de peau à l'encolure mesurée chez 8 chevaux à l'occasion de 25 examens différents.....	132
Figure 44 : Relation entre le temps de recoloration capillaire et le temps de persistance du pli de peau à l'épaule mesurée chez 8 chevaux à l'occasion de 25 examens différents.....	133
Figure 45 : Relation entre le temps de recoloration capillaire et le temps de persistance du pli de peau à l'encolure mesurée chez 8 chevaux à l'occasion de 25 examens différents.....	134
Figure 46 : Boulet vue de profil – Tares molles d'après [12].....	168
Figure 47 : Relation entre le nombre d'anomalies relevées à l'examen locomoteur au cours de la saison et l'âge des chevaux.....	170

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Noms et caractéristiques principales des chevaux participant au protocole.....	27
Tableau 2 : Dates des tests d'effort pour chaque cheval.....	29
Tableau 3a et 3b : Descriptif des courses du groupe 1.....	31
Tableau 4a et 4b: Descriptif des courses du groupe 2.....	32
Tableau 5 : Récapitulatif de la participation des chevaux à d'autres courses que C1 et C2....	33
Tableau 6 : Echelle de notation de l'état corporel (d'après INRA 1990).....	34
Tableau 7 : Appariement des semaines d'entraînement de E1 et E2.....	40
Tableau 8 : Performance des chevaux du groupe 1 lors de la première course.....	41
Tableau 9 : Performance des chevaux du groupe 1 lors de la deuxième course.....	42
Tableau 10 : Performance des chevaux du groupe 2 lors de la première course.....	43
Tableau 11 : Performance des chevaux du groupe 2 lors de la deuxième course.....	44
Tableau 12 : Principales valeurs du poids moyen (minimal, maximal, écart-type) et temps où les valeurs extrêmes ont été atteintes au cours des deux périodes d'entraînement...46	
Tableau 13 : Principales valeurs du poids (moyen, minimal, maximal, écart-type) et temps où les valeurs extrêmes ont été atteintes par cheval au cours des deux périodes d'entraînement.....	48
Tableau 14 : Description schématique des variations du poids moyen au cours de la saison et de leur signification statistique (sans tenir compte des points T0, L1, C1, T14, T16, T19).....	49
Tableau 15 : Principales valeurs de la note d'état corporel moyenne (minimale, maximale, écart-type) et temps où les valeurs extrêmes ont été atteintes au cours des deux périodes d'entraînement.....	51
Tableau 16 : Principales valeurs de la note d'état corporel (moyenne, minimale, maximale, écart-type) et temps où les valeurs extrêmes ont été atteintes par cheval au cours des deux périodes d'entraînement.....	52
Tableau 17 : Description schématique des variations de l'état corporel moyen au cours de la saison et de leur signification statistique.....	54
Tableau 18 : Principales valeurs de la condition physique (moyenne, minimale, maximale, écart-type) par cheval et temps où les valeurs minimales ont été atteintes par cheval au cours des deux périodes d'entraînement.....	55
Tableau 19 : Evaluation de l'attitude au box (moyenne et écart-type) pour chaque cheval au cours de la saison.....	59
Tableau 20 : Evaluation de l'attitude à pied (moyenne et écart-type) pour chaque cheval au cours de la saison.....	61
Tableau 21 : Evaluation de l'attitude avec les autres chevaux (moyenne et écart-type) pour chaque cheval au cours de la saison.....	63
Tableau 22 : Evaluation de l'attitude des chevaux montés (moyenne et écart-type) pour chaque cheval au cours de la saison.....	66
Tableau 23 : Evaluation de la souplesse des chevaux à froid (moyenne et écart-type) pour chaque cheval au cours de la saison.....	68
Tableau 24 : Evaluation de la souplesse des chevaux à chaud (moyenne et écart-type) pour chaque cheval au cours de la saison.....	70
Tableau 25 : Evaluation de la réaction à l'imprévu des chevaux (moyenne et écart-type) pour chaque cheval au cours de la saison.....	72
Tableau 26 : Principales valeurs de la fréquence cardiaque moyenne (minimale, maximale, écart-type) et temps où les valeurs extrêmes ont été atteintes au cours des deux périodes d'entraînement.....	76

Tableau 27 : Principales valeurs de la fréquence cardiaque (moyenne, minimale, maximale, écart-type) et temps où les valeurs extrêmes ont été atteintes par cheval au cours des deux périodes d'entraînement.....	70
Tableau 28 : Description schématique des variations de la fréquence cardiaque moyenne au cours de la saison et de leur signification statistique (sans tenir compte des points L1, T16, T17, T19, T20).....	81
Tableau 29 : Principales valeurs de la température moyenne (minimale, maximale, écart-type) et temps où les valeurs extrêmes ont été atteintes au cours des deux périodes d'entraînement.....	88
Tableau 30 : Principales valeurs de la température rectale (moyenne, minimale, maximale, écart-type) et temps où les valeurs extrêmes ont été atteintes par cheval au cours des deux périodes d'entraînement.....	90
Tableau 31 : Description schématique des variations de la température moyenne au cours de la saison et de leur signification statistique (sans tenir compte des points L1, C1, T16 et T19).....	91
Tableau 32 : Semaine d'entraînement Tn au cours de laquelle l'intensité des bruits digestifs a été notée « diminuée » dans au moins un des quatre cadrans par cheval et éléments anormaux de l'examen clinique associés.....	100
Tableau 33 : Semaine d'entraînement Tn au cours de laquelle l'intensité des bruits digestifs a été notée « augmentée » dans au moins un des quatre cadrans par cheval et éléments anormaux de l'examen clinique associés.....	102
Tableau 34 : Résultats de l'examen statique hebdomadaire par cheval au cours des deux périodes d'entraînement.....	110
Tableau 35 : Résultats de l'examen locomoteur hebdomadaire par cheval au cours des deux périodes d'entraînement.....	117
Tableau 36 : Distribution des paramètres évalués lors des examens physique, clinique et locomoteur en fonction de leur typologie évolutive au cours de la saison.....	124
Tableau 37 : Présentation synthétique de l'évolution de chaque paramètre étudié au cours de la saison.....	126
Tableau 38 : Valeurs moyennes du poids, de la fréquence cardiaque, du score comportement / attitude et performances en course par cheval.....	136
Tableau 39 : Classification des critères (A et B) d'après [3].....	146
Tableau 40 : Affections pouvant entraîner un engorgement dans la région du canon d'après [13].....	163
Tableau 41 : Affections pouvant entraîner un engorgement dans la région du boulet d'après [13].....	164
Tableau 42 : Classification des paramètres suivis en fonction du type d'information apporté.....	182

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Feuille d'examen hebdomadaire des chevaux.....	191
Annexe 2a : Semaine d'entraînement Tn au cours de laquelle la fréquence cardiaque maximale a été relevée par cheval au cours de la première période d'entraînement (E1) et éléments anormaux de l'examen clinique associés.....	192
Annexe 2b : Semaine d'entraînement Tn au cours de laquelle la fréquence cardiaque maximale a été relevée par cheval au cours de la deuxième période d'entraînement (E2) et éléments anormaux de l'examen clinique associés.....	193
Annexe 3a : Semaine d'entraînement Tn au cours de laquelle la température maximale a été relevée par cheval au cours de la première période d'entraînement (E1) et éléments anormaux de l'examen clinique associés.....	194
Annexe 3b : Semaine d'entraînement Tn au cours de laquelle la température maximale a été relevée par cheval au cours de la deuxième période d'entraînement (E2) et éléments anormaux de l'examen clinique associés.....	194
Annexe 4a : Différentiels du poids, de la notation d'état corporel, de la durée de persistance du pli de peau à l'encolure et de la fréquence cardiaque entre la semaine précédant et la semaine suivant les courses et nombre de semaines nécessaire au retour du paramètre à sa valeur d'avant course pour les chevaux du groupe1	195
Annexe 4b : Différentiels du poids, de la notation d'état corporel, de la durée de persistance du pli de peau à l'encolure et de la fréquence cardiaque entre la semaine précédant et la semaine suivant les courses et nombre de semaines nécessaire au retour du paramètre à sa valeur d'avant course pour les chevaux du groupe 2.....	196
Annexe 5a : Résultats des examens cliniques des chevaux le lendemain de C1 et les deux semaines suivant C1 (T12 et T13).....	197
Annexe 5b : Résultats des examens cliniques des chevaux le lendemain de C2 et les deux semaines suivant C2 (T25 et T26).....	198

LISTE DES ABREVIATIONS

- A : Antérieur
- B : Boiterie
- bpm : Battements par minute
- C1 / C2 : 1^{ère} / 2^{ème} Course
- D : Droit
- E1 / E2 : 1^{ère} / 2^{ème} Période d'entraînement
- F : Femelle
- FC : Fréquence cardiaque
- FR : Fréquence respiratoire
- G : Gauche
- G1 / G2 : 1^{er} / 2^{ème} Groupe
- H : Hongre
- L1 / L2 : 1^{er} / 2^{ème} Test d'effort
- M buc : Muqueuses buccales
- M oc : Muqueuses oculaires
- N : Normal
- NEC : Notation de l'état corporel
- NS : Non significatif
- P : Postérieur
- PPenc : Durée de persistance du pli de peau à l'encolure
- PPep : Durée de persistance du pli de peau à l'épaule
- S : Significatif
- T° : Température
- T0, T1 [...] Tn : 1^{ère} semaine d'entraînement, 2^{ème} semaine d'entraînement [...] nième semaine d'entraînement.
- TRC : Temps de recoloration capillaire
- Vet-gate : VG

INTRODUCTION

➤ **Évolution de la discipline sur les 10 à 20 dernières années**

L'endurance est une discipline relativement jeune, en plein essor et dont l'évolution a été remarquable au cours des dernières années.

Évolution du nombre de pratiquants et du palmarès

En France, la discipline est apparue vers le milieu des années 1970 mais n'a vraiment pris son essor que vers le milieu des années 1990. Le nombre de pratiquants n'a cessé d'évoluer et l'endurance est devenue la deuxième discipline fédérale tant en nombre de compétiteurs qu'en nombres d'épreuves organisées de niveau national et international (1445 épreuves dont 26 au niveau national et international) [30]. La France est par ailleurs le pays leader de l'endurance au niveau mondial : 6 des 10 premiers cavaliers au classement mondial 2011 sont français. Enfin, l'endurance équestre est la discipline qui rapporte aujourd'hui le plus de médailles à la France.

Santé, bien-être et protection animale : évolution de la réglementation

Si le souci de préserver sa monture n'existait pas ou peu lors des débuts de l'endurance, les mentalités et la réglementation ont nettement évolué. En 1982, l'endurance équestre est devenue une discipline réglementée par la Fédération Equestre Internationale (FEI) qui a imposé un règlement strict de contrôles vétérinaires pendant et à la fin des courses. Aujourd'hui le défi relevé par la discipline est de voir le 1^{er} comme le dernier cheval passer la ligne d'arrivée en parfaite santé. La mise en place de contrôles de l'état de santé du cheval avant, pendant et après la course ainsi que l'implication majeure des vétérinaires dans la discipline contribuent largement à la réalisation de cet objectif.

Évolution du niveau de performance et conséquences

L'évolution des techniques d'entraînement, de gestion des chevaux ainsi que la progression des cavaliers ont conduit à une augmentation du niveau de performance : les courses de 160 km qui se couraient à une vitesse moyenne de 15 km/h en 2000 se courent aujourd'hui à une vitesse supérieure à 18 km/h [40] ; des moyennes de 25 km/h ont par ailleurs été enregistrées sur des épreuves de 120 km dans le désert [31].

On observe parallèlement une professionnalisation de la discipline avec d'une part la **création d'écuries spécialisées dans l'entraînement et l'élevage des chevaux d'endurance**. Une trentaine d'écuries se sont professionnalisées et assurent l'entraînement de chevaux français et étrangers. De nombreuses écuries se sont par ailleurs spécialisées dans l'élevage de chevaux d'endurance (principalement de chevaux arabes et issus d'arabes qui sont les plus performants dans cette discipline). L'élevage français est aujourd'hui réputé dans le monde entier et de nombreux chevaux nés en France sont vendus à l'étranger à des prix très élevés [30].

D'autre part, on constate l'**augmentation de la valeur des enjeux et de la concurrence internationale**.

➤ Déroulement des épreuves et rôle des vétérinaires

Les différents types d'épreuve

On distingue :

- **les épreuves à vitesse limitée** : la vitesse est limitée à 10 à 12 km/h pour les départementales (20-30 km). Elle est limitée à 12 à 15 km/h pour les régionales (40-60 km). Le classement se fait sur la base d'un calcul tenant compte de la vitesse et de la fréquence cardiaque (FC) finale ;
- **les épreuves à vitesse libre** : Nationale 1 étoile (90 km), Nationale 2 étoiles (120 à 130 km), Nationale 3 étoiles (140 à 160 km ou 2*100 km). La vitesse minimum autorisée est de 12 km/h. Le classement se fait au chrono.

Déroulement d'une épreuve d'endurance

Avant la course :

Les chevaux sont soumis à un **contrôle initial** visant principalement à vérifier l'identité du cheval, la validité de ses vaccinations et son aptitude physique à participer à l'épreuve. Il a lieu la veille de l'épreuve pour les courses de niveau national ou international (CEN ou CEI).

Pendant la course :

Le parcours est jalonné par une série d'arrêts obligatoires au cours desquels cheval et cavalier peuvent bénéficier d'aide, de soins non interdits et d'un temps de repos. Lors de ces pauses le cheval est soumis à une inspection vétérinaire visant à déterminer si il est apte ou non à participer à la phase suivante. Ces **contrôles intermédiaires**, dans les épreuves CEN ou CEI, sont effectués au cours d'un arrêt appelé « **vet-gate** » : à son arrivée, le cheval entre dans l'aire de grooming, le chrono est alors toujours en marche. Il doit être présenté au contrôle dans un délai maximal de 30 minutes (épreuves *, ***, ****) ou dans les 20 minutes (épreuves **) et uniquement lorsque sa FC est inférieure ou égale à la FC maximale autorisée par le règlement de l'épreuve. Le chrono est stoppé lorsque le cheval pénètre dans le vet-gate. Si le contrôle cardiaque est satisfaisant, le cheval subit un examen général qui précède une période de repos dont la durée a été fixée par les organisateurs en fonction de la réglementation générale des épreuves d'endurance équestre.

Ces contrôles intermédiaires sont généralement prévus tous les 30 à 40 km.

Dans certains cas (attitude suspecte d'un cheval pendant la course ou sur l'aire de contrôle), des **contrôles** dits « **volants** » (à n'importe quel moment de la course) peuvent être pratiqués à la demande de jury ou des vétérinaires sur un ou plusieurs chevaux.

Après la course :

Après la course, les chevaux sont soumis à un **contrôle final** dans les 30 minutes (épreuves *, ***, ****) ou dans les 20 minutes (épreuves **) qui suivent l'heure d'arrivée. Les résultats de ce contrôle associés à ceux des contrôles intermédiaires et du contrôle initial servent de jugement (ils peuvent mettre en évidence d'éventuelles causes d'élimination) et peuvent également avoir une valeur diagnostique (signes démontrant un état d'épuisement par exemple).

Un dernier **contrôle** est réalisé le **lendemain** de l'épreuve. Il permet de vérifier que d'éventuels signes pathologiques observés la veille ne se sont pas aggravés mais aussi de vérifier qu'aucune pathologie nouvelle n'est apparue pendant la nuit.

Le rôle des vétérinaires

La profession vétérinaire a été dès les débuts de la discipline intimement associée à celle-ci. Elle a d'une part largement contribué à la mise en place des règles qui régissent cette discipline à la lumière des connaissances en physiologie de l'effort de longue durée et des observations faites sur le terrain concernant la récupération du cheval d'endurance.

Les vétérinaires jouent d'autre part un rôle majeur au cours de l'épreuve : tous les vétérinaires présents sur une épreuve d'endurance ont en charge la santé, le bien-être et la sauvegarde des

aptitudes sportives des chevaux et ce, dans le domaine de compétence réglementairement défini de la catégorie à laquelle ils appartiennent.

On distingue [3] :

- **Le Vétérinaire de Contact**, responsable du maintien d'une communication permanente avec la FEI dans le domaine vétérinaire ;
- **Le Vétérinaire de Concours Associé et Délégué Vétérinaire**, conseiller officiel auprès du Comité Organisateur, de la Commission d'Appel et du Jury de Terrain pour toutes les questions vétérinaires ;
- **Le Vétérinaire de Concours ou de Raids d'Endurance**, « juge vétérinaire » qui fait appliquer un règlement, il officie sous la responsabilité du président de la commission vétérinaire, qui est sous la responsabilité du Jury de terrain. Il a un rôle de conseil (pas de décision) ;
- **Le Vétérinaire d'Equipe**, choisi par le Comité National pour assurer le suivi médico-sportif des chevaux de l'équipe ;
- **Le Vétérinaire Privé**, accompagne certains concurrents individuels ;
- **Le Vétérinaire de service**, vétérinaire officiel désigné par le comité organisateur pour assurer le service d'urgence pendant le concours ainsi que la surveillance des chevaux éliminés ;
- **Le Vétérinaire Préleveur**, réalise des prélèvements aux fins de contrôles antidopage ;
- **Le Vétérinaire Consultant** ;
- **Le Vétérinaire Sanitaire**, pourvu d'un mandat sanitaire départemental, il fait appliquer la législation nationale et locale.

Données existantes sur les techniques d'entraînement à l'endurance

L'évolution du niveau de performance des chevaux d'endurance est intimement liée à l'évolution des techniques d'entraînement, de monte et de gestion des chevaux.

Si les techniques d'entraînement doivent être adaptées au couple cheval / cavalier en fonction de nombreux facteurs comme le niveau de performance recherché, l'âge et l'expérience du cheval, ainsi que la disponibilité du cavalier, certaines lignes directrices sont valables pour tout cheval en préparation à soutenir un effort de longue durée : Les différents auteurs ayant écrit sur le sujet s'accordent pour reconnaître l'importance de préparer le cheval avant d'entreprendre un entraînement plus spécifique à la discipline.

➤ Préparation

Le cheval d'endurance est destiné à être soumis à de nombreux facteurs de stress auxquels il doit être préparé par une **adaptation mentale** adéquate. L'effort prolongé est la première source de stress. Il est donc nécessaire de monter le cheval à vitesse réduite sur des durées de plus en plus longues [28]. Il conviendra ensuite de préparer le cheval au changement : transport et changement de lieu de vie, changement d'horaires d'alimentation, de sommeil et autres événements inhabituels. Enfin, le cheval ayant un instinct grégaire marqué, il devra apprendre à quitter ses congénères sans que cela ne soit une source de stress en particulier pendant la course [28].

La **préparation physique** du cheval commencera par une étape de **musculature et d'assouplissement**. Si le travail en extérieur est indispensable, le dressage s'avère être un excellent outil pour y parvenir. En outre, le dressage apportera un meilleur équilibre au cheval et une bonne harmonie entre le cavalier et sa monture qui conduit à diminuer significativement la fatigue du cheval sur de longues distances [28]. Cette discipline est donc très complémentaire à la préparation du cheval d'endurance.

La préparation se poursuivra par une phase de mise en souffle visant à développer l'aptitude physique générale par **l'adaptation du système cardio-vasculaire**.

En parallèle, **l'adaptation articulaire**, beaucoup plus lente [24], se fera par un entraînement sur des terrains variés (développement de la proprioception).

Enfin, JL Leclerc (1998) [28] souligne l'importance de l'adaptation du cheval d'endurance à la chaleur en tenant compte du développement des glandes sudoripares avant de participer à des épreuves estivales. Il rappelle que 20 jours sont nécessaires pour induire un développement des glandes sudoripares (atrophées en hiver) lors d'une exposition à un climat chaud.

Il faut compter 2 à 3 ans pour une bonne préparation du cheval à l'endurance associant un développement physique et psychique optimal [28]. Alors seulement peut être entrepris un entraînement plus spécifique à la discipline.

➤ Entraînement à l'endurance

Dans un premier temps le cheval devra être entraîné à **soutenir un effort modéré pendant une longue période**. Cette première étape est appelée **endurance fondamentale ou métabolique**, elle met en jeu le métabolisme aérobie. Il s'agira de faire travailler le cheval au pas (le pas actif en dénivelé étant le plus adapté), au trot ou au petit galop sur terrain plat régulier afin de protéger le système ostéo-articulaire [31]. La fréquence et la durée des séances seront augmentées progressivement sans accroître la vitesse. A titre d'exemple, pour mettre en condition un cheval non entraîné, 3 ou 4 sorties par semaine, de 1/2h à 1h, au pas et au petit trot représentent la préparation de base qui doit durer 3 semaines à 1 mois avant de

commencer tout autre exercice [14]. Il est important d'éviter les exercices trop longs, trop fatigants ou trop répétitifs pouvant amener à un surentraînement.

Pourra alors commencer le travail en **endurance-résistance permettant au cheval d'aller plus vite plus loin** et ayant pour but de retarder la mise en route du métabolisme anaérobie [29]. Ce travail est indispensable pour participer à des compétitions dont la vitesse moyenne dépasse 15 km/h. Il pourra être réalisé de différentes manières : au trot soutenu, par le travail sur des pentes montantes ou, pour des chevaux ayant déjà un bon niveau d'entraînement, par le travail au galop sur terrain plat à des vitesses comprises entre 18 et 21 km/h [28,29]. Ces séances de galop ont l'intérêt d'amener progressivement le cheval à galoper relâché, la ligne du dos détendue, en toute décontraction. Cet exercice peut être mis en œuvre 3 à 4 semaines avant une course et peut-être renouvelé tous les mois pour maintenir un cheval à un haut niveau durant la saison de compétitions [31].

Certains auteurs proposent l'exercice fractionné, technique utilisée chez l'athlète humain et qui a été adaptée au cheval. Cette technique consiste à travailler à une allure modérée entrecoupée de brefs efforts d'intensité quasi-maximale, suivis d'une phase de récupération. Ce type de travail a pour objectif de donner de la puissance et de la vitesse au cheval pour préparer les moments d'une course au cours desquels le métabolisme anaérobie est sollicité (dénivelé, sprint sur la ligne d'arrivée) [24]. Bien que les auteurs rappellent l'importance de n'effectuer ce travail qu'avec un cheval déjà bien entraîné, sur un terrain minutieusement choisi (pour éviter les blessures) et à une fréquence restreinte (pour éviter le surentraînement), les avis concernant l'intérêt de ce type d'exercice sont partagés. Certains entraîneurs de haut niveau considèrent qu'il n'est pas utile, voire dangereux pour le cheval. Les accélérations soudaines propres à l'exercice fractionné replacent en effet le cheval dans une attitude de fuite et vont à l'encontre de la décontraction recherchée. Les risques de lésions ostéo-articulaires sont par ailleurs augmentés.

En conclusion, on retiendra d'une part que le choix des techniques et modalités d'entraînement doit être fait en fonction du couple cheval/cavalier et de ses objectifs. D'autre part, que la réalisation d'une performance est loin de dépendre uniquement des techniques d'entraînement choisies. Elle dépend également de nombreux facteurs tels que l'alimentation, la ferrure, la qualité du suivi médico-sportif et certainement le plus important : l'entente du cheval avec son cavalier.

Méthodes d'évaluation de la forme ou du niveau d'entraînement d'un cheval d'endurance

L'évaluation du niveau de forme et de l'état d'entraînement d'un cheval d'endurance peut être réalisée par différentes méthodes :

➤ Suivi de paramètres cliniques

La réalisation d'examen cliniques hebdomadaires, la mesure de paramètres physiques tels que l'état corporel ainsi que le suivi locomoteur sont autant d'éléments simples à évaluer et pourtant très informatifs, donnant au cavalier et à l'entraîneur une bonne idée du niveau de forme du cheval. Etant l'objet de cette étude, cet aspect sera développé ultérieurement.

➤ Les analyses sanguines

- Analyses sanguines au repos

Les analyses sanguines au repos ne constituent pas en tant que telles un outil pour déterminer le niveau de forme d'un cheval. Elle permettront plutôt de détecter précocement un éventuel trouble et seront utilisées comme valeurs de référence dans le cadre du suivi médico-sportif. Il est cependant intéressant de connaître certaines modifications hémato-biochimiques fréquemment observées chez les chevaux d'endurance bien entraînés. Ceux-ci présentent souvent un taux d'hématocrite bas (30 à 40%) lié à une augmentation de la volémie ainsi qu'une urémie (0,30 à 0,40 g/l) et une protéinémie marginalement élevée (68 à 75 g/l) [47]. Les chevaux d'endurance, indépendamment de leur niveau d'entraînement, présentent également occasionnellement une éosinophilie supérieure à 4% témoin d'une pression parasitaire liée à l'entretien en paddocks [47].

- Analyses sanguines au cours et après l'effort

L'effort fourni pendant les courses d'endurance entraîne la modification de nombreux paramètres aussi bien hématologiques (augmentation de l'hématocrite, du nombre de globules rouges, leucocytose neutrophilique) que biochimiques (augmentation des taux sanguins d'enzymes musculaires, d'urée, de créatinine, de fibrinogène, diminution de la chlorémie, kaliémie et calcémie) [5]. Cependant, le paramètre utilisé en routine au cours ou après l'effort pour évaluer le niveau de forme d'un cheval est la lactatémie. L'utilisation d'autres paramètres que la lactatémie dans ce but est sujette à controverse [24]. La mesure d'autres paramètres au cours ou après l'effort permet plutôt la détection précoce de lésions tissulaires, d'altération fonctionnelles ou de maladies subcliniques susceptibles d'affecter la performance.

➤ Suivi de la lactatémie

La lactatémie est le reflet de l'équilibre entre la production et l'élimination de lactate (LA) par l'organisme. La concentration sanguine en LA augmente de manière rapide et marquée à partir du moment où les capacités d'élimination et de stockage du LA par l'organisme sont dépassées, c'est à dire lorsque les capacités d'absorption de l'acide pyruvique par les fibres musculaires sont saturées (il est alors transformé en LA qui après avoir été accumulé dans le compartiment cellulaire diffuse massivement vers le compartiment sanguin). Le seuil d'accumulation sanguine de l'acide lactique (SASAL) est alors franchi. L'entraînement a pour effet d'améliorer les capacités aérobies musculaires et d'augmenter la capacité de l'organisme à absorber sa production de LA. Le franchissement du SASAL est donc repoussé pour un effort de même intensité lorsque le cheval est bien entraîné. De la même manière, la vitesse pour laquelle la lactatémie atteint 4 mmol/L (VLA4) est d'autant plus élevée que le niveau d'entraînement du cheval est bon [2]. Il a par ailleurs été montré que la lactatémie à l'effort est plus élevée chez les chevaux contre-performants que chez les chevaux sains [44].

Une des manières d'évaluer le niveau d'entraînement par la mesure de la lactatémie est de mesurer celle-ci au cours de tests d'effort (Cf. ci-dessous) entre les boucles et 2 minutes après la fin de l'effort [44]. Le prélèvement sanguin doit être fait le plus rapidement possible après l'effort car l'acide lactique est vite métabolisé par le foie [24]. La mesure de la lactatémie entre les différents paliers du test permet de calculer la VLA4 à partir d'analyses exponentielles ou, plus pratiqué en routine, à partir d'une formule mathématique permettant une estimation simple en utilisant les vitesses des paliers du test qui encadrent la valeur seuil de LA= 4 mmol/L [44]. Chez des chevaux d'endurance sains, VLA4 = 33,01 ± 6,14 km/h [18]. La VLA4 est influencée positivement par le niveau d'entraînement du cheval et négativement par les différentes affections ou troubles qu'il pourrait présenter [44]. C'est donc un paramètre particulièrement intéressant dans le cadre du suivi médico-sportif du cheval d'endurance.

➤ **Suivi de la fréquence cardiaque**

- Suivi de la FC au repos

Bien que la FC au repos ne soit pas considérée comme un indicateur fiable de la capacité cardiaque [50], il est usuel d'observer une FC au repos basse (25 à 35 bpm) chez les chevaux bien entraînés [11]. Esser et Lindner (2008) [16] ont montré par ailleurs l'existence d'une bonne corrélation entre la FC au repos et la récupération cardiaque (paramètre utilisé en routine pour l'évaluation du niveau d'entraînement) chez 7 chevaux d'endurance dont la FC a été mesurée au repos puis après un effort de 10 min sur tapis roulant à la vitesse de 1,5 ms/s. Par ailleurs, dans le cadre du suivi médico-sportif, il est intéressant de connaître la valeur habituelle de la FC de chaque cheval au repos afin d'évaluer l'amplitude des variations de celle-ci.

- Suivi de la FC à l'effort

Le suivi de la FC à l'effort peut se faire de deux manières : on peut soit mesurer la FC sur un effort donné, soit mesurer le temps pour parcourir une distance donnée à la même FC de base (par ex. 120 bpm). Dans le 1^{er} cas, la FC diminue progressivement lorsque le niveau d'entraînement augmente ; dans le 2nd cas, c'est le temps de parcours qui diminue.

Le suivi de la FC à l'effort peut se faire à l'aide d'un cardiofréquencemètre ou d'un électrocardiographe (ECG) portable. L'enregistrement simultané de la vitesse (à l'aide d'un GPS) permet le calcul de la V160 (vitesse pour laquelle le cheval atteint une FC de 160 bpm) ou la V200 par régression linéaire. De la même manière que la VLA4, la V160 ou V200 sont influencées positivement par le niveau d'entraînement et négativement par les différentes affections dont le cheval pourrait souffrir [44]. Chez des chevaux d'endurance sains, Fraipont et coll. [18] donnent des valeurs moyennes de V160 et V200 : V160 = 28,4 ± 1,47 km/h ; V200 = 41,73 ± 3,58 km/h. Ils montrent par ailleurs que la V160 est plus fiable pour la détection d'affections subcliniques induisant des baisses de performances.

- Suivi de la récupération cardiaque

La récupération cardiaque après l'effort peut être évaluée soit en mesurant le temps nécessaire pour que la FC descende au-dessous de 64 bpm ; soit en mesurant la FC à une durée fixe après l'effort. Dans le 1^{er} cas, un cheval en forme pour lequel l'effort demandé correspond au niveau d'entraînement présente un temps de récupération normalement inférieur à 15 minutes. Chez les chevaux de haut niveau, il est souvent de moins de 5 minutes. Dans le 2^{ème} cas, un cheval en forme présente une FC ≤ 64 bpm à 10 minutes et ≤ 50 bpm à 30 minutes. Toute remontée de la FC entre 10 et 30 minutes traduit une mauvaise récupération après l'effort [42].

Pour assurer un suivi sur la saison, il est préférable d'évaluer la récupération cardiaque toujours de la même manière [42].

Au niveau physiologique, l'amélioration de la récupération cardiaque avec le niveau d'entraînement s'explique par la dilatation cardiaque physiologique induite par l'entraînement mais aussi par une augmentation du tonus parasympathique s'exerçant après l'effort [50].

➤ Les tests d'effort

La réalisation de tests d'effort permet une évaluation complète du niveau d'entraînement d'un cheval d'endurance car elle intègre tous les paramètres décrits précédemment. Ces tests sont également utiles à la détection de certaines affections subcliniques induisant des baisses de performance.

D'après Robert et coll. (2011) [44], le test d'effort peut être réalisé sur le terrain en équipant le cheval d'un cardiofréquencemètre ou d'un enregistreur ECG portable et d'un GPS. Le test doit être pratiqué sur un terrain régulier et souple. La méthode proposée est la suivante :

Dans un 1^{er} temps, il est conseillé de réaliser un examen complet du cheval au repos incluant en plus de l'examen clinique et locomoteur des examens complémentaires tels qu'une prise de sang pour numération de formule sanguine et biochimie et selon l'anamnèse, un examen endoscopique des voies respiratoires supérieures.

Il est ensuite proposé de réaliser le test d'effort de la manière suivante : après un échauffement de 15 à 20 minutes, le test se déroule en 3 paliers de galop, le 1^{er} à 20 km/h d'une durée variable selon l'état d'entraînement du cheval, le 2^{ème} entre 25 et 27 km/h sur une distance de 1000 à 1500 m et le 3^{ème} entre 30 et 32 km/h sur la même distance.

Une prise de sang (pour la mesure des lactates) ainsi que la mesure de la FC sont réalisées entre chaque palier et dans les 2 minutes après la fin de l'effort. La récupération cardiaque est suivie juste après l'effort, 2, 5, 10, 20 minutes et 1h après la fin de l'effort. Le temps nécessaire à ce que la FC passe sous le seuil de 64 bpm est mesuré. Enfin, il est proposé de réaliser un examen complet du cheval environ 1h après l'effort (examen clinique, locomoteur, prise de sang pour dosage a minima de l'hématocrite, protéines totales, urée, CK, SGOT, Na⁺, K⁺ et Cl⁻ et examen endoscopique).

La conclusion quant au niveau d'entraînement d'un cheval d'endurance se fait grâce à l'interprétation des différents résultats (examens cliniques, locomoteurs et hématobiochimiques au repos et après l'effort, mesure de la VLA4, V160, V200, évaluation de la qualité de la récupération cardiaque) à la lumière des informations données précédemment sur chacun de ces paramètres.

Notons que la réalisation de plusieurs tests d'effort à intervalle régulier, par exemple 2 au cours de la saison d'entraînement, est particulièrement intéressante dans le cadre du suivi longitudinal des chevaux sur une ou plusieurs périodes d'entraînement. Ces tests permettent alors d'apprécier la progression du cheval en plus de contribuer à sa préparation.

Causes de non performance chez le cheval d'endurance

Un cheval est dit « non-performant » lorsque ses performances baissent pendant une période donnée ou lorsqu'il n'atteint pas le niveau de performance attendu basé sur ses caractéristiques physiques, son potentiel génétique et son niveau d'entraînement [7].

Les causes de non performance chez le cheval de sport sont nombreuses et variées. On s'intéressera ici aux principales causes de contre-performance en endurance à savoir les maladies respiratoires subcliniques, les troubles locomoteurs et les troubles musculaires [17, 44, 52]. Seront également évoqués succinctement les troubles métaboliques ainsi que le surentraînement.

➤ Maladies respiratoires subcliniques

Des troubles, même légers, qui affectent les voies respiratoires ou les surfaces d'échange du poumon peuvent significativement diminuer la délivrance de l'oxygène au muscle et donc la performance du cheval de sport [8].

Dans une étude de 2009, Fraipont et coll. [18] ont investigué les causes de contre-performance au sein d'une population de 50 chevaux d'endurance à l'entraînement. Les résultats ont montré une prévalence très élevée des affections des voies respiratoires basses associée à une baisse significative des paramètres athlétiques ainsi qu'une récupération cardiaque plus longue. Les principales affections respiratoires diagnostiquées étaient la maladie inflammatoire des petites voies respiratoires (MIPVR ou IAD pour inflammatory airway disease), la maladie obstructive récurrente des voies respiratoires (MORVR ou RAO pour recurrent airway obstruction) ainsi que des infections virales et bactériennes. Une autre étude récente [39] réalisée sur 50 trotteurs français dont 38 contre-performants a montré la prévalence des affections respiratoires subcliniques suivantes par ordre d'importance : IAD (25/38), inflammation trachéale (20/38), obstruction des voies respiratoires supérieures (16/38), hémorragie pulmonaire induite à l'exercice (EIPH – 10/38). Au total, 33/38 chevaux contre-performants étaient atteints par au moins une affection respiratoire. La majorité des chevaux présentaient plusieurs affections concomitantes (respiratoires et autres).

L'étiologie des maladies respiratoires inflammatoires est multifactorielle. L'âge est un facteur prédisposant et les chevaux d'endurance n'atteignent leur potentiel maximal qu'à plus de 6 ans et peuvent courir jusqu'à plus de 15 ans. L'environnement est également un facteur clé. L'entretien traditionnel des chevaux au pré ou en paddock au printemps et en été et en écuries l'hiver et l'automne pourraient favoriser les inflammations respiratoires chroniques [51]. L'entraînement intensif, les transports répétés et la proximité avec de nombreux congénères pendant les compétitions pourraient prédisposer les chevaux d'endurance au développement et la transmission de maladies respiratoires infectieuses [51].

Les problèmes respiratoires observés chez les chevaux d'endurance sont souvent subcliniques mais affectent la performance, la préparation physique ainsi que la récupération à court et long terme [51]. Les tests d'effort peuvent être un moyen utile à la détection de tels troubles. Le diagnostic précis se fera à l'aide de tests permettant la détection de l'inflammation respiratoire (prélèvement de sécrétions trachéales et de liquide de lavage broncho-alvéolaire) et de tests de fonction respiratoire permettant la quantification des dysfonctionnements pulmonaires [8]. Bien qu'un traitement soit souvent nécessaire même dans le cas d'affections subcliniques, on retiendra l'importance de la prévention des affections respiratoires par une bonne gestion de l'environnement et une vaccination régulière des chevaux. On veillera d'autre part à réduire l'inhalation de poussière par les chevaux par des mesures très simples comme le trempage du foin s'il est poussiéreux, l'arrosage des pistes par temps sec ou encore le travail en sous-bois.

➤ Troubles locomoteurs

Le système locomoteur des chevaux d'endurance est très sollicité. Il doit assurer un fonctionnement en terrains variés pendant une longue durée et au cours de longues années. L'adaptation du système locomoteur se fait sur plusieurs années et grâce à un entraînement adéquat. Un jeune cheval ne doit pas être soumis à un travail trop intensif avant d'être complètement prêt au risque de provoquer des lésions permanentes de l'appareil locomoteur dommageables aux futures performances de l'animal [17].

Bien que de nombreux chevaux d'endurance présentent des irrégularités d'allure sur le cercle sans que cela ne semble les gêner en compétition [44], les troubles locomoteurs sont la première cause d'élimination en course [47]. Sur l'année 2009 (Nicolas, 2010), les statistiques menées sur les courses de 130 et 160 km révèlent que plus de 66 % des chevaux ont été éliminés pour boiterie contre un peu moins de 18 % pour raisons métaboliques. Plus largement, les boiteries concernent 12,4 % des affections diagnostiquées en endurance devant les déséquilibres hydro-électriques, l'épuisement, les myopathies, le flutter diaphragmatique et les coliques (Fowler, 1980 ; Meyrier, 2003).

Les troubles locomoteurs peuvent apparaître au moment des courses, être détectés lors du suivi médico-sportif du cheval ou encore être subcliniques.

Concernant les troubles locomoteurs subcliniques, Richard et col. (2010) [39] montrent que 8/38 trotteurs français jugés contre-performants présentaient une boiterie ($\geq 2/5$) détectable uniquement lors d'un effort intense.

D'autre part, d'après Péliissier [37] les principales affections locomotrices survenant sur les courses d'endurance sont les suivantes : les myosites, les contusions du pied, la fourbure, les crevasses, les synovites métacarpo-phalangiennes et les polysynovites. Les myosites sont les premières causes d'élimination pour boiterie postérieure. Les contusions du pied sont de moins en moins présentes du fait de ferrures de mieux en mieux adaptées à cette discipline (les chevaux sont généralement pourvus de plaques et de silicone limitant les lésions de la sole) mais peuvent quand même survenir lorsque le sable s'accumule et se compacte en pince comprimant ainsi la sole. Les crevasses sont particulièrement fréquentes lorsque le climat est humide, le sol sableux et les chevaux équipés de protections. Elles peuvent causer de fortes boiteries du fait de la douleur qu'elles occasionnent. Les engorgements surviennent le soir ou le lendemain de l'épreuve, ils sont souvent plus marqués sur les boulets antérieurs. Enfin la fourbure, étant donné son pronostic incertain, justifie à elle seule un suivi minutieux du cheval dans les 48h suivant la course [37].

On notera que les boiteries survenant au début de la course peuvent indiquer un problème locomoteur chronique ou une blessure récente non résolue alors que les boiteries survenant pendant la 2^{ème} partie de la course sont souvent associées à un sol dur, une ferrure mal adaptée, un problème métabolique ou une mauvaise technique de monte (le cavalier peut être responsable d'une boiterie s'il est mal équilibré sur la selle) [17].

Les principales affections locomotrices détectées lors du suivi orthopédique des chevaux sont [37] : l'arthrose du boulet, la tendinite des tendons fléchisseurs, la desmite du muscle inter-osseux III (MIO III ou ligament suspenseur du boulet), l'arthrose tarso-métatarsienne, inter-tarsienne, inter-phalangienne et la sésamoïdite. L'arthrose du boulet est l'entité la plus fréquente chez les chevaux d'endurance du fait de la durée de l'effort, la répétition du geste, l'importance des parties de course sur terrain goudronné ainsi que le poids de la ferrure (acier, plaques, silicone et cônes). Les tendinites prennent une place de plus en plus importante dans cette discipline à cause de l'augmentation des vitesses en course et de la généralisation de l'entraînement sur la plage. Le tendon fléchisseur superficiel est le tendon le plus fréquemment affecté. La desmite du MIO III est assez fréquente en particulier chez les chevaux de haut niveau, le tiers distal du MIO III étant le site lésionnel le plus rencontré. Enfin, alors que l'arthrose tarso-métatarsienne et inter-tarsienne est assez répandue et diversement tolérée, l'arthrose inter-phalangienne est très mal tolérée chez le cheval d'endurance et ne se rencontre que très rarement.

➤ **Troubles musculaires**

Les rhabdomyolyses sont les principales affections musculaires rencontrées chez les chevaux de sport. On distingue [23] :

- la rhabdomyolyse d'exercice sporadique ou aiguë (ou myosite d'effort) qui atteint les chevaux de façon sporadique pendant ou après un exercice violent, excessif ou inadapté ;
- la rhabdomyolyse d'exercice récidivante qui se traduit par des épisodes récurrents de myopathie ;
- la rhabdomyolyse d'exercice asymptomatique ou subclinique.

Les myosites d'effort surviennent principalement pendant les courses et entraînent le plus souvent l'élimination du cheval. Elles peuvent survenir à tous les stades de l'épreuve et leur degré de gravité peut varier considérablement allant de la simple mauvaise performance au cheval immobilisé ou même en décubitus. Les facteurs favorisants sont les longs transports avant la course, la concomitance d'une infection (le plus souvent respiratoire) et toute douleur locomotrice [4] entraînant une compensation musculaire. On reconnaîtra une myopathie d'effort aux symptômes suivants [3] : faciès anxieux, transpiration, hyperthermie, douleur à la palpation d'un seul muscle ou à l'ensemble des muscles, myoglobinurie (susceptible de conduire à une insuffisance rénale en l'absence de fluidothérapie).

D'autre part, concernant la rhabdomyolyse d'exercice subclinique, Richard et col. (2010) [39] mettent en évidence cette affection chez 9 des 38 trotteurs français jugés contre-performants (diagnostiquée par un taux sanguin de créatine kinase > 500 UI/L). Celle-ci pourrait donc être une cause de contre-performance chez le cheval de sport mais aucune donnée n'est disponible à ce jour spécifiquement pour le cheval d'endurance.

➤ **Troubles métaboliques**

L'effort d'endurance, d'intensité modérée mais de longue durée, est très exigeant sur le plan physique. De nombreuses adaptations physiologiques sont nécessaires pour soutenir ce type d'effort et le moindre dysfonctionnement peut avoir des conséquences immédiates et entraîner l'élimination du cheval. Les troubles métaboliques représentent la 2^{ème} cause d'élimination en course d'endurance, 27 % des chevaux éliminés dans une étude récente réalisée sur 6 courses de 120 à 144 km [43]. Cette proportion varie notablement en fonction de la température et de l'humidité ambiante ainsi que de la vitesse de course. Lorsque la température excède 25°C et l'humidité 70%, les problèmes métaboliques représentent plus de la moitié des causes d'élimination ou d'abandon [4]. En effet, ces deux facteurs limitent dramatiquement le système d'évaporation par transpiration cutanée, principal système de thermorégulation chez le cheval à l'effort [22].

Parmi les pathologies métaboliques rencontrées chez le cheval d'endurance, on peut citer les principales [3] : le coup de chaleur, les déséquilibres hydro-électrolytiques, la fourbure aiguë, l'épuisement, le flutter diaphragmatique, les coliques de fatigue ainsi que les myopathies d'effort déjà évoquées précédemment.

➤ **Entraînement inadapté**

Un programme d'entraînement mal adapté peut également être la cause de non-performance. Dans l'étude de Richard et col. (2010) [39] 4/38 trotteurs français jugés contre-performants l'étaient à cause d'un entraînement inadapté. Le surentraînement, en particulier, est une cause avérée de contre-performance. Il se caractérise généralement par une perte d'intérêt du cheval, une baisse d'appétit ainsi qu'une mauvaise récupération [28].

Enfin, on retiendra que les chevaux contre-performants sont généralement atteints par plusieurs affections concomitantes [39]. Ces affections peuvent être visibles cliniquement ou pas. Dans ce dernier cas, les tests d'effort sont un outil très intéressant de détection précoce.

Problématique et objectifs de la thèse

De nombreuses études ont été réalisées autour des courses d'endurance, mais peu de données sont actuellement disponibles sur le suivi médico-sportif ainsi que l'adaptation physiologique longitudinale des chevaux d'endurance au cours d'une saison de préparation et de compétition. Les méthodes actuelles d'entraînement reposent principalement sur l'expérience et l'appréciation subjective de l'entraîneur et du cavalier [40].

Notre étude repose sur le suivi longitudinal d'un ensemble de paramètres physiques, comportementaux, cliniques et locomoteurs dans un groupe homogène de chevaux expérimentaux, hébergés au même endroit, nourris et entraînés de façon standardisée, et gérés comme des chevaux de compétition. Elle vise à contribuer à la détermination des paramètres les plus pertinents pour évaluer le niveau de forme du cheval dans le cadre du suivi médico-sportif. A terme, cet approfondissement de la connaissance du cheval d'endurance au cours du cycle entraînement/course/récupération a pour objectif d'aider les cavaliers et entraîneurs à adapter leur stratégie d'entraînement, à mieux gérer les compétitions et les phases de récupération après les courses et à prévenir l'apparition de troubles pouvant potentiellement limiter la performance. Cette étude s'inscrit dans un projet plus vaste qui a pour objectif de faire un point sur la physiologie de l'entraînement et de la performance chez le cheval d'endurance (projet PEPCE). Outre les paramètres cliniques qui font l'objet de ce travail, le projet PEPCE comprend une étude de l'évolution de la physiologie digestive, du statut hydro-électrolytique, de la fonction mitochondriale, des adaptations musculaires et cardio-respiratoires au cours de l'entraînement et à l'effort.

Nous présenterons dans une première partie la manière dont cette étude a été réalisée puis, dans une deuxième partie, les résultats obtenus. Ces résultats seront finalement discutés dans la troisième partie.

1^{ère} Partie

I. Matériel et méthodes

A. Effectif

Huit chevaux de race arabe ou demi-sang arabe qualifiés pour participer à des épreuves d'endurance de 120 km ont été suivis pendant la saison 2008. L'âge moyen des chevaux était de 10 ans [7-13 ans]. Ils ont été répartis en deux lots entretenus et gérés dans les mêmes conditions dans les écuries de l'ENESAD (Etablissement National d'Enseignement Supérieur Agronomique de Dijon). Trois des huit chevaux étaient déjà à l'ENESAD (Naid, Naya et Zaaf) avant le début du protocole. Les autres chevaux ont été prêtés pour la saison. Le tableau 1 donne les noms des chevaux ayant participé au protocole ainsi que leurs caractéristiques principales.

Tableau 1: Noms et caractéristiques principales des chevaux participant au protocole

Groupe	Nom du cheval	Race	Sexe	Age	Niveau de qualification (km)	Robe
1	Kebar de Jalima	Arabe	H	11	120	Bai
1	Naya de Bozouls	Arabe	F	11	160	Gris
1	Naid de Bozouls	Arabe	H	8	90	Aubère
1	Siglavv Bagdadi Bibor	Arabe shagya	F	13	110	Gris
2	Halan le Texan	DS Arabe	H	13	160	Gris
2	Nazia de Niellans	Arabe	F	7	90	Alezan
2	Zaaf de Bozouls	Arabe	H	9	120	Gris
2	Belik de Jalima	Arabe	H	10	90	Gris

B. Entretien et alimentation

Les chevaux étaient tous hébergés en boxes individuels dans la même écurie fermée. Ils étaient sortis quotidiennement en paddock individuel pour une durée variable (2 à 8 heures par jour) selon le travail effectué et le temps.

Ration journalière :

La ration des chevaux était composée de 75% de foin de prairie naturelle et de 25% d'aliment concentré (aliment Olympic Etienne®) à hauteur de 1,9 kg MS/100kg. Les chevaux recevaient deux repas de d'aliment concentré par jour (matin et soir).

Supplémentation :

Les chevaux ont reçu une supplémentation en huile (type ISIO4), afin d'atteindre un taux de Matière Grasse global de la ration de 5%. La quantité d'huile distribuée était en moyenne de 232 ml/jour/cheval. Cette supplémentation a été mise en place pendant la phase d'habituation puis a été arrêtée en début d'entraînement pour être reprise 30 jours avant chaque course. Les chevaux ont également reçu une supplémentation minérale (Bionutron®) pendant les 23 jours précédant chaque course.

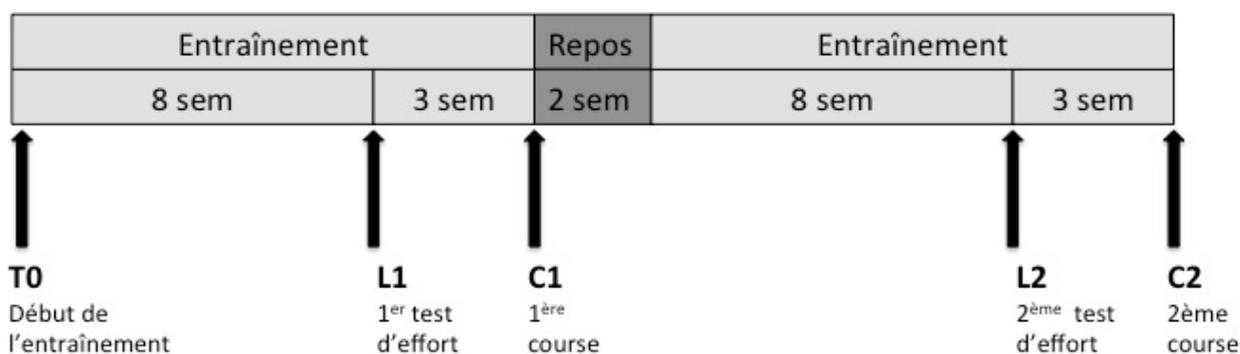
C. Programme d'entraînement

Les chevaux ont été soumis à un programme d'entraînement classique pour chevaux d'endurance de haut niveau :

- 8 semaines d'entraînement ;
- test d'effort sur piste (2x20km au galop) ;
- 3 semaines d'entraînement ;
- participation à une épreuve de 120 km ;
- 2 semaines de repos ;
- reprise de l'entraînement suivant le même schéma pour participer à un deuxième test d'effort sur piste et une deuxième course de 120 ou 130 km.

La figure 1 résume le programme d'entraînement suivi par les chevaux au cours de la saison 2008.

Figure 1 : Programme d'entraînement des chevaux et abréviations utilisées



L'entraînement se déroulait de la manière suivante : les chevaux étaient sortis montés pendant 2 heures à raison de 3 séances par semaine. Ils effectuaient un travail varié au pas et au trot avec de petites phases de galop. Les autres jours, les chevaux étaient mis au paddock de 9h00 à 17h00. Durant le mois d'août, les chevaux ont travaillé 3 à 4 fois par semaine, soit montés (2h avec dénivelé), soit au marcheur (1h30 au pas). Lors des phases de repos (suivant les courses), les chevaux ont été mis au paddock pendant 2 semaines.

D. Déroulement des tests d'effort

Les tests d'effort se sont déroulés de la façon suivante :

- échauffement une quinzaine de minutes au pas et au trot ;
- galop à 110 foulées/min pendant 1 heure en changeant de main toutes les 15 minutes ;
- pause une quinzaine de minutes : mesure des lactates sanguins, rafraîchissement et abreuvement des chevaux, suivi de la récupération cardiaque ;
- galop à 100-105 foulées/min pendant 1 heure en changeant de main tous les 15 minutes ;
- mesure des lactates sanguins à 30 minutes ;
- mesure des lactates sanguins et récupération active au trot et au pas 10 minutes ;
- rafraîchissement et abreuvement des chevaux, suivi de la récupération cardiaque et retrait de l'équipement (enregistreur d'ECG et cardiofréquence-mètre).

Le tableau 2 indique les dates des deux tests d'effort pour chaque cheval.

Tableau 2 : Dates des tests d'effort pour chaque cheval

G1/G2	Date du 1 ^{er} test d'effort (L1)	Date du 2 ^{ème} test d'effort (L2)
Kebar, Naid	27/05/2008	26/08/2008
Naya	27/05/2008 et 03/06/2008*	26/08/2008
Bibor	17/06/2008**	26/08/2008
<i>Halan, Nazia, Zaaf</i>	17/06/2008	30/09/2008
<i>Belik</i>	***	****

* Lors du 1^{er} test d'effort le 27/05/2008, Naya repassait fréquemment au trot, soufflait beaucoup et faisait du bruit à l'effort. Elle a par ailleurs présenté une lactatémie de 8 mmol/L après 20 km d'effort. Il a donc été choisi de l'arrêter à l'issue de la pause. L'examen clinique de Naya réalisé 2 jours après L1 étant parfaitement normal et les résultats d'analyse ne montrant pas d'anomalie évidente, la jument a réalisé un second test sur piste la semaine suivante, seule, à son train. Tout s'est bien passé.

** Bibor a réalisé son premier test d'effort avec le groupe 2 bien qu'elle ait ensuite été intégrée au groupe 1. Elle a en fait intégré le groupe 1 pour la deuxième course car Belik qui était prévu pour être dans le groupe 1 a été long à mettre en condition et a finalement intégré le groupe 2. Pour faciliter le traitement des données, Bibor a été considérée comme étant dans le groupe 1 sur toute la saison.

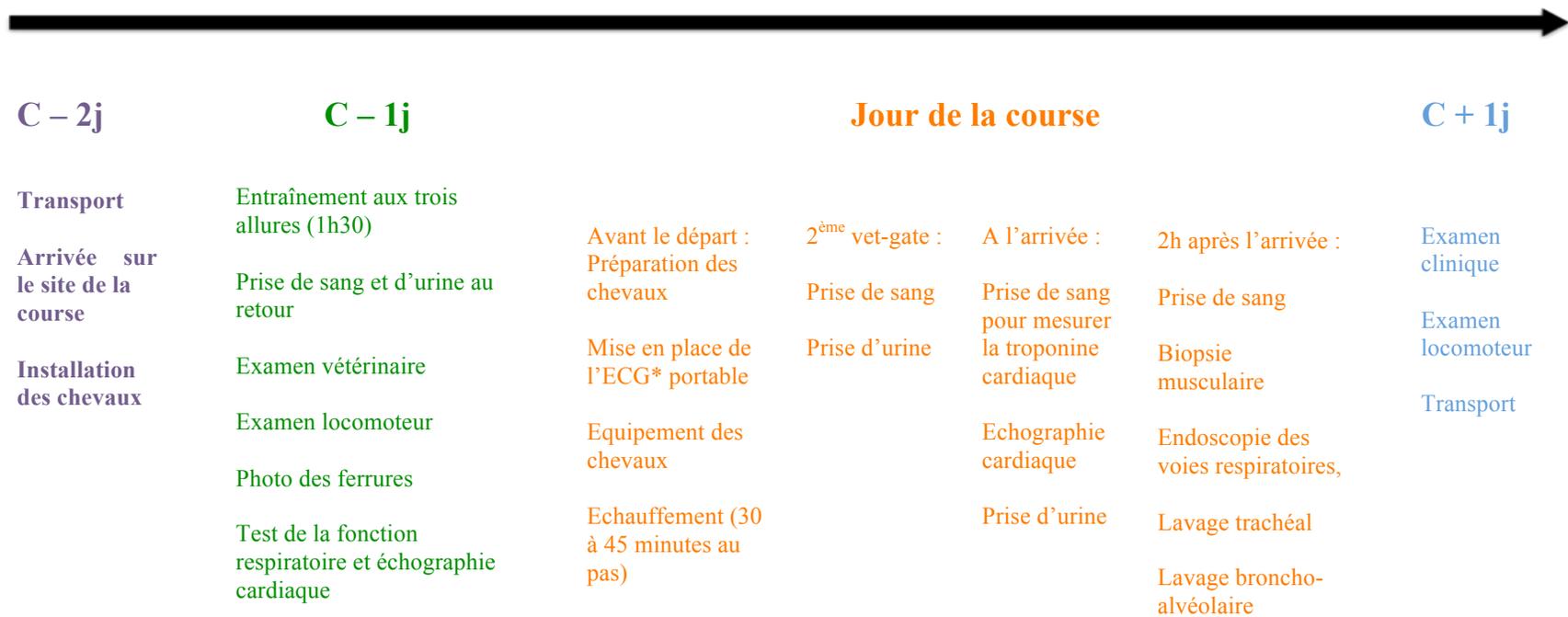
*** Belik est arrivé en cours de saison le 21/06/2008. Il n'a donc pas participé au test du 17/06/2008 avec les autres chevaux du groupe 2.

**** Belik avait besoin de se requalifier sur une épreuve de 90 km pour pouvoir participer à une épreuve de 120 km. Il a donc couru le dimanche 28 septembre à Saint-Fargeau dans l'Yonne et n'a pas participé au test sur piste.

E. Déroulement des courses

Les deux groupes de chevaux ont couru deux courses à environ 13 semaines d'intervalle.
Le déroulement détaillé des courses est décrit dans la figure suivante.

Figure 2 : Descriptif du déroulement des courses



* ECG : Electrocardiogramme

Les Tableaux 3a, 3b, 4a et 4b apportent une description des courses pour les 2 groupes de chevaux.

Tableau 3a : Descriptif des courses du groupe 1

	Lieu	Date	Distance	Chevaux	Cavaliers	Engagement
C1	Vittel	21 Juin	117 km	Kebar Naid Naya	A-G. Goachet A. Chanvin J. Goachet	CEI** Amateur élite CEI**
C2	Monpazier	19 Sept.	119 km	Kebar Naid Naya Bibor	A-G. Goachet A. Chanvin J. Goachet P-M. Morvan	CEI** Amateur élite CEI** CEI**

Tableau 3b : Descriptif des courses du groupe 1

	Durée de transport	Hébergement	Technicité de l'épreuve	Conditions climatiques
C1	3h30	Boxes démontables Température étouffante en journée	Technique mais peu dénivelé. Bon terrain, non caillouteux.	Brouillard au départ, très vite levé puis ensoleillé. T° moyenne : 27°C Humidité moyenne : 33%
C2	8h	Boxes démontables	Parcours très technique. Sol dur (beaucoup de goudron).	Ensoleillé. T° moyenne : 20°C.

NB : Bibor n'a pas pu courir la première course à cause d'une boiterie du membre antérieur droit survenue à l'entraînement à T10. Elle a ensuite été engagée sur une course de 130 km le 26/07/2008 à Moulins-Engilbert au cours de laquelle elle a été blessée sur la 1^{ère} étape.

Tableau 4a : Descriptif des courses du groupe 2

	Lieu	Date	Distance parcourue	Chevaux	Cavaliers	Engagement
C1	Saint-Galmier	11 Juil.	119 km	Nazia Halan Zaaf	A-G. Goachet A. Chanvin P. Auffret	CEI** Amateur élite Amateur élite
C2	Ghlin (Belgique)	25 Oct.	132 km	Belik Nazia Zaaf	A-G. Goachet A. Chanvin P-M. Morvan	

Tableau 4b : Descriptif des courses du groupe 2

	Durée de transport	Hébergement	Technicité de l'épreuve	Conditions climatiques
C1	4h	Boxes démontables	Moitié de la course technique avec de bonnes montées. Autre moitié plate et roulante.	Ensoleillé puis orage et temps lourd. T° : 22 à 27°C.
C2	7h	Boxes en dur	Terrain plat, quelques borbiers, beaucoup de goudron.	Temps frais, humide et venteux. T° : 7 à 12°C.

NB1 : Belik n'a pas couru la première course avec les autres chevaux du groupe 2 qu'il a rejoint en cours de saison.

NB2 : Halan n'a pas pu courir la deuxième course suite à la survenue d'une boiterie du membre antérieur droit (suros actif) à T23.

Certains chevaux ont réalisé d'autres courses (40 et 90 km) que C1 et C2 pour différentes raisons détaillées ci-dessous.

Tableau 5 : Récapitulatif de la participation des chevaux à d'autres courses que C1 et C2

Nom du cheval	Distance	Date	Lieu	Performance
Naid	40 km	04/05/2008	Sommant	12,73 km/h – 1 ^{er} <i>ex aequo</i>
Kebar	40 km	04/05/2008	Sommant	12,73 km/h – 1 ^{er} <i>ex aequo</i>
Bibor	40 km	01/06/2008	Marsannay Le Bois	1 ^{ère}
Bibor	130 km	26/07/2008	Moulins-Engilbert	Abandon 1 ^{ère} étape
Bibor	90 km	10/08/2008	Sommant	12,28 km/h – 1 ^{ère} <i>ex aequo</i>
Belik	90 km	28/09/2008	Saint-Fargeau	15,03 km/h – 3 ^{ème}

- Naid et Kebar ont participé à une course de 40 km le 04/05/2008 afin de permettre à leur cavalier d'évaluer leur comportement en course.
- Bibor a participé à une course de 130 km le 26/07/2008 car elle n'avait pas pu courir la première course avec les autres chevaux de son groupe (boiterie) mais a été contrainte d'abandonner au cours de la première étape suite à un coup de pied d'un autre cheval à la tête.
- Enfin, Bibor et Belik devaient se qualifier sur une course de 90 km avant de participer à une course de 120 km.

F. Examen physique

Les chevaux ont été examinés chaque semaine entre 8h et 10h30 le matin. Les trois examens (physique, clinique et locomoteur) ont été réalisés principalement par la même personne chaque semaine (mis à part quelques semaines au cours des mois d'été où cette personne a été remplacée). La personne réalisant l'examen des chevaux était vétérinaire et a rempli chaque semaine une fiche regroupant les résultats de l'examen physique, clinique et locomoteur pour chaque cheval (Cf. Annexe 1).

Les différents paramètres évalués au cours de l'examen physique sont :

1. Poids

Les chevaux ont été pesés une fois par semaine le matin tout au long de la saison afin de suivre l'évolution du poids, de mettre en évidence d'éventuelles variations brutales du poids à des moments précis, de relier cette évolution à d'autres paramètres et d'ajuster la conduite alimentaire ainsi que l'entraînement en fonction des résultats.

2. Notation de l'état corporel

L'état corporel des chevaux a été évalué chaque semaine afin de d'apprécier de manière qualitative la masse des dépôts adipeux, de suivre son évolution au cours de la saison, de relier cette évolution à d'autres paramètres tels que le poids et d'ajuster éventuellement la ration ou l'entraînement en fonction des résultats. L'état corporel a été évalué au moyen de la palpation de certains points précis ainsi que de l'appréciation visuelle (Cf. figure 3). Une note de 0 à 5 a été attribuée à chaque cheval. L'état corporel a été considéré comme optimal lorsque situé entre 2,5 et 3,5. Le tableau 6 donne l'échelle de notation de l'état corporel ainsi que sa signification.

Figure 3 : Récapitulatif des sites anatomiques utilisés pour la notation de l'état corporel (Henneke, 1985) d'après [1]

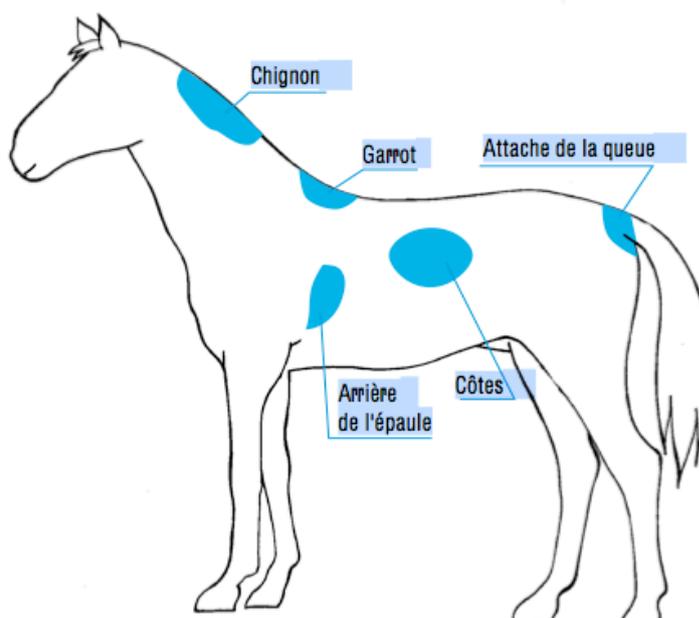


Tableau 6 : Echelle de notation de l'état corporel (d'après INRA 1990)

Notes	Etat corporel
0	Emacié
1	Très maigre
1,5	Maigre
2	Insuffisant
2,5 à 3,5	Optimum selon le type de chevaux
4	Gras
4,5	Très gras
5	Obèse

3. Condition physique

La condition physique a été évaluée par la personne responsable de l'entraînement des chevaux et également cavalière afin d'apprécier qualitativement l'état de forme des chevaux chaque semaine. Elle a été notée "excellente" (3), "bonne" (2), "intermédiaire" (1,5), "moyenne" (1) ou "insuffisante" (0). Cette évaluation a été traduite en chiffres afin d'obtenir un score moyen individuel donnant une idée de la condition physique moyenne au cours de la saison pour chaque cheval.

4. Appétit

L'appétit a été noté "très bon", "normal", "capricieux" ou "faible" en fonction de l'attitude des chevaux pendant leur repas et de la présence éventuelle de refus après les repas.

5. Aspect des crottins

L'aspect des crottins a été noté "sec", "normal" ou "pâteux".

6. Comportement et souplesse

Le comportement des chevaux a été évalué de manière subjective à travers différents paramètres, énoncés ci-dessous. Les paramètres comportementaux ont été traduits en chiffres afin d'obtenir un score moyen individuel donnant une idée de la tendance comportementale majoritaire pour chaque cheval.

a) Comportement au box

Les chevaux au box ont été notés "vifs" (3), "alertes" (2), "calmes" (1) ou "très calmes" (0).

b) Comportement à pied

Les chevaux à pied ont été notés "vifs" (3), "alertes" (2), "calmes" (1) ou "très calmes" (0).

c) Comportement avec les autres chevaux

Le comportement avec les autres chevaux a été noté "agressif" (3), "méfiant" (2), "indifférent" (1) ou "amical" (0).

d) Comportement au montoir

L'attitude des chevaux au montoir a été notée "s'échappant", "se creusant", "ne bougeant pas" ou "se raidissant".

e) Comportement monté

L'attitude des chevaux sous la selle a été notée "sur le gaz" (3), "alerte" (2), "calme" (1) ou "mou" (0).

f) Souplesse à froid

Les chevaux ont été notés "très souples" (3), "souples" (2), "raides" (1) ou "très raides" (0) à froid.

g) Souplesse à chaud

Les chevaux ont été notés "très souples" (3), "souples" (2), "raides" (1) ou "très raides" (0) à chaud.

h) Réaction à l'imprévu

La réaction à l'imprévu a été notée "forte" (3), "modérée" (2), "faible" (1) ou "absente" (0).

G. Examen clinique

L'examen clinique se déroulait tous les lundis matin après l'examen physique. Il a également été réalisé avant et après les tests d'effort et les courses. Les différents paramètres évalués au cours de l'examen clinique sont détaillés ci-dessous :

1. Fréquence cardiaque

L'auscultation cardiaque hebdomadaire a permis de relever la présence d'éventuelles arythmies (blocs auriculo-ventriculaires principalement) et de mesurer la fréquence cardiaque (notée en nombre de battements par minute - bpm).

2. Fréquence respiratoire

La fréquence respiratoire a été évaluée au repos de manière qualitative : elle a été notée "normale" (≤ 20 mouvements par minutes) ou "augmentée" (> 20 mpm).

3. Muqueuses oculaires

La couleur des muqueuses oculaires a été notée "pâle", "rose pâle", "rose" ou "+/- congestive".

4. Muqueuses buccales

La couleur des muqueuses buccales a été évaluée selon la même échelle que pour les muqueuses oculaires, à savoir "pâle", "rose pâle", "rose" ou "+/- congestive".

5. Temps de recoloration capillaire

Le temps de recoloration capillaire a été évalué en seconde (valeur normale ≤ 3 sec.).

6. Pli de peau à l'épaule

La durée de persistance du pli de peau à l'épaule a été mesurée en seconde (valeur normale ≤ 2 sec.).

7. Pli de peau à l'encolure

La durée de persistance du pli de peau à l'encolure a été mesurée en seconde (valeur normale ≤ 2 sec.).

8. Auscultation digestive

Le transit des chevaux a été évalué par une auscultation digestive des parties haute et basse des flancs (soit quatre cadrans). L'intensité des bruits digestifs a été notée "diminuée", "normale" ou "augmentée". La qualité des bruits digestifs a été notée "gazeuse", "normale" ou "liquidienne".

9. Température rectale

La température rectale des chevaux a été mesurée à l'aide d'un thermomètre électronique.

H. Examen locomoteur

L'examen locomoteur des chevaux a été réalisé chaque semaine après les examens physique et clinique. Il a également été réalisé avant et après les tests d'effort et les courses. L'examen locomoteur se déroulait de la manière suivante:

1. Examen statique

L'examen statique consistait à relever la présence éventuelle d'une plaie, d'une atteinte quelconque (suros, brûlure, engorgement, molettes etc..) ou d'un problème de ferrure.

2. Examen dynamique

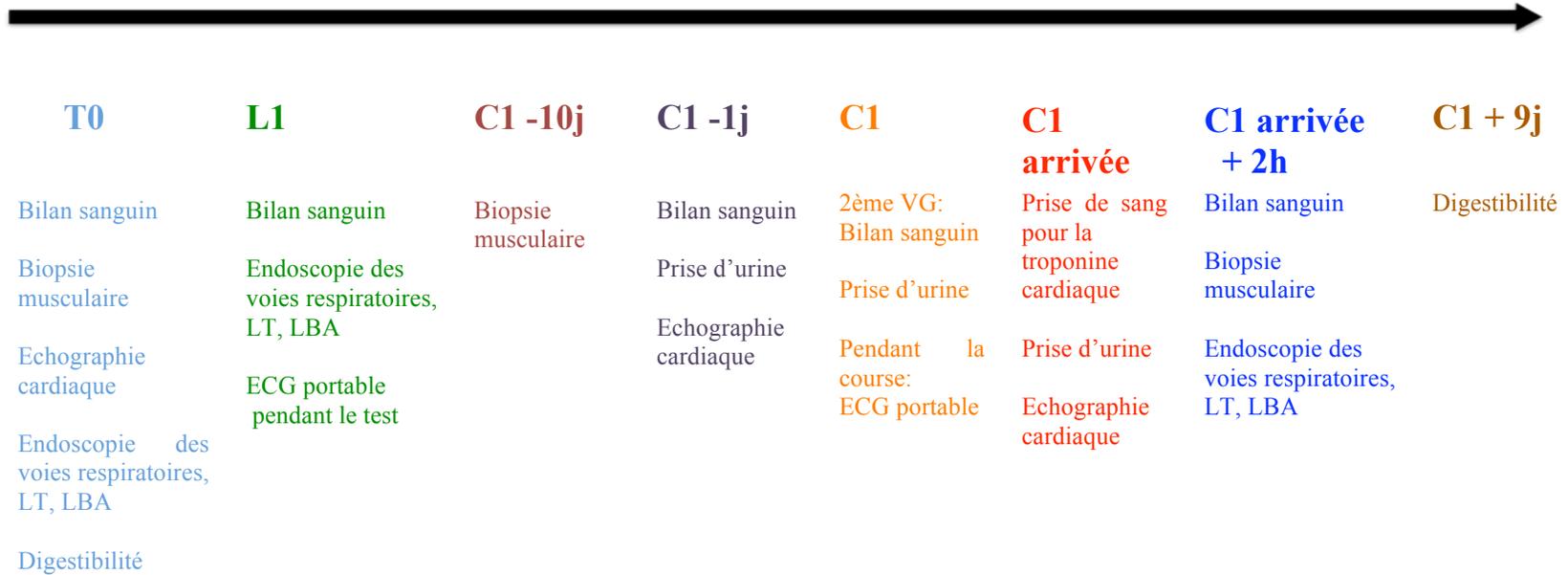
L'examen dynamique consistait en l'observation des chevaux:

- sur un huit au pas ;
- au trot en ligne droite ;
- sur le cercle à main gauche ;
- sur le cercle à main droite.

I. Autres examens réalisés sur les chevaux au cours de la saison

L'objet de l'étude présentée dans cette thèse est la détermination des paramètres les plus pertinents pour effectuer le suivi d'un cheval d'endurance à l'entraînement et en course. Cet objectif est un des aspects du projet PEPCE (Physiologie de l'Entraînement et de la Performance chez le Cheval d'Endurance). Cependant, le projet PEPCE a d'autres objectifs tels que l'amélioration de la compréhension des adaptations métaboliques (digestives, hydro-électrolytiques, musculaires, ostéo-articulaires, cardio-respiratoires...) du cheval au cours d'une saison d'endurance ainsi que des mécanismes physio-pathologiques d'apparition des troubles métaboliques, musculaires et cardio-respiratoires. D'autres mesures ont donc été effectuées sur le même lot de chevaux à des moments clés de la saison afin de répondre à ces objectifs. Ces mesures sont résumées dans la figure ci-dessous. Elles ne seront pas présentées et traitées en détails par la suite, n'étant pas le sujet de ce travail.

Figure 4 : Chronologie des différentes analyses et examens réalisés sur les chevaux au cours de la première période d'entraînement



NB : Les mêmes analyses et examens ont été effectués au cours de la 2^{ème} période d'entraînement à la répétition du cycle entraînement/ course/ récupération.

LT : liquide trachéal

LBA : liquide broncho-alvéolaire

ECG : Echocardiographe

J. Traitement des données et analyse des résultats

1. Recueil et saisie des données

a) Recueil des données

Les données utilisées dans cette étude proviennent des quatre sources suivantes :

a1. Fiches d'examens hebdomadaires

Les résultats des examens physique, clinique et locomoteur ont été relevés par la personne réalisant les examens de manière hebdomadaire pour chaque cheval sur une fiche d'examen (Cf. annexe 1). Cette fiche comprend une partie préalable dans laquelle sont détaillés le nom du cheval, la date et l'heure de l'examen ainsi que le nom de l'évaluateur. Elle se partage ensuite en trois parties : Examen physique, examen clinique et examen locomoteur. Elle se termine par une partie « commentaires libres » permettant à l'évaluateur de signaler un éventuel changement alimentaire, une course supplémentaire, un problème survenu pendant la semaine, un traitement administré à un cheval, le signalement des vermifugations, les dates des ferrures ou encore l'intervention d'un ostéopathe.

Ces fiches ont été la principale source de données utilisée dans cette étude.

a2. Bilans des courses et des tests d'effort

Pour chaque course et chaque test d'effort, un bilan écrit a été réalisé. Ces bilans ont été utilisés principalement pour les informations qu'ils contenaient concernant l'examen clinique et locomoteur des chevaux avant et après l'effort ainsi que leurs performances en course.

a3. Cartes de suivi vétérinaire

Les cartes de suivi vétérinaire reprennent les paramètres des examens vétérinaires à chaque contrôle vétérinaire au cours de la course. Les seules données utilisées sur ces cartes ont été celles de l'examen clinique initial et les temps de récupération aux vets. Les examens cliniques aux différents vets n'ont pas été pris en compte puisque l'évolution des paramètres cliniques et locomoteurs au cours de la course n'est pas l'objet de cette étude.

b) Saisie des données

Les données des examens hebdomadaires de chaque cheval ont été enregistrées sur tableaux Excel® (Cf. annexes 2 à 23). Les semaines d'entraînement ont été nommées T_n pour « training », T₀ étant la première semaine d'entraînement. Les semaines des tests d'effort ont été nommées L1 pour la première et L2 pour la deuxième. Les semaines des courses ont été nommée C1 pour la première et C2 pour la deuxième. La chronologie T₀ [...] L1 [...] C1 [...] L2 [...] C2 [...] T₂₅ est la chronologie utilisée pour la majorité des représentations graphiques exposées dans la partie « Résultats ». Enfin, la saison a été divisée en deux périodes d'entraînement (chaque période d'entraînement étant constituée du cycle entraînement/ test d'effort/ entraînement/ course/ repos). Les deux périodes d'entraînement ont été notées E1 et E2.

Les paramètres qualitatifs (couleur des muqueuses, paramètres comportementaux, examen locomoteur) ont été traduits en chiffres afin de faciliter leur traitement et d'obtenir un score moyen individuel représentant la tendance prédominante pour chaque cheval.

2. Analyse des résultats

Les résultats ont été traités de manière descriptive puis analytique.

Dans la partie descriptive, l'évolution de chaque paramètre de l'examen hebdomadaire a été étudiée à l'aide de la moyenne et de l'écart-type :

- Au niveau individuel : sur toute la saison et sur chaque période d'entraînement ;
- Au niveau de la population : pour chaque semaine d'entraînement T_n et sur toute la saison.

La partie analytique a été organisée avec trois objectifs :

- étudier l'évolution globale de l'ensemble des paramètres : Cela a été réalisé à l'aide d'un tableau synthétique regroupant les variations moyennes de tous les paramètres de l'examen hebdomadaire au cours de la saison ;
- déterminer l'existence éventuelle de relations entre certains paramètres : Cela a été réalisé en calculant le coefficient de corrélation pour différents couples de paramètres (poids/NEC, PPép/PPenc, TRC/PP, muq oc/muq buc) ;
- déterminer l'existence éventuelle d'une association de certains paramètres à la performance en course : Cela a été réalisé en comparant les examens hebdomadaires (au cours des deux périodes d'entraînement puis au cours des semaines précédant les courses) des chevaux ayant terminé la course à ceux des chevaux ayant été éliminés ;
- Evaluer la récupération à court, moyen et long terme : Cela a été réalisé en analysant le retour de tous les paramètres à la normal suite aux courses.

Le test de Student pairé a été utilisé pour comparer :

- les semaines consécutives (T_n et T_{n+1}) et mettre en évidence une éventuelle différence significative d'une semaine à l'autre pour un paramètre donné ;
- les deux périodes d'entraînement E1 et E2 et mettre en évidence une éventuelle différence de comportement d'un paramètre entre ces deux périodes. Pour cela, les semaines de E1 et E2 ont été appariées dans l'ordre chronologique. Cet appariement est présenté dans le tableau 7 ;
- deux semaines non consécutives présentant un intérêt particulier. Par exemple, lorsqu'un paramètre présentait deux maxima au cours de la saison, nous avons étudié s'il y avait une différence significative entre les deux. De même, lorsqu'une augmentation ou une diminution de la valeur d'un paramètre était observée pendant plusieurs semaines, nous avons vérifié si cette variation était significative ou non.

Tableau 7 : Appariement des semaines d'entraînement de E1 et E2

E1	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	L1	T9	T10	C1	T12
E2	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	L2	T22	T23	C2	T25

2^{ème} Partie

II- Résultats

A. Résultats obtenus en course

1. Groupe 1

a) Première course

Lors de la première course (Vittel), les 3 chevaux ont terminé la course. Il s'agissait de la première course de 120 km pour Naid et Kebar. Le tableau suivant indique leur vitesse et place à chaque boucle et au total de la course.

Tableau 8 : Performance des chevaux du groupe 1 lors de la première course

	1 ^{ère} boucle (26km)		2 ^{ème} boucle (38km)		3 ^{ème} boucle (27km)		4 ^{ème} boucle (26km)		Total course	
Cheval	Vitesse (km/h)	Place	Vitesse (km/h)	Place	Vitesse (km/h)	Place	Vitesse (km/h)	Place	Vitesse (km/h)	Place
Naya	13,22	12	15,87	13	14,81	11	15,68	10	14,92	10
Naid	12,03	34	14,5	30	14,66	28	14,74	24	13,95	5
Kebar	12,03	33	14,5	29	14,65	27	14,74	23	13,95	19
Gagnant	13,52	10	16,67	7	16,66	2	17,95	1	16,09	1
Dernier	11,26	61	13,07	55	11,71	43	12,32	37	12,15	37

Les 3 chevaux ont bien supporté le transport et la course.

Les temps cumulés de récupération sur l'ensemble de la course ont tous été inférieurs à 30 minutes.

Les seules anomalies observées lors des examens cliniques aux vet-gates ont été les suivantes :

- Naid a présenté une polypnée au 2^{ème} vet-gate et des signes de déshydratation (pli de peau et TRC=3s) au 3^{ème} vet-gate ;
- Naya a eu une durée de persistance du pli de peau=2s du 2^{ème} vet-gate à l'arrivée ;
- Kebar a présenté de légers signes de déshydratation (muqueuses oculaires notées pâles et pli de peau de 2s.).

Le transit a été considéré comme normal tout au long de la course pour les 3 chevaux.

Le lendemain de la course, les 3 chevaux étaient un peu fatigués et présentaient encore de discrets signes de déshydratation. Kebar présentait une boiterie antérieure droite régulière au trot. Naid était raide à la sortie du box et bien ensuite. Naya présentait une légère irrégularité du membre antérieur gauche.

b) Deuxième course

La 2^{ème} course a été plus difficile que la 1^{ère} pour les chevaux du groupe 1 : 3 chevaux sur 4 ont été éliminés. Le tableau suivant résume les performances et causes d'élimination des chevaux à cette course.

Tableau 9 : Performance des chevaux du groupe 1 lors de la deuxième course

	Résultats C2G1
Kebar	Vitesse totale : 14,58 km/h – place : 23 ^{ème}
Naid	Éliminé 2 ^{ème} VG pour BAD 3/5
Naya	Éliminée 3 ^{ème} VG pour BPG 3/5
Bibor	Éliminée 3 ^{ème} VG pour BPD (+ signes de fatigue au 2 ^{ème} VG)

Naya a fait la course vers la tête et est passée première aux deux premiers VG (vitesse de récupération très rapide) mais a été éliminée au 3^{ème} VG pour boiterie PG (son cavalier a eu l'impression que le cheval de derrière lui avait marché dessus).

Kebar, Naid et Bibor ont couru ensemble dans le milieu du peloton.

Naid a été éliminé au 2^{ème} VG pour une boiterie AD de grade 3/5.

Bibor a montré des signes de fatigue au 2^{ème} vet-gate associés à une baisse d'appétit ; l'examen métabolique était néanmoins normal. Elle a été éliminée au ré-examen du 3^{ème} VG pour boiterie PD.

Kebar est le seul cheval du groupe à avoir terminé la course. Sa cavalière l'a trouvé très allant sur la dernière étape (vitesse dernière boucle : 14,68 km/h), excepté sur les 3 derniers kilomètres où il a ralenti. Le soir de la course Kebar était très raide et ses urines très sombres.

Le lendemain, il présentait une FC de 41 bpm, n'avait pas consommé tout le foin distribué la veille, ni bu beaucoup dans la nuit, présentait des signes de déshydratation et était très raide.

Naid ne présentait plus de boiterie et avait bien récupéré.

Naya présentait toujours une raideur du PG et n'avancait pas au trot.

Bibor présentait une FC de 44 bpm, n'avait pas consommé tout le foin distribué la veille, ni bu dans la nuit et était toujours boiteuse du PG.

Les chevaux ont bien récupéré au cours des semaines suivant la course (Cf. II. B. 2. d)) mais plus difficilement qu'après C1.

2. Groupe 2

a) Première course

Lors de la 1^{ère} course des chevaux du groupe 2 (St-Galmier), Halan et Zaaf ont terminé la course et Nazia a été éliminée pour boiterie de l'AG au 3^{ème} VG. Le tableau suivant indique leur vitesse et place à chaque boucle et au total de la course.

Tableau 10 : Performance des chevaux du groupe 2 lors de la première course

Cheval	1 ^{ère} boucle (30km)		2 ^{ème} boucle (29km)		3 ^{ème} boucle (30km)		4 ^{ème} boucle (31km)		Total course	
	Vitesse (km/h)	Place	Vitesse (km/h)	Place	Vitesse (km/h)	Place	Vitesse (km/h)	Place	Vitesse (km/h)	Place
Halan	15,77	24	19,42	19	16,12	14	19,91	12	17,58	12
Nazia	15,34	41	17,40	37	13,24	30	X	X	15,19	X
Zaaf	15,83	23	19,35	18	15,61	14	17,54	15	16,93	15

Les 3 chevaux ont couru ensemble la première boucle. Halan et Zaaf ont couru ensemble les 2^{ème} et 3^{ème} boucles.

Nazia a couru seule en arrière (elle a par ailleurs eu un peu de mal à récupérer aux 2 premiers VG). Elle a montré une chaleur sur le boulet AG dès le premier VG (en regard des molettes tendineuses qu'elle a eu pendant toute la saison); elle a été éliminée pour boiterie AG au 3^{ème} VG.

Zaaf est reparti derrière Halan sur la dernière boucle. Halan et Zaaf ont bien terminé la course et se sont classés tous les 2 sans difficulté.

Le lendemain de la course, Halan présentait encore de légers signes de déshydratation.

Nazia avait un pouls digité augmenté sur l'AG mais boitait beaucoup moins que la veille.

Zaaf avait des muqueuses un peu jaunes.

Malgré un voyage de retour allongé par les difficultés de circulation (6h), les chevaux ont bien récupéré.

b) Deuxième course

Malgré un terrain assez dur (beaucoup de goudron), une organisation moyenne (VG mal construit, balisage médiocre, parcours sinueux) et des conditions climatiques difficiles, les 3 chevaux ont couru ensemble toute la course et se sont classés sans difficulté.

Le tableau suivant indique leur vitesse et place à chaque boucle et au total de la course.

Tableau 11 : Performance des chevaux du groupe 2 lors de la deuxième course

Cheval	1 ^{ère} boucle (38km)		2 ^{ème} boucle (29km)		3 ^{ème} boucle (38km)		4 ^{ème} boucle (27km)		Total course	
	Vitesse (km/h)	Place	Vitesse (km/h)	Place	Vitesse (km/h)	Place	Vitesse (km/h)	Place	Vitesse (km/h)	Place
PEPCE	14,67	35	16,21	27	15,34	19	14,60	14	15,16	14
Gagnant	16,54	12	16,79	13	19,92	2	24,35	1	18,73	1
Dernier	14,09	38	13,75	30	12,08	25	11,91	24	12,92	24

Les 3 chevaux ont bien récupéré à chaque VG. La récupération a été un peu plus longue au 3^{ème} VG et à l'arrivée probablement en raison du froid sur l'air de grooming. Les chevaux n'ont quasiment pas été arrêtés au 3^{ème} vet pour éviter les crampes. Ils ont bien mangé à chaque VG mais ont peu bu. En revanche, ils ont bien bu sur la piste.

Le lendemain de la course, Zaaf présentait encore de légers signes de déshydratation ainsi qu'un défaut d'extension du carpe persistant au pas. Les 3 chevaux présentaient des crevasses en regard des paturons. Celles-ci ont été responsables d'engorgements des boulets et de fortes boiteries lorsque les chevaux ont été mis au trot. Nazia a présenté une boiterie PD au trot. Les chevaux ont ensuite bien récupéré (les crevasses ont été résolues en quelques semaines).

B. Résultats des examens hebdomadaires au cours de la saison d'entraînement

1. Etude descriptive

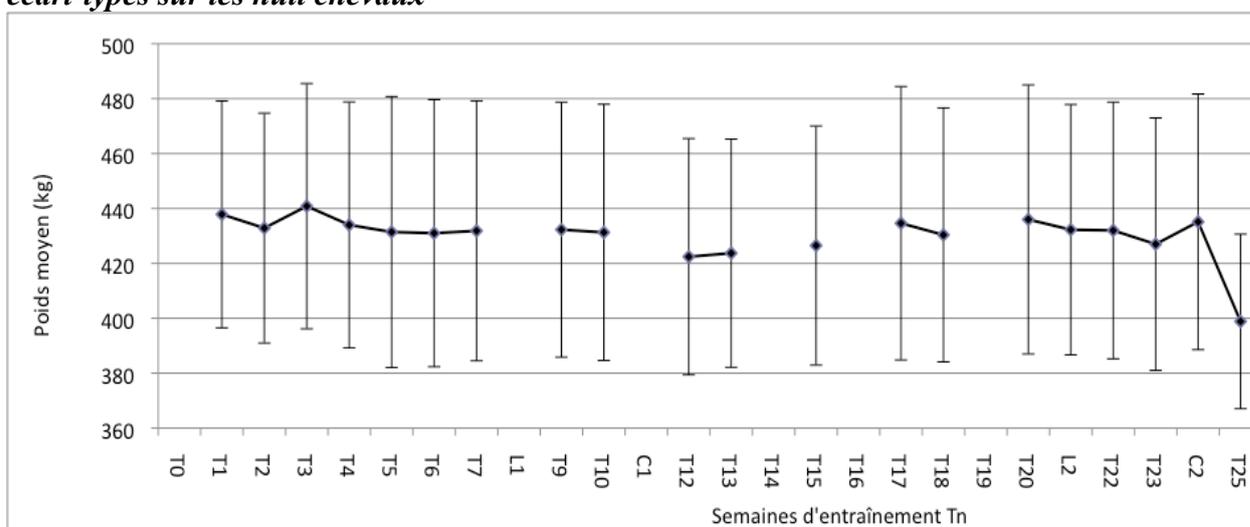
a) Paramètres évalués lors de l'examen physique

a1. Poids

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

Les valeurs de poids n'ont pas été systématiquement relevées pour tous les chevaux chaque semaine. Aux points T0, L1, C1, T14, T16 et T19 seuls trois à cinq des huit sujets ont été pesés. Les chevaux n'ayant pas tous le même format, ces valeurs manquantes rendaient ininterprétables l'évolution des valeurs moyennes sur la population. Seules les valeurs moyennes calculées avec un nombre constant de sujets ont donc été conservées pour analyse et sont représentées graphiquement dans la figure 5.

Figure 5 : Evolution du poids moyen au cours de la saison – valeurs moyennes et écart-types sur les huit chevaux



Cette courbe montre un **profil assez stable sur la saison** avec :

- Une légère baisse du poids en début de saison (de T1 à T5) ;
- Une stabilité entre T5 et T10 ;
- Une diminution du poids lors de la 1^{ère} course (T12) ;
- Une reprise progressive de poids entre T13 et T17 ;
- Une période de stabilité de T17 à T23 ;
- Une nette chute de poids après la 2^{ème} course (T25).

Le tableau suivant indique les valeurs extrêmes du poids moyen au cours des 2 périodes d'entraînement et indique à quel moment de la saison celles-ci ont été atteintes.

Tableau 12 : Principales valeurs du poids moyen (minimal, maximal, écart-type) et temps où les valeurs extrêmes ont été atteintes au cours des deux périodes d'entraînement

	Minimum E1	Maximum E1	Minimum E2	Maximum E2
Poids moyen	422	441	399	436
Écart-type	43	45	32	49
Moment de survenue	T12	T3	T25 (après C2)	T20

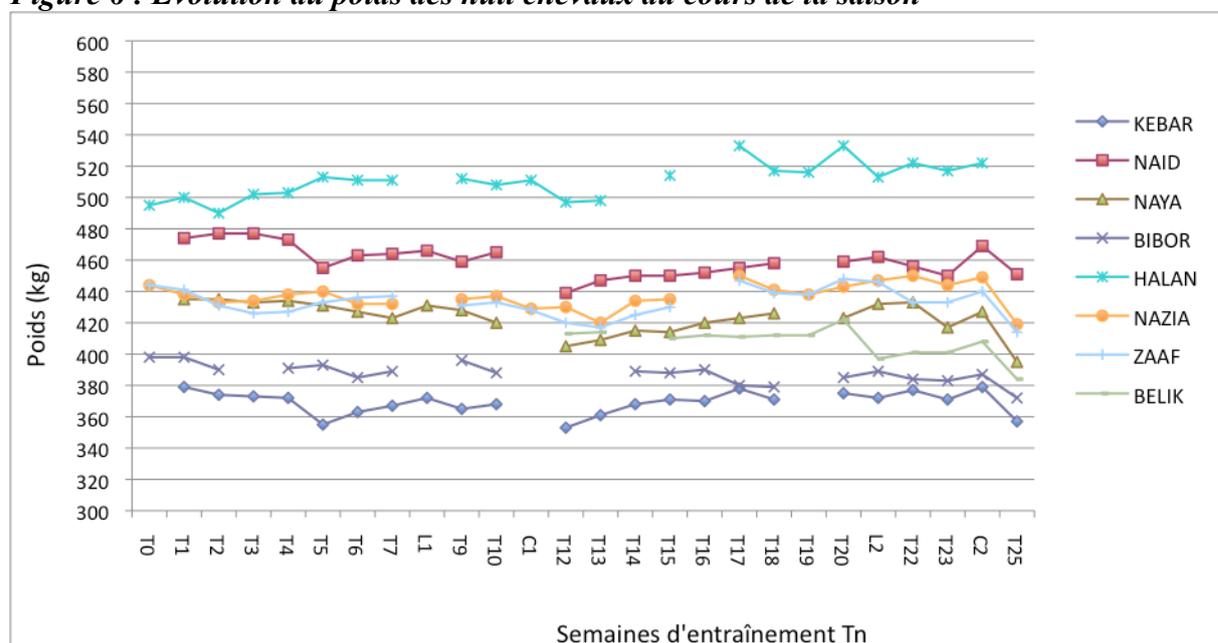
Nb : Les valeurs minimales et maximales données dans ce tableau en tiennent pas compte des valeurs du poids moyen à T0, L1, C1, T14, T19.

Au cours de la première phase d'entraînement (notée E1), la valeur du poids a atteint un minimum à T12 c'est à dire après la première course ($P_{min\ E1} = 422\text{ kg} - \sigma = 43$). Le poids maximum de la période E1 a été atteint en début de saison à T3 ($P_{max\ E1} = 441\text{ kg} - \sigma = 45$). Au cours de la deuxième phase d'entraînement notée E2, la valeur du poids a atteint un minimum à T25 c'est à dire après la deuxième course ($P_{min\ E2} = 399\text{ kg} - \sigma = 32$). Le poids moyen maximum a été atteint à T20 ($P_{max\ E2} = 436\text{ kg} - \sigma = 49$).

- Evaluation des comportements individuels au cours la saison

Les variations individuelles du poids au cours de la saison d'entraînement sont représentées ci-dessous.

Figure 6 : Evolution du poids des huit chevaux au cours de la saison



D'après la figure ci-dessus:

- En début de saison, les chevaux ont globalement eu tendance à perdre du poids (excepté Halan – cf. paragraphe suivant). Certains ont commencé à perdre du poids dès les premières semaines d'entraînement (Kebor, Bibor, Nazia, Zaaf), d'autres après quelques semaines (Naid – perte de poids marquée de T4 à T5, Naya – perte de poids à partir de T4, Kebar – perte de poids plus marquée de T4 à T5) ;
- Les poids des chevaux semblent se regrouper au cours de E2, à partir de T12 (excepté Halan) ;
- D'autre part, au cours de la deuxième période d'entraînement, les variations individuelles de poids ont été plus homogènes qu'au cours de la première période d'entraînement :
 - + Les chevaux ont eu majoritairement tendance à prendre du poids de T12 à T18.
 - + Ils ont majoritairement perdu du poids de T22 à T23, repris du poids avant C2 puis à nouveau perdu après la course.

Le tableau suivant permet d'approfondir l'étude des variations individuelles du poids au cours de la saison.

Tableau 13 : Principales valeurs du poids (moyen, minimal, maximal, écart-type) et temps où les valeurs extrêmes ont été atteintes par cheval au cours des deux périodes d'entraînement

Groupe 1 Groupe 2	Poids Moyen (kg)	Écart- type	Min E1 (kg) / semaine	Max E1 (kg) / semaine	Min E2 (kg) / semaine	Max E2 (kg) / semaine	Max – Min (% du poids moyen)
Kebar	369	7	353 / T12	379 / T1	357 / T25	379 / C2	26 (7%)
Naid	460	10	439 / T12	477 / T2	447 / T13	469 / C2	38 (8,2%)
Naya	423	10	405 / T12	435 / T1	395 / T25	433 / T22	40 (9,4%)
Bibor	388	6	385 / T6	398 / T0	372 / T25	390 / T16	26 (6,7%)
<i>Halan</i>	511	11	490 / T2	513 / T5	498 / T13	533 / T17-20	43 (8,4%)
<i>Nazia</i>	437	8	429 / C1	444 / T0	419 / T25	450 / T17-22	31 (7,1%)
<i>Zaaf</i>	433	9	420 / T12	444 / T0	414 / T25	448 / T20	34 (7,8%)
<i>Belik</i>	407	10	absent	absent	384 / T25	422 / T20	38 (9,3%)

En gras les valeurs extrêmes de la saison par individu

- Le cheval ayant eu le poids le plus élevé tout au long de la saison est Halan (moyenne saison = 511 kg). Il est également le cheval ayant présenté les variations de poids les plus fortes (écart-type = 11). Halan était plus grand que les autres chevaux. Il est arrivé très maigre en début de saison ; il a pris du poids tout au long de la saison pour passer de 490 kg au début de la saison (à T2) à 533 kg en deuxième partie de E2 (T17-20), avec deux phases de prises plus rapide entre T0 et T5, et entre T13 et T17.
- Le cheval ayant eu le poids le plus faible tout au long de la saison a été Kebar (moyenne saison = 369 kg). Il a également été parmi les chevaux ayant la plus faible variation de poids au cours de la saison (écart-type = 7). La valeur minimale de son poids (353 kg) a été atteinte à T12, c'est à dire juste après la première course. Son poids a également atteint une valeur minimale à T5 = 355 kg et à T25 = 357 kg, c'est à dire après la deuxième course. La valeur maximale de son poids (379 kg) a été atteinte juste avant la 2^{ème} course.
- L'amplitude des variations de poids sur la saison a varié selon les chevaux de 6,7 à 9,4% du poids moyen. Bibor et Kebar ont été les chevaux ayant les variations de poids les plus faibles sur la saison (respectivement 6,7 et 7% du poids moyen) ; ils étaient également les chevaux les plus légers du lot. Halan, le cheval le plus lourd du lot, a présenté les variations de poids les plus importantes en valeur absolue. Néanmoins, ce sont Naya et Belik qui ont présenté le pourcentage de variation le plus élevé (respectivement 9,3 et 9,4%).
- Au cours de la première période d'entraînement, **les chevaux ont atteint leur poids minimal après la première course** exceptées Bibor et Nazia. **Le poids des chevaux était maximal en tout début de saison (entre T0 et T2)** excepté Halan qui a atteint son poids maximum seulement à T5.

- Au cours de la deuxième période d'entraînement, **les chevaux ont atteint leur poids minimal après la deuxième course** exceptés Naid et Halan. Naid et Halan ont atteint leur poids minimal à T13, c'est à dire deux semaines après la première course. **Les chevaux ont atteint leur poids maximal entre T16 et C2.**

- Analyse statistique

- Le poids obtenu pour chaque cheval lors de la première semaine d'entraînement a été comparé à celui obtenu aux semaines L1, C1, L2, C2 et T25 à l'aide d'un test de Student pairé. **Aucune différence significative de poids n'a pu être mise en évidence entre les semaines comparées.**
- Les périodes E1 et E2 ont été comparées de la manière suivante : chaque semaine de E1 a été appariée à une semaine de E2 (T0/T13, T1/T14...). Les couples de semaines appariées ont été comparés entre eux à l'aide d'un test de Student paire. **Aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre les deux périodes d'entraînement.**
- Par ailleurs, toutes les semaines d'entraînement ont été comparées une à une (T0/T1; T1/T2; T2/T3...) en utilisant le test de Student pairé. **Aucune différence significative de poids n'a été mise en évidence entre les semaines.**
- Enfin, les minima de chaque période ont été comparés à leur maximum respectif et aucune différence significative n'a été mise en évidence.

- Bilan

Les variations du poids moyen au cours de la saison peuvent être schématisées comme suit:

Tableau 14 : Description schématique des variations du poids moyen au cours de la saison et de leur signification statistique (sans tenir compte des points T0, L1, C1, T14, T16, T19)

	T1→T3	T4→T10	T10→T12	T12→T20	T20→C2	C2→T25
Evolution du poids moyen au cours de la saison	↑ (NS)	→	↓ (NS)	↑ (NS)	→	↓↓ (NS)

S= Significatif

NS= Non significatif

Le tableau ci-dessus résume les variations du poids moyen observées au cours de la saison. **Aucune de ces variations n'est significative.**

En résumé :

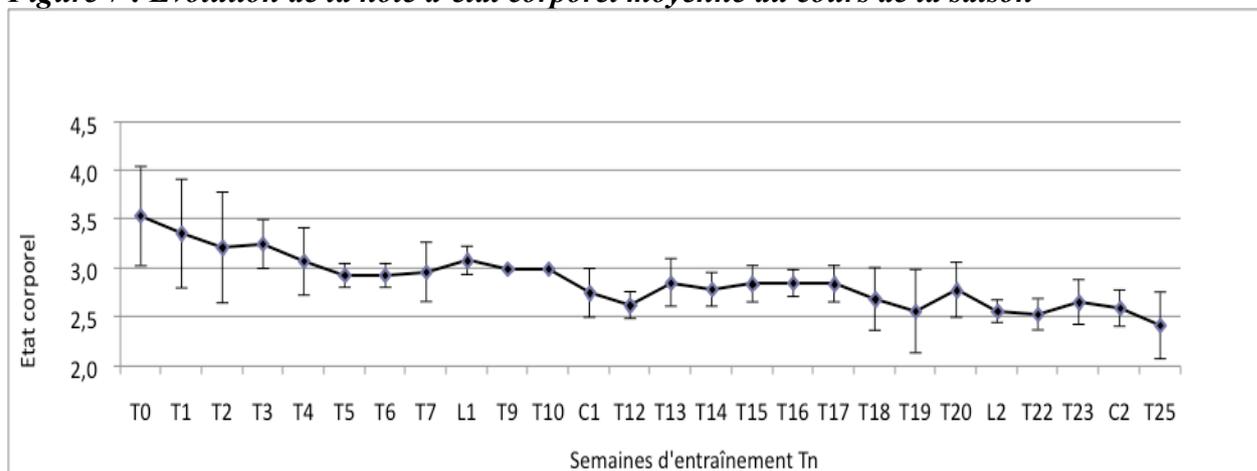
- Le poids des chevaux a varié au cours de la saison avec une amplitude de variation de 7 à 9% du poids vif.
- Le poids minimal a été atteint après les courses.
- Le poids a été maximal dans les premières semaines de mise à l'entraînement et dans la 2^{ème} moitié de la 2^{ème} période d'entraînement.

a2. Etat corporel

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

La figure suivante illustre les variations de la note d'état corporel (NEC) moyenne au cours de la saison.

Figure 7 : Evolution de la note d'état corporel moyenne au cours de la saison



La NEC moyenne a diminué tout au long de la saison. En effet, la moyenne de la NEC des chevaux à T0 était 3,5 ($\sigma=0,5$) et la moyenne à T25 était 2,4 ($\sigma=0,4$). **La valeur maximale de la NEC était la valeur à T0 alors que la valeur minimale était la valeur à T25.** A partir de T10, la NEC moyenne a toujours été inférieure à trois.

La figure ci-dessus montre une baisse de la NEC :

- de T0 à T2 (début de saison) ;
- de T10 à T12 (autour de C1) ;
- de T17 à T19 ;
- de T23 à T25 (autour de C2).

On observe également une augmentation de la NEC :

- de T12 à T13 (après C1) ;
- de T19 à T20.

De la même manière que pour le poids, les valeurs de la NEC moyenne obtenues pour les semaines T0, L1, C1, T16 et T19 sont la moyenne de trois à cinq valeurs sur huit. Il y a donc un manque de données pour ces semaines. Cependant, à l'inverse du poids, le tracé de la courbe sans ces points ne change pas son allure. Il n'a donc pas été jugé utile de supprimer ces points de la courbe.

Le tableau suivant indique les valeurs extrêmes de l'état corporel au cours de E1 et E2 ainsi que leur moment de survenue.

Tableau 15 : Principales valeurs de la note d'état corporel moyenne (minimale, maximale, écart-type) et temps où les valeurs extrêmes ont été atteintes au cours des deux périodes d'entraînement

	Min E1	Max E1	Min E2	Max E2
NEC moyenne	2,6	3,5	2,4	2,9
Écart-type	0,1	0,5	0,3	0,2 – 0,1
Moment de survenue	T12	T0	T25	T13 – T16

On constate que **pour les deux périodes d'entraînement, la valeur maximale de la NEC a été atteinte au début de la période d'entraînement (T0 pour E1 et T13 pour E2) alors que la valeur minimale a été atteinte après la course (T12 et T25).**

D'autre part, l'état corporel ayant diminué tout au long de la saison, les valeurs minimales et maximales obtenues pour E1 sont supérieures aux valeurs minimales et maximales obtenues pour E2.

- Evaluation des comportements individuels au cours de la saison

L'évaluation des comportements individuels a été réalisée à partir des valeurs de la NEC relevées chaque semaine ainsi que des valeurs présentées dans le tableau suivant :

Tableau 16 : Principales valeurs de la note d'état corporel (moyenne, minimale, maximale, écart-type) et temps où les valeurs extrêmes ont été atteintes par cheval au cours des deux périodes d'entraînement

G1 / G2	NEC Moyen	Écart-type	Min E1 / semaine	Max E1 / semaine	Min E2 / semaine	Max E2 / semaine
Kebar	2,9	0,3	2,75 / T12	3,5 / T0, T1	2,5 / L2 → T25	3 / T13 → T17
Naid	3,1	0,5	2,75 / T12	4 / T0, T1, T2	2,5 / T22 → C2	3,25 / T20
Naya	2,9	0,6	2,5 / T12	4 / T0, T1, T2	2 / T25	3 / T13
Bibor	2,8	0,2	2,5 / T7	3,5 / T0	2,5 / T20 → T22	3 / T14 → T16
<i>Halan</i>	2,7	0,3	2,5 / T1, T2, T4, T12	3 / T3, T5 → C1	2 / T18, T19	3 / T15, T17, T23
<i>Nazia</i>	2,7	0,3	2,5 / C1, T12	3,25 / T3	2 / T25	2,75 / T14, T17, T23, C2
<i>Zaaf</i>	2,9	0,3	2,75 / T5, T6, C1, T12	4 / T0	2,75 / T19, L2 → C2	3 / T13, T17, T18, T20
<i>Belik</i>	2,8	0,2	absent	absent	2,5 / L2, T25	3 / T13 → T20

- Naid est le cheval ayant eu la NEC moyenne la plus élevée au cours de la saison (NEC=3,1 – écart-type=0,5). Nazia et Halan sont les chevaux ayant eu la NEC moyenne la plus faible au cours de la saison (NEC=2,7 – écart-type=0,3). Cependant, la faible amplitude de variation de la NEC moyenne entre les chevaux (2,7 à 3,1) rend l'interprétation des différences observées difficile et incertaine.
- Naya est le cheval ayant eu les variations d'état corporel les plus importantes au cours de la saison ($\sigma=0,6$) alors que Bibor et Belik ont eu les variations les plus faibles ($\sigma=0,2$).
- Pour tous les chevaux, les valeurs minimales d'état corporel étaient comprises entre 2 et 2,75 alors que les valeurs maximales étaient comprises entre 3 et 4.
- Pour tous les chevaux, la NEC minimale relevée au cours de E1 était supérieure à la NEC minimale relevée au cours de E2 (exceptés Bibor et Zaaf : NEC min E1 = NEC min E2). De même, la NEC maximale relevée au cours de E1 était supérieure à la NEC maximale relevée au cours de E2 (excepté Halan : NEC max E1 = NEC max E2).
- Concernant la première période d'entraînement, **tous les chevaux ont atteint un état corporel minimal après la première course (semaine T12)** exceptée Bibor qui n'a pas couru la première course. Halan a également eu un état corporel minimal en début de saison (T1, T2, T4). Il était en effet arrivé très maigre et a repris de l'état au cours des premières semaines d'entraînement. Pour deux chevaux du deuxième groupe l'état corporel minimal a été atteint la semaine de la première course (Nazia et Zaaf) et a perduré à T12. Par ailleurs, **l'état corporel des chevaux était maximal en début de**

saison (T0, T1, T2, T3) excepté pour Halan. Il est le cheval ayant présenté la NEC maximale la plus faible (NEC max=3). Naid, Naya et Zaaf (chevaux déjà présents à l'Enesad avant le début de l'entraînement) ont eu une NEC particulièrement élevée en début de saison (EC=4).

- Concernant la deuxième période d'entraînement, **quatre des huit chevaux ont atteint leur état corporel minimal après la deuxième course (T25)**. Pour quatre des huit chevaux, la NEC minimale a été relevée pendant plusieurs semaines de suite. Pour tous les chevaux, la NEC minimale relevée au cours de la deuxième période d'entraînement était inférieure (ou égale pour deux chevaux) à la NEC minimale relevée au cours de la première période d'entraînement. Concernant la NEC maximale, on observe la même tendance qu'au cours de la période E1 à savoir que la NEC maximale était le plus souvent atteinte au début de la période d'entraînement (entre T13 et T17). Cependant, cette tendance était moins marquée que pour E1 : plusieurs chevaux ont atteint leur état corporel maximal à T20, T23 et C2. Pour tous les chevaux, la NEC maximale de la deuxième période d'entraînement était inférieure à la NEC maximale de la première période d'entraînement.

- Analyse statistique

- La NEC obtenue pour chaque cheval lors de la première semaine d'entraînement a été comparée à celle obtenue aux semaines L1, C1, L2, C2 et T25 à l'aide d'un test de Student pairé. Les différences d'état corporel observées entre T0 et L1, T0 et L2 ainsi que T0 et C2 sont significatives ($p < 0,05$). **La valeur de l'état corporel moyen à T0 est donc significativement plus élevée qu'à L1, L2 et C2**. La différence d'état corporel observée entre T0 et C1 n'est pas significative.
- La comparaison des périodes E1 et E2 (en utilisant les couples de semaines appariées) montre que **la valeur de l'état corporel moyen à T0 (début E1) est significativement supérieure à la valeur de l'état corporel moyen à T13 (début E2) ($p < 0,05$)**. De même, **la valeur de l'état corporel moyen à L1 (Test d'effort E1) est significativement supérieure à la valeur de l'état corporel à L2 (test d'effort E2)**. La comparaison statistique des autres semaines ne permet pas de mettre en évidence de différence significative bien que la différence de valeur soit marquée.
- Par ailleurs, les NEC minimale et maximale obtenues pour E1 ont été comparées aux NEC minimale et maximale obtenues pour E2 : On constate que la différence d'état corporel observée entre les semaines T12 (Min E1) et T25 (Min E2) n'est pas significative. En revanche, les différences d'état corporel observées entre les semaines T0 (Max E1) et T13 (Max E2) ainsi que T0 et T16 (Max E2') sont significatives ($p < 0,05$). **La valeur maximale de l'état corporel moyen au cours de E1 est donc significativement plus élevée que la valeur maximale de l'état corporel moyen au cours de E2**.
- Enfin, la comparaison des semaines d'entraînement une à une (T0/T1; T1/T2; T2/T3...), met en évidence une seule différence significative apparaissant est entre la semaine T20 et L2. **La diminution de la valeur de l'état corporel avant le deuxième test d'effort est donc significative**.

- Bilan

La NEC moyenne a diminué de manière significative tout au long de la saison. La valeur maximale de la NEC moyenne était la valeur à T0 (EC = 3,5 – σ = 0,5) alors que la valeur minimale était la valeur à T25 (EC = 2,4 – σ = 0,4). **A partir de T10, la NEC moyenne a toujours été inférieure à trois.**

Les variations de la NEC moyenne au cours de la saison sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 17 : Description schématique des variations de l'état corporel moyen au cours de la saison et de leur signification statistique

	T0- T5	T5- T7	T7-L1	L1- T10	T10- T12	T12- T13	T13- T17	T17- T19	T19- T20	T20- L2	L2- C2	C2- T25
Variation de l'EC	↓ (S)	→	↑(NS)	→	↓ (S)	↑ (NS)	→	↓ (NS)	↑ (NS)	↓ (S)	→	↓ (NS)

S= Significatif

NS= Non significatif

La NEC a diminué à trois reprises de manière significative au cours de la saison: au cours des premières semaines d'entraînement (de T0 à T5), autour de la première course (de T10 à T12) et avant le deuxième test d'effort (de T20 à L2).

On retiendra les points suivants :

- La valeur maximale de l'état corporel moyen a été atteinte au début de la période d'entraînement pour chaque période d'entraînement (E1 et E2).
- La valeur minimale de l'état corporel moyen a été atteinte après chaque course (T12 et T25).
- Cette tendance s'est retrouvée au niveau individuel : la majorité des chevaux ont atteint leur état corporel maximal entre T0 et T3 pour E1 et entre T13 et T17 pour E2 (bien que cette tendance soit moins marquée pour E2). De même, ils ont atteint leur état corporel minimal après la première course pour E1 et en fin de saison (entre T18 et T25) pour E2.
- Pour tous les chevaux, l'état corporel minimal relevé en E1 était supérieur ou égal à l'état corporel minimal relevé en E2 (non significatif). De même, l'état corporel maximal relevé en E1 était supérieur ou égal à l'état corporel maximal relevé en E2 (significatif).

a3. Condition physique

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

La condition physique a été notée insuffisante (0), moyenne (1), intermédiaire (1,5), bonne (2) ou excellente (3).

En début de saison, plusieurs chevaux ont présenté une condition physique moyenne (5 chevaux à T0 et T2, 3 chevaux à T1, 2 chevaux à T3) puis intermédiaire (1 cheval à T3, T4, T5). **Ensuite la condition physique a été notée majoritairement bonne excepté à T15 et au cours de la période T18-L2.** Aucun cheval n'a présenté de condition physique insuffisante excepté Halan à son arrivée avant le début de l'entraînement. Aucun cheval n'a présenté de condition physique notée excellente.

- Evaluation des comportements individuels au cours de la saison

Le tableau suivant résume les principales valeurs de la condition physique sur lesquelles l'évaluation des comportements individuels est basée :

Tableau 18 : Principales valeurs de la condition physique (moyenne, minimale, maximale, écart-type) par cheval et temps où les valeurs minimales sont atteintes par cheval au cours des deux périodes d'entraînement

G 1 / G2	Moyenne	Écart-type	Min E1 / semaine(s)	Max E1	Min E2 / semaine(s)	Max E2
Kebar	1,9	0,2	1 / T0	2	1,5 / L2	2
Naid	1,7	0,4	1 / T0, T1, T2, L1	2	1 / T18, T20	2
Naya	2,0	0,1	2	2	1,5 / L2	2
Bibor	1,8	0,4	1 / T0, T2, T3	2	1 / T14, T15	2
<i>Halan</i>	1,8	0,4	1 / T0, T1, T2	2	1 / T18	2
<i>Nazia</i>	1,9	0,2	2	2	1 / T15	2
<i>Zaaf</i>	1,8	0,4	1 / T0 → T3	2	1,5 / T18	2
<i>Belik</i>	1,8	0,3	Absent	absent	1 / T15	2

Chaque cheval a eu une condition physique notée moyenne (1) au moins une fois au cours de la saison exceptée Naya. Naya est également le cheval ayant eu les variations de condition physique les plus faibles au cours de la saison ($\sigma=0,1$). Chaque cheval a eu une condition physique notée bonne (2) sur la plus grande partie de la saison. Aucun cheval n'a eu de condition physique insuffisante ni excellente.

Au cours de la première période d'entraînement, cinq chevaux sur sept ont présenté au moins une fois une condition physique moyenne survenue en début de saison uniquement (entre T0 et T3 principalement). Aucun cheval n'a présenté de condition physique intermédiaire. Concernant la deuxième période d'entraînement, cinq chevaux sur huit ont présenté au moins une fois une condition physique moyenne ou intermédiaire survenue en début de E2 pour 2 chevaux (T14, T15) et au cours de la période T18-L2 pour 4 chevaux.

- **Bilan**

- Les chevaux ont présenté une bonne condition physique sur la majeure partie de la saison.
- Tous les chevaux (exceptée Naya) ont présenté au moins une fois une condition physique moyenne au cours de la saison.
- Aucun cheval n'a présenté de condition physique notée insuffisante ou excellente au cours de la saison.
- La fréquence de survenue d'une condition physique notée moyenne a été plus importante en début de saison (T0 → T3), à T15 et au cours de la période T18-L2 pour la majorité des chevaux.

a4. Appétit

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

➤ Au cours de la saison, l'appétit a varié essentiellement de « normal » à « très bon » pour l'ensemble des chevaux.

- Evaluation des comportements individuels au cours de la saison
 - Halan a présenté un appétit capricieux en début de saison (T0, T1, T2, T4). Son appétit a été ensuite noté normal sur le reste de la saison. Halan était également en mauvaise condition physique à son arrivée (condition physique insuffisante la première semaine puis moyenne pendant 5 semaines) et présentait un poids minimal à T0. D'autre part, Halan s'intéressait peu à son environnement au cours des premières semaines.
 - Zaaf a présenté un appétit faible à T25 (semaine suivant la deuxième course). Le reste de son examen clinique à T25 était normal (mis à part des crevasses aux antérieurs n'occasionnant pas d'engorgement ni pouls digité).

a5. Aspect des crottins

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

➤ Les chevaux ont globalement présenté des crottins normaux tout au long de la saison.

- Evaluation des comportements individuels au cours de la saison
 - Nazia a présenté des crottins pâteux à T0 et T19 et Halan à T1.
 - A T5, Naid avait peu de crottins dans son box et celui-ci était défait. Naid avait réalisé une course de 40 km la veille de l'examen clinique. Le reste de l'examen clinique était normal. Enfin, Kebar a eu une diarrhée le lendemain d'une vermifugation (entre T3 et T4).

a6. Comportement et souplesse

i. *Comportement au box*

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

Figure 8 : Distribution des chevaux au cours de E1 selon leur attitude au box

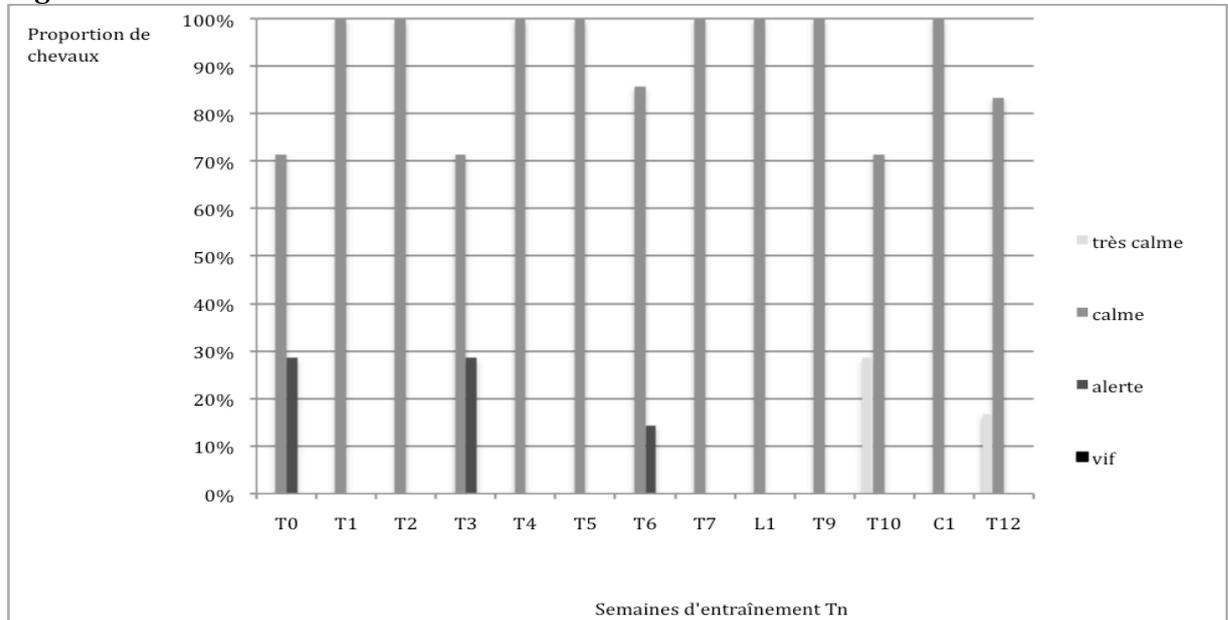
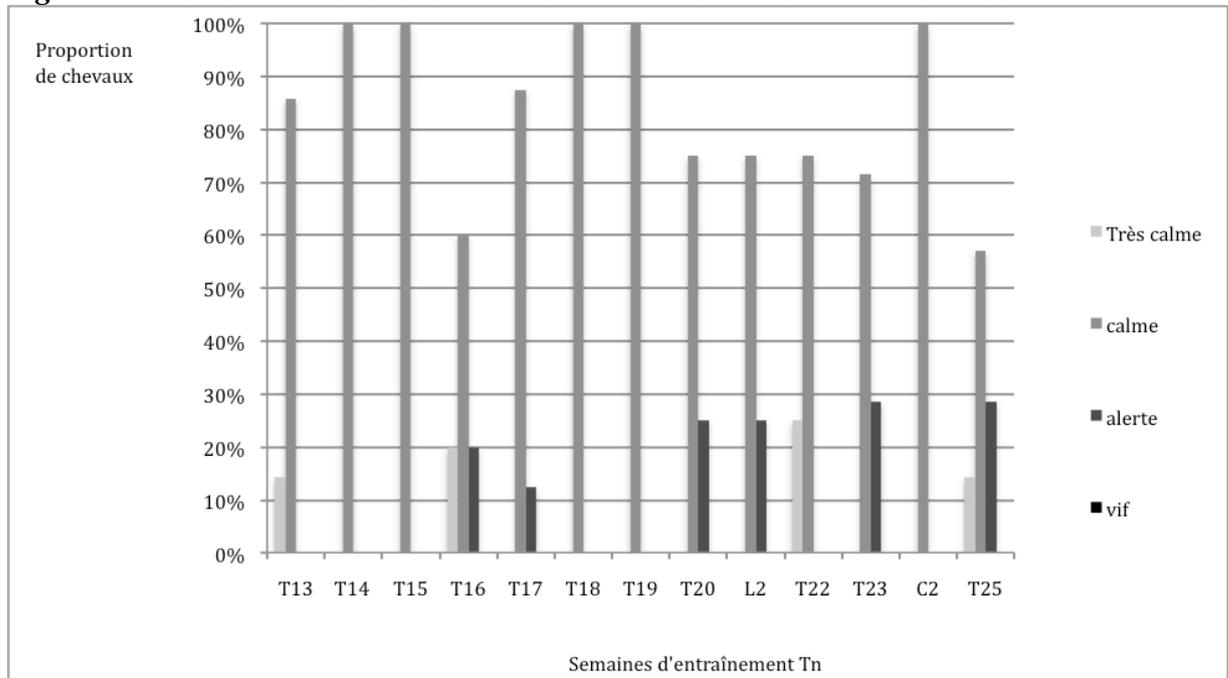


Figure 9 : Distribution des chevaux au cours de E2 selon leur attitude au box



Les chevaux ont majoritairement été notés calmes au box tout au long de la saison. Quelques chevaux ont été notés très calmes ou alertes. Aucun cheval n'a présenté de comportement vif au box au cours de la saison.

- Evaluation des comportements individuels au cours de la saison

Le comportement des chevaux au box a été noté très calme (=0), calme (=1), alerte (=2), vif (=3). La notation en chiffre a permis d'établir une moyenne sur la saison. Plus la moyenne est élevée, moins le cheval a présenté un comportement calme au box et inversement. Le tableau suivant indique les scores individuels moyens obtenus.

Tableau 19 : Evaluation de l'attitude au box (moyenne et écart-type) pour chaque cheval au cours de la saison

Groupe 1 / Groupe 2	Moyenne	Écart-type
Kebar	1,2	0,4
Naid	1,0	0,1
Naya	1,0	0,3
Bibor	1,3	0,5
<i>Halan</i>	1,0	0,2
<i>Nazia</i>	0,9	0,4
<i>Zaaf</i>	1,0	0,2
<i>Belik</i>	1,0	0,1

Le cheval ayant eu le comportement au box le moins calme est Bibor (moyenne=1,3). Bibor est également le cheval ayant eu les variations de comportement les plus fortes ($\sigma=0,5$). Le cheval ayant eu le comportement au box le plus calme est Nazia (moyenne=0,9). Les chevaux ayant eu les variations d'attitude les moins fortes sont Naid et Belik.

ii. Comportement à pied

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

Figure 10 : Distribution des chevaux au cours de E1 selon leur attitude à pied

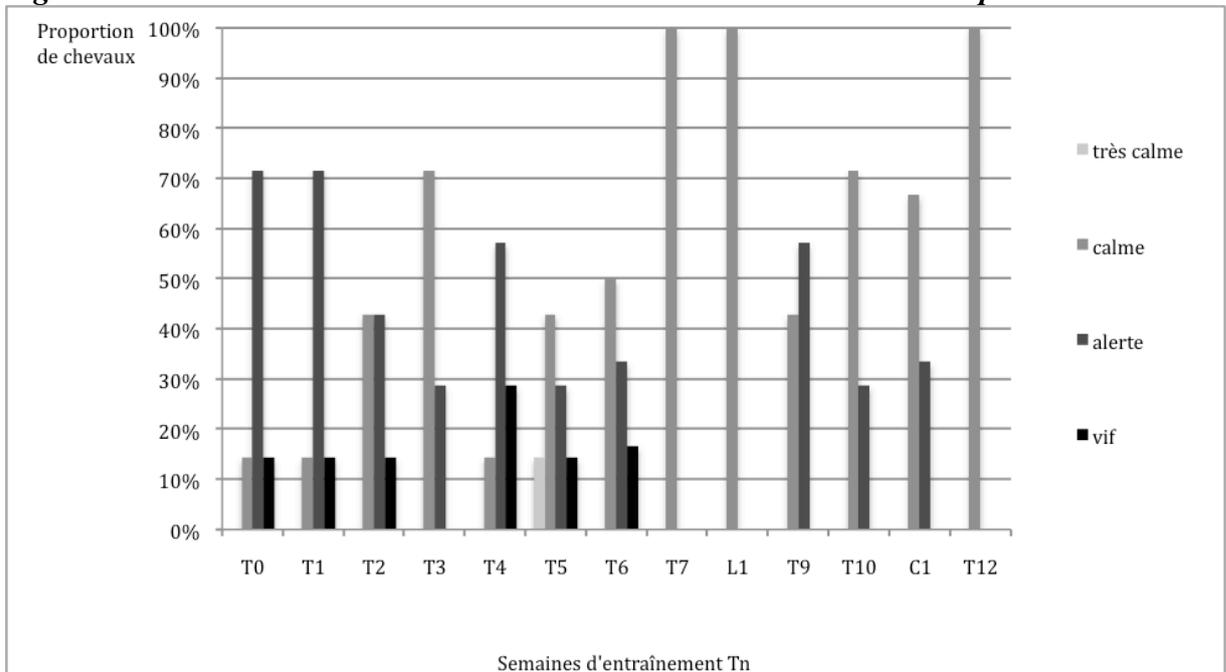
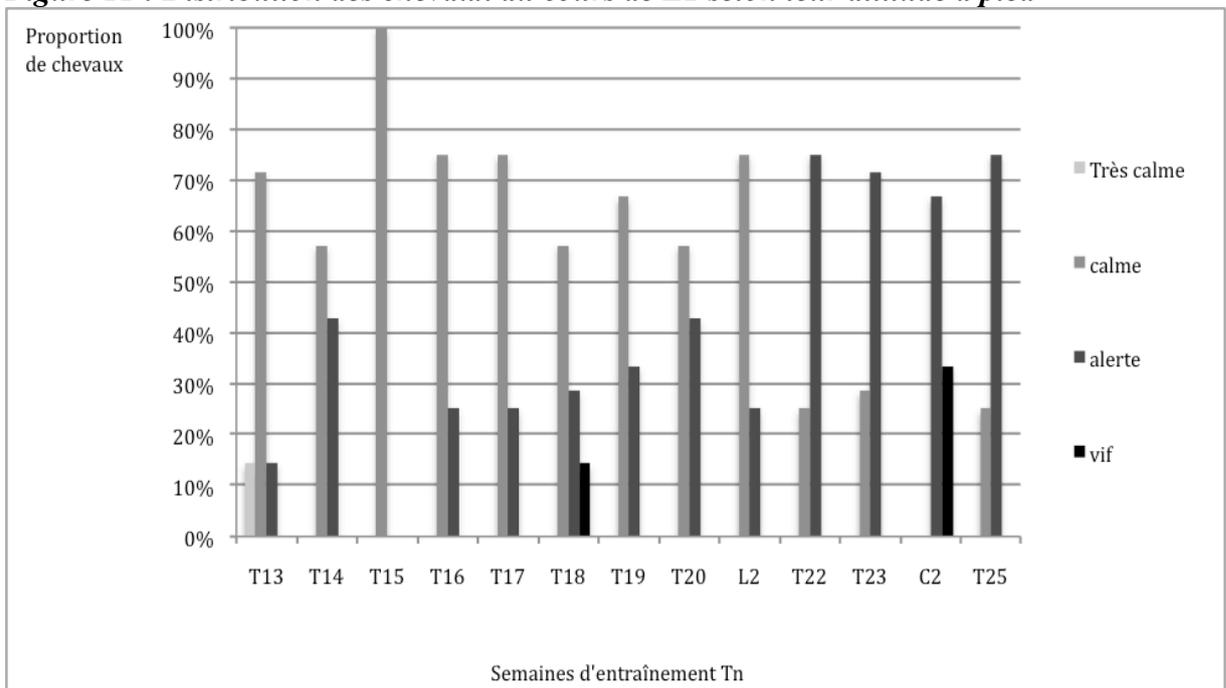


Figure 11 : Distribution des chevaux au cours de E2 selon leur attitude à pied



La plupart des chevaux ont eu un comportement à pied noté calme ou alerte tout au long de la saison. Quelques chevaux ont eu un comportement à pied noté vif principalement en début de saison (Zaaf et Bibor).

- Evaluation des comportements individuels au cours de la saison

Le comportement des chevaux à pied a été noté très calme (=0), calme (=1), alerte (=2), vif (=3). La notation en chiffre a permis d'établir une moyenne sur la saison. Plus la moyenne est élevée, plus le cheval a présenté un comportement vif et inversement. Le tableau suivant indique les scores individuels moyens obtenus.

Tableau 20 : Evaluation de l'attitude à pied (moyenne et écart-type) pour chaque cheval au cours de la saison

Groupe 1 / Groupe 2	Moyenne	Écart-type
Kebar	1,2	0,4
Naid	1,7	0,6
Naya	1,2	0,4
Bibor	1,8	0,6
<i>Halan</i>	1,1	0,4
<i>Nazia</i>	1,3	0,5
<i>Zaaf</i>	2,0	0,7
<i>Belik</i>	1,8	0,7

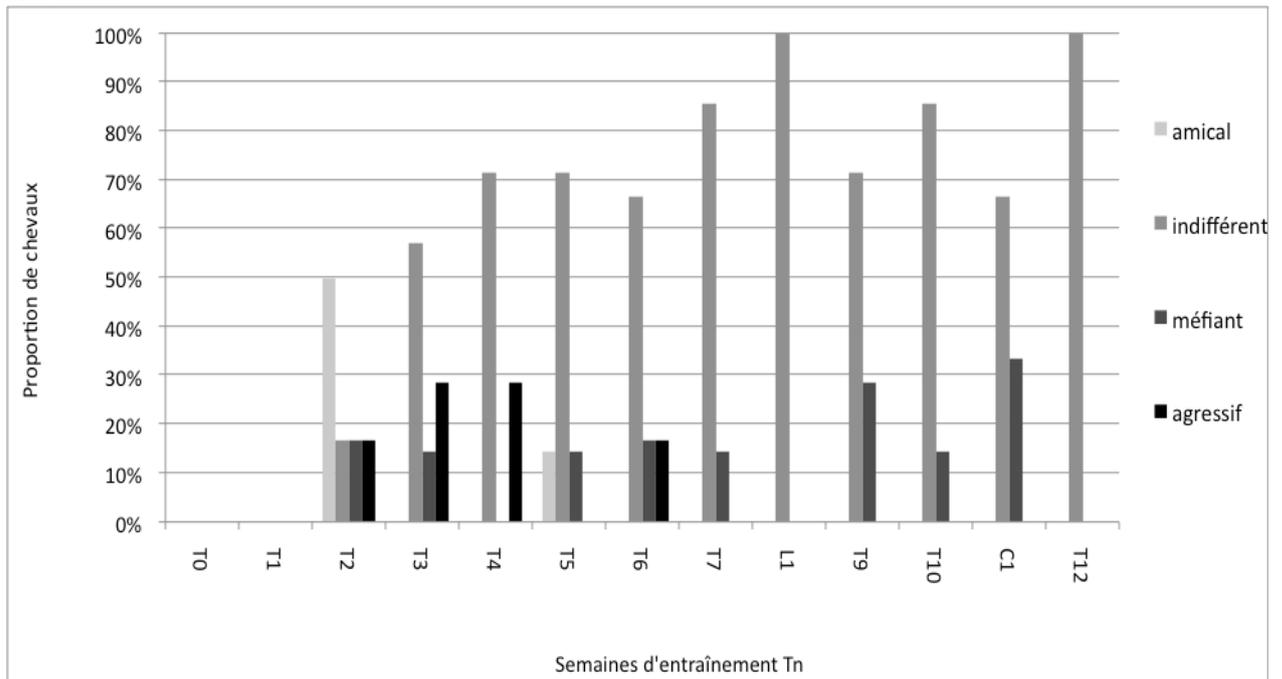
Le cheval ayant présenté le comportement à pied le moins calme est Zaaf (moyenne=2,0). Zaaf est également le cheval ayant eu les variations de comportement les plus fortes ($\sigma=0,7$). Zaaf a présenté un comportement à pied noté vif surtout en début de saison. Le cheval ayant eu le comportement à pied le plus calme est Halan (moyenne=1,1 - $\sigma=0,4$). Les chevaux ayant eu les variations d'attitude les moins fortes sont Kebar, Naya et Halan.

iii. Comportement avec les autres chevaux

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

Le manque de données sur la deuxième moitié de la saison (E2) n'a pas permis d'établir une représentation graphique exploitable. La figure ci-dessous ne représente donc que l'attitude des chevaux avec leurs congénères sur la première période d'entraînement (E1).

Figure 12 : Distribution des chevaux au cours de E1 selon leur attitude avec les autres chevaux



La majorité des chevaux ont été notés indifférents aux autres chevaux sur la plus grande partie de E1. Quelques chevaux ont été notés agressifs en début de saison (de T2 à T6 ; Naid, Naya, Bibor). Un ou deux chevaux ont également été notés méfiants tout au long de E1 (Bibor, Zaaf).

- Evaluation des comportements individuels au cours de la saison

Le comportement des chevaux avec leurs congénères a été noté amical (=0), indifférent (=1), méfiant (=2), agressif (=3). La notation en chiffre a permis d'établir une moyenne sur la saison. Plus la moyenne est élevée, plus le cheval a présenté un comportement agressif et inversement. Le tableau suivant indique les scores individuels moyens obtenus.

Tableau 21 : Evaluation de l'attitude avec les autres chevaux (moyenne et écart-type) pour chaque cheval au cours de la saison

Groupe 1 / Groupe 2	Moyenne	Écart-type
Kebar	1,0	0,0
Naid	1,3	0,8
Naya	1,4	0,9
Bibor	1,8	0,6
<i>Halan</i>	0,9	0,3
<i>Nazia</i>	0,9	0,3
<i>Zaaf</i>	1,4	0,7
<i>Belik</i>	1,0	0,0

Le cheval ayant eu le comportement le plus agressif avec les autres chevaux au cours de la première période d'entraînement est Bibor (moyenne = 1,8 - σ = 0,6).

Les chevaux ayant eu les comportements les plus amicaux ou indifférents avec les autres chevaux au cours de E1 sont Halan et Nazia (moyenne = 0,9 - σ = 0,3).

Le cheval ayant eu les plus grandes variations de comportement avec les autres chevaux au cours de E1 est Naya (σ = 0,9). Naya a présenté en effet un comportement agressif au début de la saison (T3, T4, T6) puis indifférent pour le reste de la saison.

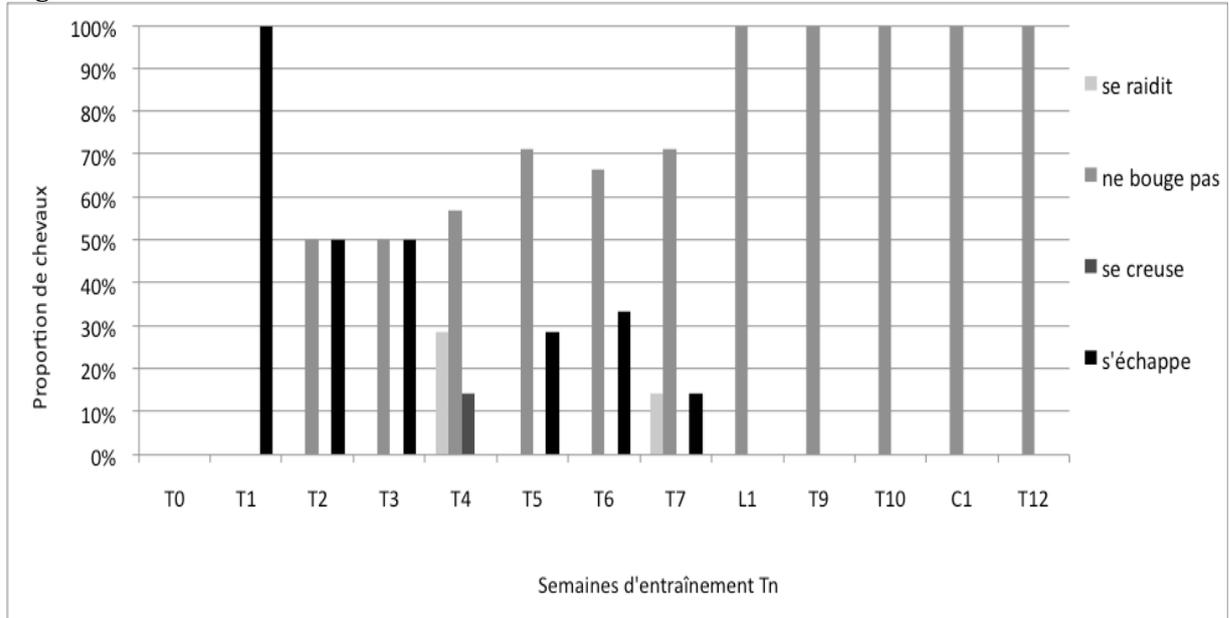
Kebar et Belik n'ont présenté aucune variation de comportement au cours de la saison (σ = 0,0). Leur attitude avec les autres chevaux a été notée indifférente tout au long de la saison.

iv. *Comportement au montoir*

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

Le manque de données sur la deuxième moitié de la saison (E2) n'a pas permis d'établir une représentation graphique exploitable. La figure ci-dessous ne représente donc que l'attitude des chevaux au montoir sur la première période d'entraînement (E1).

Figure 13 : Distribution des chevaux au cours de E1 selon leur attitude au montoir



La figure ci-dessus montre une différence du comportement des chevaux au montoir entre la première et la deuxième moitié de E1. **En début de saison, les chevaux ont eu tendance à s'échapper au montoir.** Cette tendance s'est avérée décroissante de T1 à T7. A partir de T7, aucun cheval n'a plus été noté comme s'échappant au montoir. A T4 et T7 quelques chevaux ont eu tendance à se raidir. De T7 à la fin de E1 (T12) les chevaux ont tous été notés comme ne bougeant pas au montoir.

- Evaluation des comportements individuels au cours de la saison

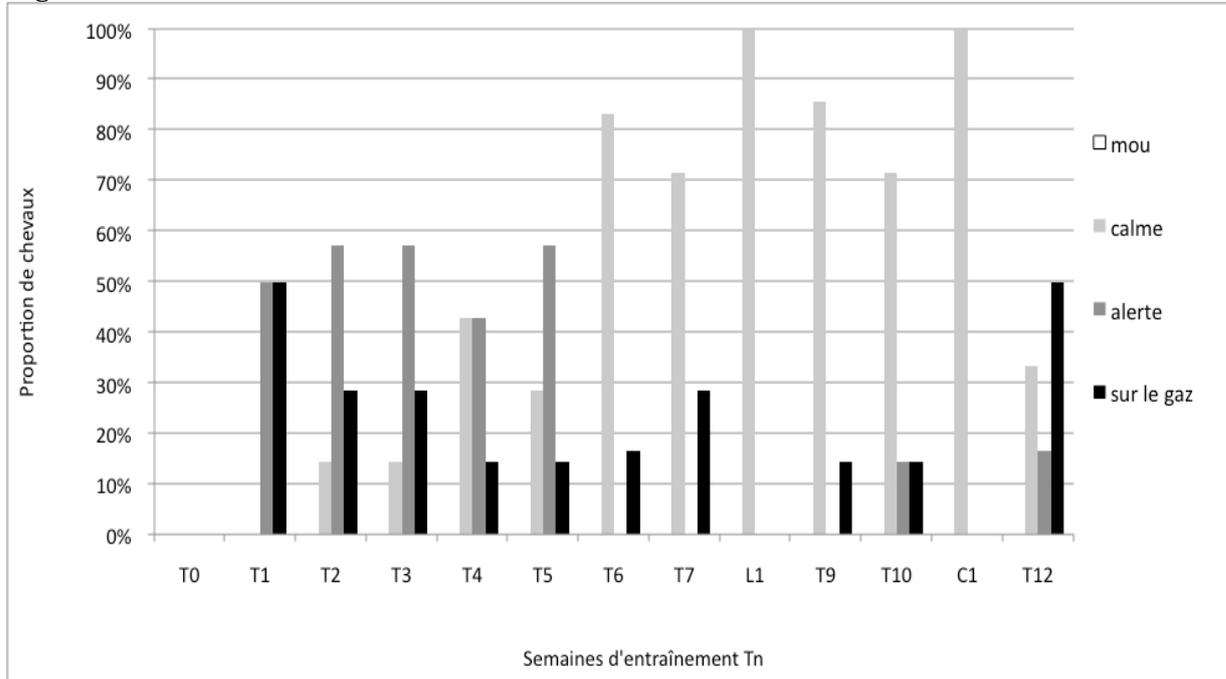
Les chevaux ayant eu tendance à s'échapper au montoir en début de saison sont Kebar, Bibor et Zaaf. Ces trois chevaux sont également ceux ayant eu tendance à se raidir au montoir. Un seul cheval a été noté comme "se creusant" au montoir à T4, ce cheval est Naya.

v. Comportement monté

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

Le manque de données sur la deuxième moitié de la saison (E2) n'a pas permis d'établir une représentation graphique exploitable. La figure ci-dessous ne représente donc les données que l'attitude des chevaux montés sur la première période d'entraînement (E1).

Figure 14 : Distribution des chevaux au cours de E1 selon leur attitude montés



De la même manière que pour l'attitude au montoir, on distingue une différence entre le comportement des chevaux montés sur la première moitié de E1 et celui sur la deuxième moitié. **Au début de la saison (de T1 à T5), une plus grande proportion de chevaux ont été notés "alertes" ou "sur le gaz"**. La proportion de chevaux "sur le gaz" a ensuite diminué de T1 à T5. **La proportion de chevaux notés "calmes" a été plus importante sur la deuxième moitié de E1 (de T6 à C1)**. Enfin, la proportion de chevaux notés « sur le gaz » a été particulièrement élevée la semaine suivant la course.

- Evaluation des comportements individuels au cours de la saison

Les chevaux montés ont été notés “mous” (=0), “calmes” (=1), “alertes” (=2), “sur le gaz” (=3). La notation en chiffre a permis d’établir une moyenne sur la saison. Plus la moyenne est élevée, plus le cheval a été noté “alerte” ou “sur le gaz” et inversement. Le tableau suivant indique les scores individuels moyens obtenus.

Tableau 22 : Evaluation de l’attitude des chevaux montés (moyenne et écart-type) pour chaque cheval au cours de la saison

Groupe 1 / Groupe 2	Moyenne	Écart-type
Kebar	2,2	0,7
Naid	1,0	0,0
Naya	1,5	0,5
Bibor	2,8	0,4
<i>Halan</i>	1,5	0,7
<i>Nazia</i>	1,6	0,7
<i>Zaaf</i>	1,7	0,8
<i>Belik</i>	2,0	0,0

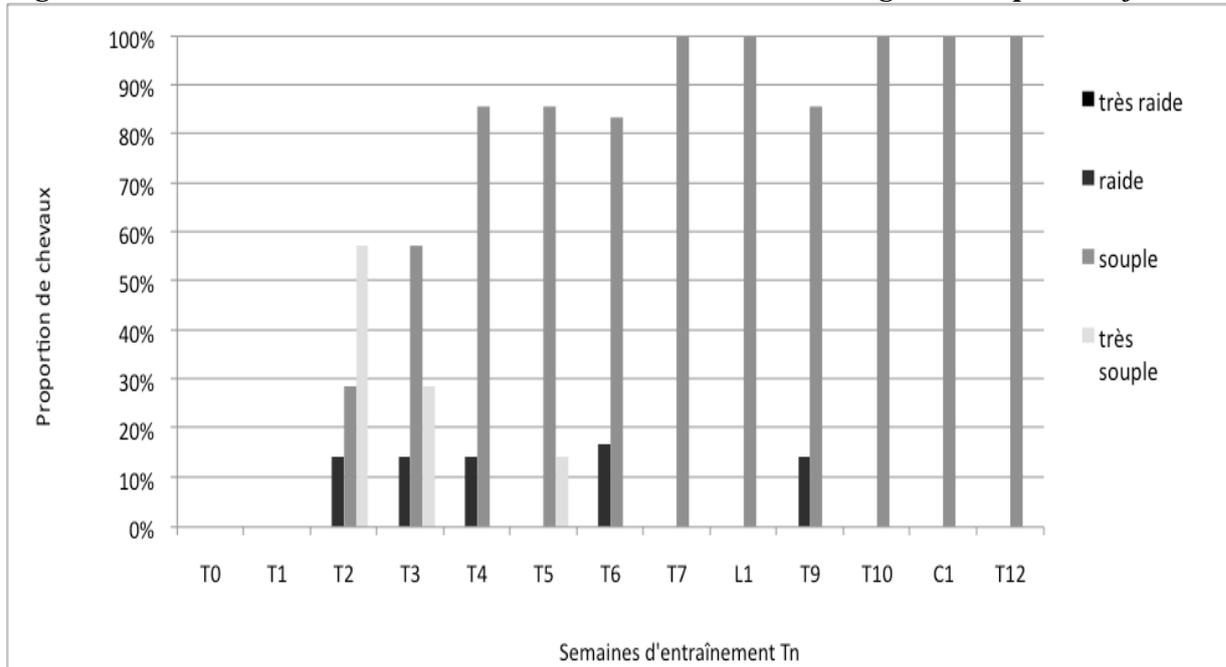
Le cheval ayant été noté le plus fréquemment “sur le gaz” au cours de la saison est Bibor (moyenne = 2,8 - σ = 0,4). Le cheval ayant été noté le plus “calme” lorsqu’il est monté est Naid (moyenne = 1,0 - σ = 0,0). Naid est également le seul cheval ayant été noté calme tout au long de la saison. Le cheval ayant présenté les variations de comportement les plus importantes lorsqu’il est monté est Zaaf (σ = 0,8).

vi. *Souplesse à froid*

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

Le manque de données sur la deuxième moitié de la saison (E2) n'a pas permis d'établir une représentation graphique exploitable. La figure ci-dessous ne représente donc la souplesse des chevaux à froid sur la première période d'entraînement (E1).

Figure 15 : Distribution des chevaux au cours de E1 selon leur degré de souplesse à froid



Au cours de la première période d'entraînement, les chevaux ont été notés en majorité « très souples » ou « souples » à froid. On observe une proportion plus importante de chevaux notés « très souples » en début de saison (T1 à T5). Cette proportion décroît jusqu'à T5. Ensuite les chevaux ont été notés « souples » en grande majorité jusqu'à T12.

Trois chevaux ont été notés « raides » à froid: il s'agit de Bibor à T2, T3, T4, Naya à T6 et Kebar à T9.

Aucun cheval n'a été noté « très raide ».

- Evaluation des comportements individuels au cours de la saison

Les chevaux à froid ont été évalués “très raides” (=0), “raides” (=1), “souples” (=2), “très souples” (=3). La notation en chiffre a permis d’établir une moyenne sur la saison. Plus la moyenne est élevée, plus le cheval a été évalué “souple” à froid et inversement. Le tableau suivant indique les scores individuels moyens obtenus.

Tableau 23 : Evaluation de la souplesse des chevaux à froid (moyenne et écart-type) pour chaque cheval au cours de la saison

Groupe 1 / Groupe 2	Moyenne	Écart-type
Kebar	2,1	0,4
Naid	2,1	0,3
Naya	1,9	0,3
Bibor	1,7	0,5
<i>Halan</i>	2,2	0,4
<i>Nazia</i>	2,1	0,3
<i>Zaaf</i>	2,3	0,5
<i>Belik</i>	2,0	0,0

Le cheval ayant été noté le plus raide à froid est Bibor (moyenne = 1,7 - σ = 0,5).

Le cheval ayant été noté le plus souple à froid est Zaaf (moyenne = 2,3 - σ = 0,5).

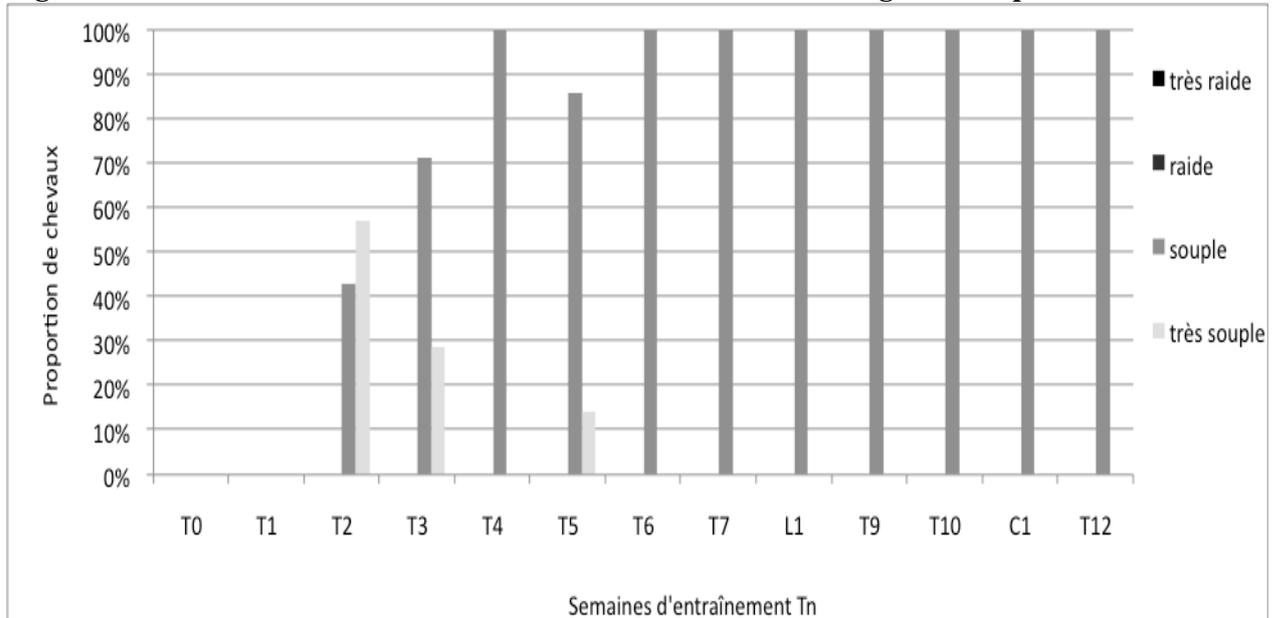
Bibor et Zaaf sont également les chevaux ayant présenté les plus grandes variations de souplesse à froid au cours de la saison ($\sigma=0,5$).

vii. *Souplesse à chaud*

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

Le manque de données sur la deuxième moitié de la saison (E2) n'a pas permis d'établir une représentation graphique exploitable. La figure ci-dessous ne représente donc que la souplesse des chevaux à chaud sur la première période d'entraînement (E1).

Figure 16 : Distribution des chevaux au cours de E1 selon leur degré de souplesse à chaud



Au cours de la première période d'entraînement, les chevaux ont été notés en majorité « très souples » ou « souples » à chaud. On observe une proportion plus importante de chevaux notés « très souples » en début de saison (T1 à T5). Cette proportion décroît jusqu'à T5. Ensuite les chevaux ont tous été notés « souples » jusqu'à T12.

Aucun cheval n'a été noté raide ou très raide.

- **Evaluation des comportements individuels au cours de la saison**

Les chevaux à chaud ont été évalués “très raides” (=0), “raides” (=1), “souples” (=2), “très souples” (=3). La notation en chiffre a permis d’établir une moyenne sur la saison. Plus la moyenne est élevée, plus le cheval a été évalué “souple” à chaud et inversement. Le tableau suivant indique les scores individuels moyens obtenus.

Tableau 24 : Evaluation de la souplesse des chevaux à chaud (moyenne et écart-type) pour chaque cheval au cours de la saison

Groupe 1 / Groupe 2	Moyenne	Écart-type
Kebar	2,1	0,4
Naid	2,1	0,3
Naya	2,0	0,0
Bibor	2,2	0,3
<i>Halan</i>	2,2	0,4
<i>Nazia</i>	2,1	0,3
<i>Zaaf</i>	2,3	0,5
<i>Belik</i>	2,0	0,0

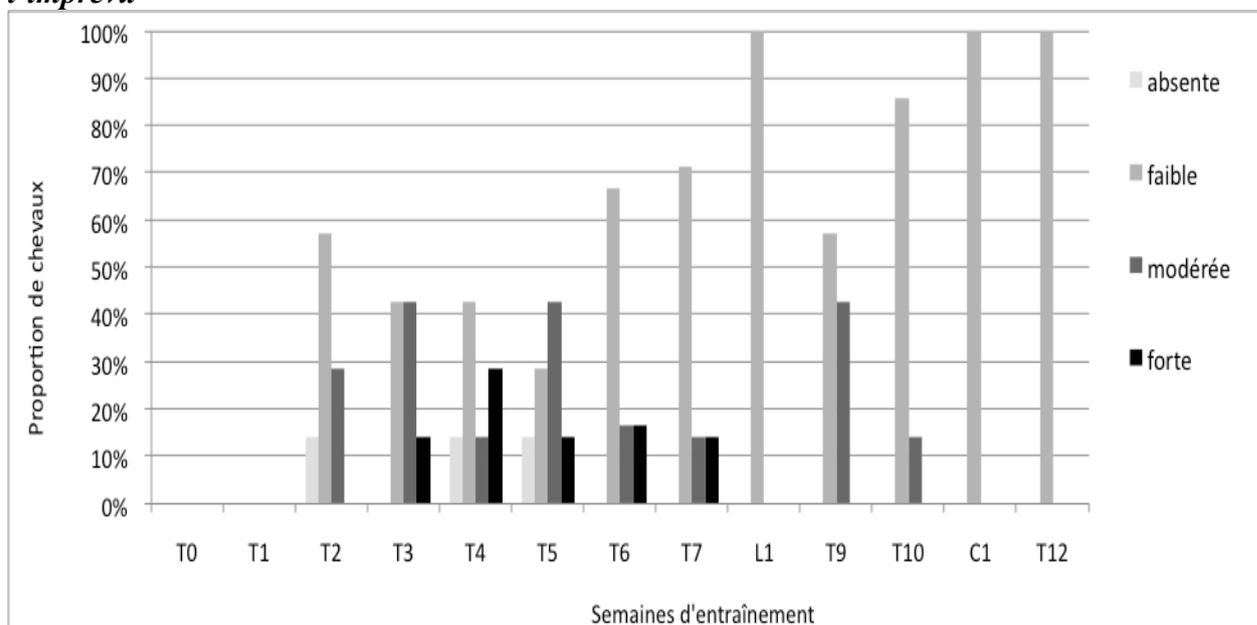
Tous les chevaux ont été notés souples tout au long de la saison. Les différences observées entre les moyennes des chevaux tiennent à la fréquence à laquelle les chevaux ont été notés « très souples ». Par exemple, Belik et Naya ont eu les moyennes les plus basses car ils n’ont jamais été notés « très souples » au cours de la saison. Zaaf ayant été noté « très souple » trois fois possède la moyenne la plus élevée. Ces différences sont donc à interpréter avec précaution. **On retiendra que les chevaux ont tous été notés souples à chaud sur l’ensemble de la saison.**

viii. Réaction à l'imprévu

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

Le manque de données sur la deuxième moitié de la saison (E2) n'a pas permis d'établir une représentation graphique exploitable. La figure ci-dessous ne représente donc que la réaction des chevaux à l'imprévu sur la première période d'entraînement (E1).

Figure 17 : Distribution des chevaux au cours de E1 selon leur degré de réaction à l'imprévu



Les chevaux ont présenté en majorité une réaction à l'imprévu notée « faible » au cours de la première période d'entraînement. La proportion de chevaux ayant présenté une forte réaction à l'imprévu est plus élevée au cours des premières semaines d'entraînement (de T2 à T7). Trois chevaux ont eu une réaction forte à l'imprévu : Zaaf à T3, Nazia et Bibor à T4, Bibor à T5, T6, T7. Deux chevaux n'ont présenté aucune réaction à l'imprévu : Naid à T2 et T5, Naya à T4. Quelques chevaux ont présenté tout au long de E1 une réaction à l'imprévu « modérée ».

- Evaluation des comportements individuels au cours de la saison

La réaction des chevaux à l'imprévu a été notée "absente" (=0), "faible" (=1), "modérée" (=2), "forte" (=3). La notation en chiffre a permis d'établir une moyenne sur la saison. Plus la moyenne est élevée, plus le cheval a présenté une réaction forte à l'imprévu et inversement. Le tableau suivant indique les scores individuels moyens obtenus.

Tableau 25 : Evaluation de la réaction à l'imprévu des chevaux (moyenne et écart-type) pour chaque cheval au cours de la saison

Groupe 1 / Groupe 2	Moyenne	Écart-type
Kebar	1,1	0,5
Naid	0,8	0,6
Naya	0,9	0,5
Bibor	2,5	0,5
<i>Halan</i>	1,4	0,5
<i>Nazia</i>	1,5	0,7
<i>Zaaf</i>	1,3	0,6
<i>Belik</i>	2,5	0,5

Les chevaux ayant présenté les réactions les plus fortes à l'imprévu sont Bibor et Belik (moyenne = 2,5 - σ = 0,5).

Le cheval ayant présenté le moins de réaction à l'imprévu est Naid (moyenne = 0,8 - σ = 0,6).

Tout d'abord, le manque de données sur la période E2 ne permet pas d'avoir une vision globale du comportement des chevaux sur toute la saison ni de comparer E1 et E2. Le bilan ci-dessous correspond donc uniquement à la première période d'entraînement (E1).

- Evaluation du comportement moyen de la population

Au cours de la première période d'entraînement, les chevaux sont apparus majoritairement

- calmes au box ;
- calmes et alertes à pied ;
- indifférents avec les autres chevaux ;
- souples à très souples à chaud comme à froid.

Pour certains paramètres, on observe une différence entre la première et la deuxième moitié de la période E1 :

- Concernant le comportement au montoir, les chevaux ont eu tendance à s'échapper en début de saison. Cette tendance a diminué jusqu'à T7. Ensuite, les chevaux ont été notés comme "ne bougeant plus au montoir".
- Concernant l'attitude des chevaux lorsqu'ils sont montés, une plus grande proportion de chevaux ont été notés "alertes" ou "sur le gaz" en début de saison ainsi que la semaine suivant la course (T12). A partir de T6, les chevaux ont été notés majoritairement "calmes".
- Concernant la souplesse : à chaud comme à froid, la proportion de chevaux notés "très souples" était plus importante en début de saison et diminuait de T3 à T5. A partir de T6, les chevaux étaient majoritairement notés souples mais aucun cheval n'a plus été noté "très souple".
- Enfin, concernant la réaction à l'imprévu : à partir de T6, la majorité des chevaux ont présenté une réaction faible à l'imprévu et à partir de L1, aucun cheval n'a plus présenté de réaction forte à l'imprévu. Les réactions à l'imprévu fortes et modérées étaient plus fréquentes en début de saison.

- Evaluation des comportements individuels

L'évaluation des comportements individuels permet de mettre en évidence des différences de tempérament entre les chevaux :

- **Bibor** s'est distinguée comme étant le **cheval le plus stressé**. Elle était en effet le cheval :
 - le moins calme au box ;
 - le plus agressif avec les autres chevaux ;
 - qui s'échappait et se raidissait au montoir (avec Kebar et Zaaf) ;
 - le plus "sur le gaz" montée ;
 - le moins souple à froid ;
 - ayant présenté les réactions les plus fortes à l'imprévu.
 - **Zaaf s'est également distingué sur plusieurs points**. Il était le cheval :
 - le moins calme à pied et ayant présenté les plus fortes variations de comportement à pied au cours de la saison ;
 - qui s'échappait et se raidissait au montoir (avec Bibor et Kebar) ;
 - ayant présenté les variations de comportement les plus importantes au cours de la saison lorsqu'il était monté ;
 - le plus souple à froid comme à chaud.
- A l'inverse d'autres chevaux ont eu des tempéraments plus calmes :
- Nazia était le cheval le plus calme au box et le plus amical avec les autres chevaux (avec Halan).
 - Halan était le cheval le plus calme à pied et le plus amical avec les autres chevaux (avec Nazia).
 - Naid était le cheval le plus calme monté et ayant présenté le moins de réactions à l'imprévu.

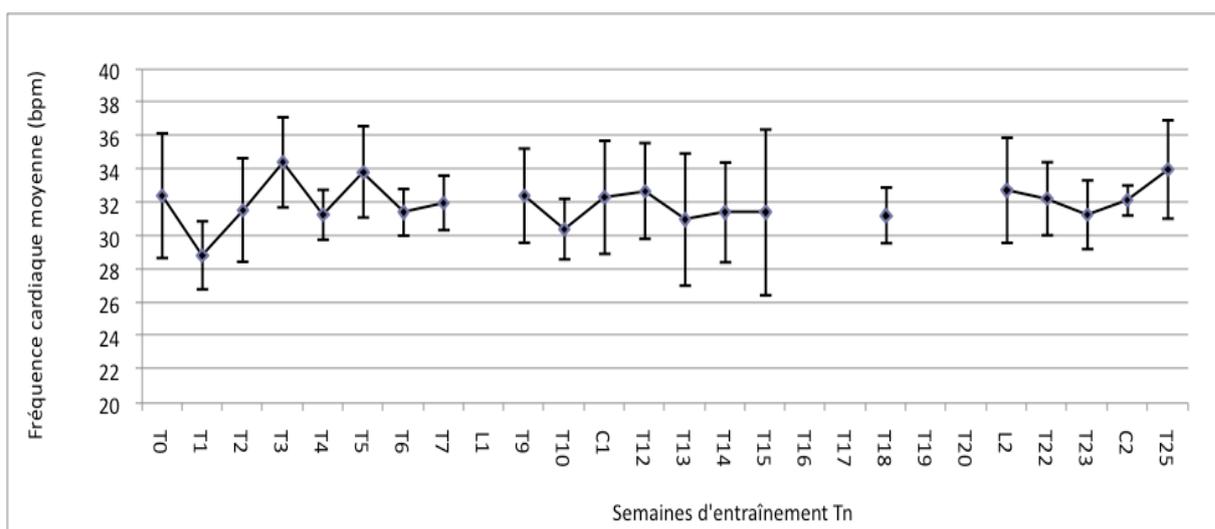
b) Paramètres évalués lors de l'examen clinique

b1. Fréquence cardiaque

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

Les valeurs de fréquence cardiaque n'ont pas été systématiquement relevées pour tous les chevaux chaque semaine. Aux points L1, T16, T17, T19 et T20, seule la fréquence cardiaque de deux à cinq chevaux sur huit était disponible. Seules les valeurs moyennes calculées avec un nombre constant de sujets ont donc été conservées pour analyse (figure 18).

Figure 18 : Evolution de la fréquence cardiaque moyenne au cours de la saison en ne tenant pas compte des points L1, T16, T17, T19, T20



Les principales variations de la fréquence cardiaque moyenne au cours de la saison peuvent être décrites comme suit :

- La courbe a une allure « en dents de scie » principalement au début de la saison.
- La fréquence cardiaque a diminué entre T0 et T1 puis a augmenté fortement entre T1 et T3.
- Elle a diminué entre T3 et T4, augmenté entre T4 et T5 puis diminué à nouveau la semaine suivante.
- La fréquence cardiaque a diminué entre T9 et T10.
- On note une légère augmentation entre T10 et T12 soit autour de la première course.
- La fréquence cardiaque a été stable entre T13 et T15.
- Elle a augmenté entre T18 et L2.
- Elle a diminué après le deuxième test d'effort jusqu'à T23 puis a augmenté de T23 à T25 (autour de la deuxième course).

D'autre part, lorsque l'on compare l'évolution de la fréquence cardiaque au cours de la première puis de la deuxième période d'entraînement, on constate que :

- la fréquence cardiaque a évolué de manière très différente au début de E1 et au début de E2. On observe en effet une courbe « en dents de scie » pour la première partie de E1 (de T0 à T5), aspect que l'on ne retrouve pas pour la première partie de E2 (bien que le manque de données pour cette partie de la courbe rende sa description difficile) ;
- **la fréquence cardiaque a suivi une évolution similaire au cours de la deuxième partie de E1 et E2**: diminution la semaine suivant le test d'effort puis augmentation avant et après la course.

Le tableau suivant présente les valeurs extrêmes de la fréquence cardiaque moyenne ainsi que leur moment de survenue au cours de la saison.

Tableau 26 : Principales valeurs de la fréquence cardiaque moyenne (minimale, maximale, écart-type) et temps où les valeurs extrêmes ont été atteintes au cours des deux périodes d'entraînement

	Minimum E1	Maximum E1	Minimum E2	Maximum E2
FC moyenne de population (bpm)	28,9	34,5 – <u>34,4</u>	27,8 – <u>31,0</u>	34,0
Écart-type	2,0	2,1 – <u>2,7</u>	2,9 – <u>4,0</u>	2,9
Moment de survenue	T1	L1 – <u>T3</u>	T16 – <u>T13</u>	T25

En gras-souligné : les valeurs minimales et maximales en ne tenant pas compte des valeurs à L1, T16, T17, T19, T20.

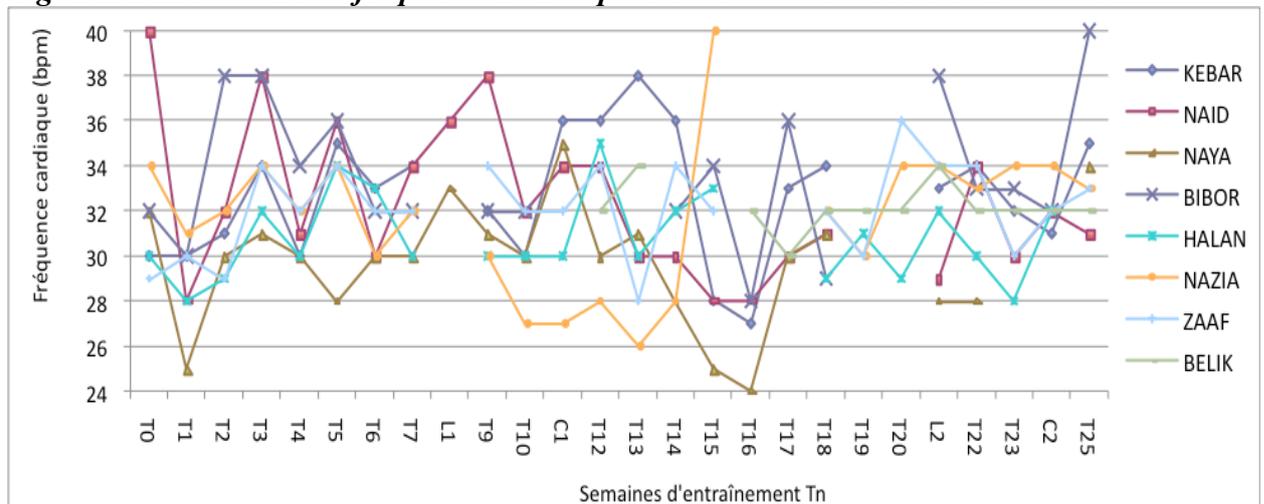
Au cours de la première période d'entraînement (E1), la fréquence cardiaque minimale a été atteinte en début de saison, à T1 (FC min E1=28,9 bpm - $\sigma=2,0$). La fréquence cardiaque maximale a été atteinte lors du premier test d'effort (FC max E1= 34,5 bpm - $\sigma=2,1$). Cependant cette valeur est à interpréter avec précaution puisque la moyenne obtenue en L1 est le résultat de deux valeurs (en effet, seules les fréquences cardiaques de Naid et Naya étaient disponibles). Le maximum réel de la période E1 est donc celui atteint à T3 (FC max E1=34,4 bpm - $\sigma=2,7$).

Au cours de la deuxième période d'entraînement (E2), la fréquence cardiaque minimum a été atteinte à T16 (FC min E2=27,8 bpm - $\sigma=2,9$). Cependant, étant donné le manque de données à T16, il est préférable de considérer le minimum atteint à T13 comme le minimum réel de E2 (FCmin E2= 31,0 bpm - $\sigma=4,0$). La fréquence cardiaque maximale a été atteinte après la deuxième course (T25 – FC max E2=34,0 bpm - $\sigma=2,9$).

- **Evaluation des comportements individuels au cours de la saison**

La figure suivante illustre les variations de la fréquence cardiaque au repos de chaque cheval.

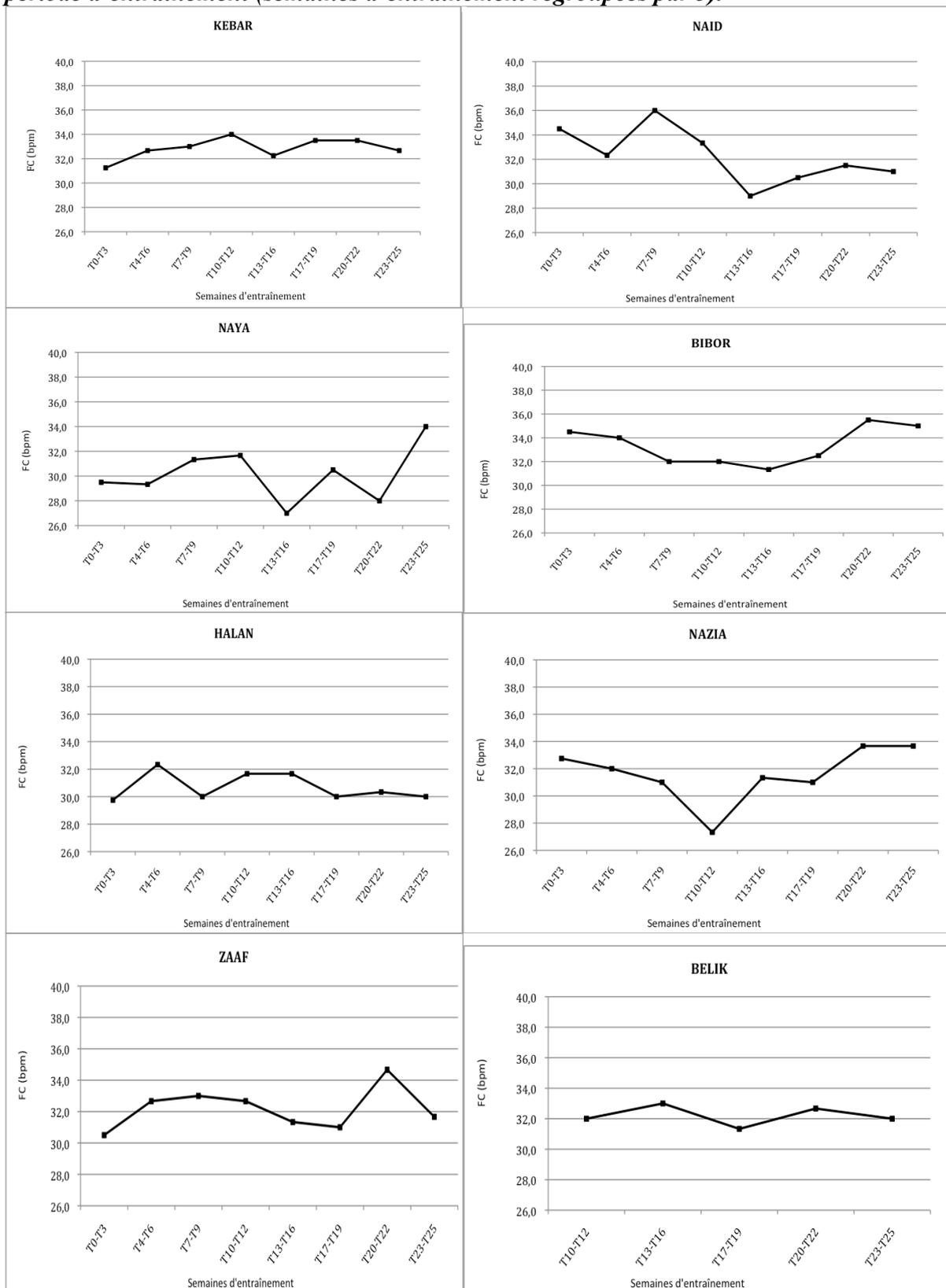
Figure 19 : Evolution des fréquences cardiaques individuelles au cours de la saison



Il ne se dessine pas de tendance nette à l'analyse de l'évolution des fréquences individuelles au cours de la saison. On peut seulement noter que les fréquences cardiaques des chevaux ont évolué de manière homogène (diminution de T0 à T1, augmentation entre T1 et T3, diminution de T3 à T4, augmentation de T7 à L1) en début de saison et de manière plus disparate par la suite.

Afin d'avoir une meilleure visibilité des courbes de FC individuelles au cours de la saison, celles-ci sont présentées ci-dessous par individu et par période de 3 semaines d'entraînement.

Figure 20 : Evolution des FC individuelles au repos au cours de la saison par cheval et par période d'entraînement (semaines d'entraînement regroupées par 3).



Les figures ci-dessous montrent **qu'il n'y pas de tendance de variation de la FC commune à tous les chevaux au cours de la saison** :

- Naid est le seul cheval ayant présenté une diminution visible de la FC au cours de la saison ;
- Nazia et Bibor ont présenté une FC diminuant au cours de E1 et augmentant au cours de E2 (variations plus marquées pour Nazia) ;
- Kebar, Halan, Zaaf et Belik ont présenté une FC relativement stable au cours de la saison ;
- Enfin, Naya a présenté une FC évoluant en « dents de scie » bien que majoritairement basse tout au long de la saison.

Le tableau suivant regroupe les principales valeurs de la fréquence cardiaque par cheval et leur temps de survenue.

Tableau 27 : Principales valeurs de la fréquence cardiaque (moyenne, minimale, maximale, écart-type) et temps où les valeurs extrêmes ont été atteintes par cheval au cours des deux périodes d'entraînement

G1 / G2	Moyenne (bpm)	Écart -type	Min E1 (bpm) / semaine	Max E1 (bpm) / semaine	Min E2 (bpm) / semaine	Max E2 (bpm) / semaine
Kebar	32,7	2,8	30 / T0, T1, T4, T10	36 / C1, T12	27 / T16	38 / T13
Naid	32,3	3,4	28 / T1	40 / T0	28 / T15, T16	34 / T22
Naya	29,7	2,7	25 / T1	35 / C1	24 / T16	34 / T25
Bibor	33,6	3,2	30 / T1	38 / T2, T3	28 / T16	40 / T25
<i>Halan</i>	30,8	1,9	28 / T1	35 / T12	28 / T23	33 / T15
<i>Nazia</i>	31,7	3,2	27 / T10, C1	34 / T0, T3, T5	26 / T13	40 / T15
<i>Zaaf</i>	32,1	2,0	29 / T0, T2	34 / T3, T5, T9	28 / T13	36 / T20
<i>Belik</i>	32,2	1,1	absent	absent	30 / T17	34 / T13, L2

- Le cheval ayant eu la fréquence cardiaque moyenne la plus basse au cours de la saison est Naya (FC =29,7 bpm ; $\sigma=2,7$). Elle est également le cheval ayant eu le FC minimale la plus basse (FCmin = 24 bpm). Halan a également eu une fréquence cardiaque moyenne assez basse et un écart-type faible ($\sigma=1,9$). Deux autres chevaux ont présenté une FC assez stable au cours de la saison : Belik ($\sigma=1,1$) et Zaaf ($\sigma=2,0$).
- Le cheval ayant présenté la fréquence cardiaque la plus élevée au cours de la saison est Bibor (FC=33,6 bpm; $\sigma= 3,2$). Bibor est également un des trois chevaux (avec Naid et Nazia) ayant présenté la FC maximale la plus élevée (FCmax = 40 bpm) ainsi que les variations de FC les plus importantes ($\sigma_{\text{Bibor}} = 3,2$; $\sigma_{\text{Naid}} = 3,4$; $\sigma_{\text{Nazia}} = 3,2$).
- Concernant E1, la FC maximale a été atteinte en début de saison pour quatre chevaux (entre T0 et T5) et autour de C1 pour trois chevaux (C1, T12). La FC minimale a été atteinte en début de saison pour la grande majorité des chevaux (5 chevaux sur 7 ont eu une FC minimale à T1, 2 chevaux sur 7 à T0). Seule Nazia a atteint une FC minimale avant la première course (T10 et C1).
- Concernant E2, la FC maximale a été atteinte à différents moments pour l'ensemble des chevaux (à T13 pour 2 chevaux, à T15 pour 2 chevaux, à T25 pour 2 chevaux et autour de L2 pour 3 chevaux). La FC minimale a été atteinte autour de T16 pour 5

- chevaux sur 8 et la semaine suivant C1 (T13) pour 2 chevaux. Seul Halan a présenté une FC minimale à T23.
- D'autre part on constate que les chevaux ont atteint leur FC minimale principalement au cours de E2, c'est à dire que la FC minimale de la période E1 est supérieure ou égale à la FC minimale de la période E2 pour l'ensemble des chevaux.
 - Enfin, lorsqu'on s'intéresse aux examens cliniques des semaines auxquelles une FC maximale a été relevée, on constate que celle-ci est généralement associée à d'autres éléments anormaux de l'examen clinique : principalement des signes de déshydratation mais aussi des éléments pouvant générer de la douleur, des anomalies relevées lors de l'examen locomoteur ou encore des anomalies relevées lors de l'examen de l'appareil respiratoire. Ces résultats sont tirés des tableaux consultables en annexe (annexes 2a et 2b).
- Analyse statistique
 - La FC obtenue pour chaque cheval lors de la première semaine d'entraînement a été comparée à celle obtenue aux semaines L1, C1, L2, C2 et T25 à l'aide d'un test de Student pairé. **Aucune différence significative de FC n'a pu être mise en évidence entre les semaines comparées.**
 - La comparaison des périodes E1 et E2 (couples de semaines appariées) à l'aide d'un test de Student pairé permet de mettre en évidence **3 différences significatives** : La FC relevée lors de la 2^{ème} semaine d'entraînement de E1 (T1) est significativement inférieure à la FC relevée lors de la 2^{ème} semaine d'entraînement de E2 (T14). La FC relevée lors de la 4^{ème} semaine d'entraînement de E1 (T3) est significativement supérieure à la FC relevée lors de la 4^{ème} semaine d'entraînement de E2 (T16), enfin la FC relevée lors de la 6^{ème} semaine d'entraînement de E1 (T5) est significativement supérieure à la FC relevée lors de la 6^{ème} semaine d'entraînement de E2 (T18). Ces observations montrent que **les différences de FC observées entre E1 et E2 sont significatives uniquement sur la 1ère partie des périodes d'entraînement (de T1 à T5 pour E1 et de T14 à T18 pour E2)**. Cet élément vient confirmer les observations faites sur la figure 18 à savoir que la FC évolue de manière différente au début de E1 et au début de E2 et qu'elle évolue de manière similaire pour la 2^{ème} partie de E1 et E2.
 - La comparaison des semaines d'entraînement une à une (T0/T1; T1/T2; T2/T3, ...) met en évidence plusieurs différences significatives en début de saison (T0/T1, T2/T3, T4/T5, T5/T6). Ces résultats sont décrits dans le tableau - bilan ci-dessous.

- Bilan

Les variations de la FC moyenne au cours de la saison sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 28 : Description schématique des variations de la fréquence cardiaque moyenne au cours de la saison et de leur signification statistique (sans tenir compte des points L1, T16, T17, T19, T20)

	T0- T1	T1- T3	T3- T4	T4- T5	T5- T6	T6- T9	T9- T10	T10- T12	T12- T13	T13- L2	L2- T23	T23- T25
Variations de la FC	↓ <i>S</i>	↑↑ <i>S</i>	↓ <i>S</i>	↑ <i>S</i>	↓ <i>S</i>	↑ <i>NS</i>	↓ <i>NS</i>	↑ <i>S</i>	↓ <i>NS</i>	↑ <i>NS</i>	↓ <i>NS</i>	↑ <i>NS</i>

S= Significatif

NS= Non significatif

Le tableau ci-dessus montre que **la fréquence cardiaque varie de semaine en semaine de manière significative au début de la saison**. Après T6, bien que la figure 18 montre des variations de la fréquence cardiaque, celles-ci ne sont pas significatives d'un point de vue statistique, hormis l'élévation de la FC après C1.

On retiendra que :

- La fréquence cardiaque a été irrégulière en début de saison, pendant les 5 premières semaines d'entraînement. Les variations observées sont néanmoins restées de faible amplitude (bien que statistiquement significatives). Cette irrégularité de la fréquence cardiaque n'a plus été observée pendant le reste de la saison, notamment au début de la seconde période d'entraînement.
- La fréquence cardiaque a présenté des variations (non statistiquement significatives) homogènes sur la 2ème partie des deux périodes d'entraînement : diminution la semaine suivant le test d'effort, valeur augmentée après les courses.
- Au niveau individuel, aucune tendance commune de variation de la FC n'a pu être mise en évidence.
- Pendant la 1ère période d'entraînement, les valeurs extrêmes de FC ont été observées principalement en début de saison (FC max à T1 et FC min à T3) aussi bien au niveau individuel (bien que 3 chevaux aient présenté une FC max autour de C1) que sur la moyenne de la population.
- Pendant la 2ème période d'entraînement, la FC moyenne était minimale lors de la première semaine d'entraînement (T13) et maximale après la course (T25). Les variations moyennes ne reflétaient pas totalement les variations individuelles.
- La fréquence cardiaque maximale était associée dans la majorité des cas à un ou plusieurs éléments anormaux de l'examen clinique.

b2. Fréquence respiratoire

La fréquence respiratoire a été évaluée de manière qualitative (notée soit normale, soit élevée). **Elle a été normale pour tous les chevaux tout au long de la saison** exception faite de Naid qui a présenté une fréquence respiratoire élevée à T0 associée à une fréquence cardiaque de 40 bpm.

Cependant, plusieurs chevaux ont présenté des symptômes respiratoires :

- Halan a présenté une toux sèche et du jetage à C1 puis à T18. Il a en conséquence été mis sous Ekypulmyl ®. Au vu des résultats de cytologie, bactériologie et des tests fonctionnels indiquant une augmentation de la résistance des voies aériennes et une diminution de la compliance pulmonaire, il semble qu'Halan ait fait une allergie respiratoire.

- Kebar a présenté un écoulement nasal séreux (aucun autre signe clinique) à T6 et de la toux 2 semaines après C2 (T26).

- Bibor a présenté de la toux à T25.

D'autre part, plusieurs chevaux ont présenté des troubles respiratoires subcliniques mis en évidence par l'analyse des prélèvements de LT et LBA (neutrophilie élevée et bactériologies positives).

b3. Couleur des muqueuses oculaires

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

Les résultats de l'examen des muqueuses oculaires des chevaux au cours des deux périodes d'entraînement sont représentés par les diagrammes suivants :

Figure 21 : Distribution des chevaux au cours de E1 selon la couleur de leurs muqueuses oculaires

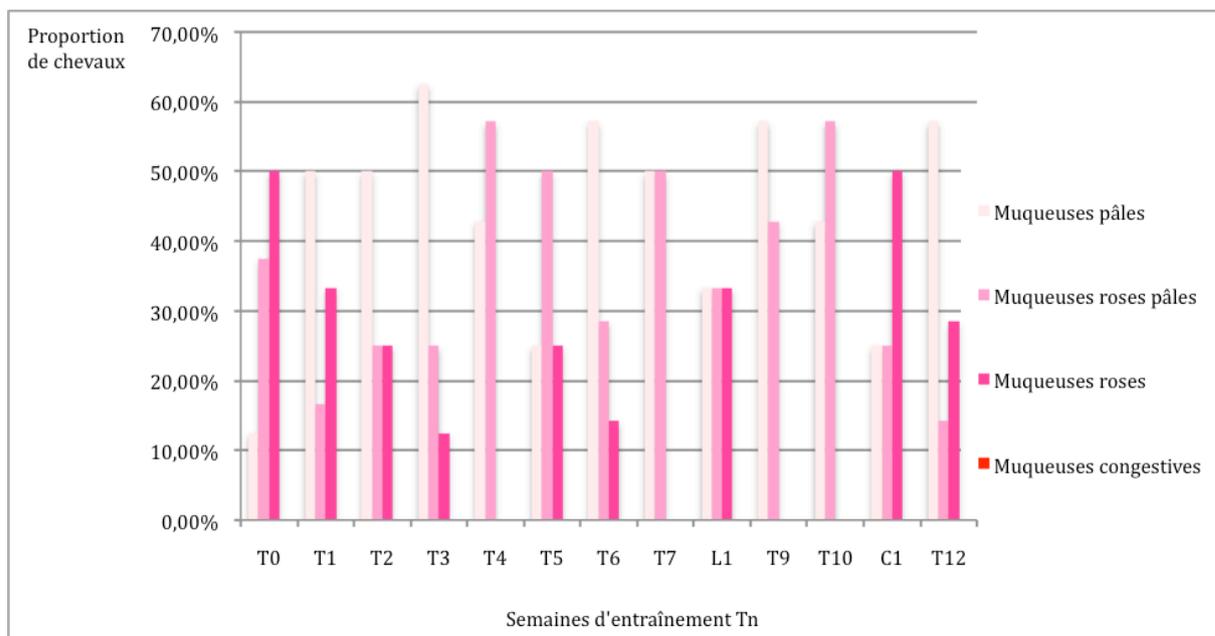
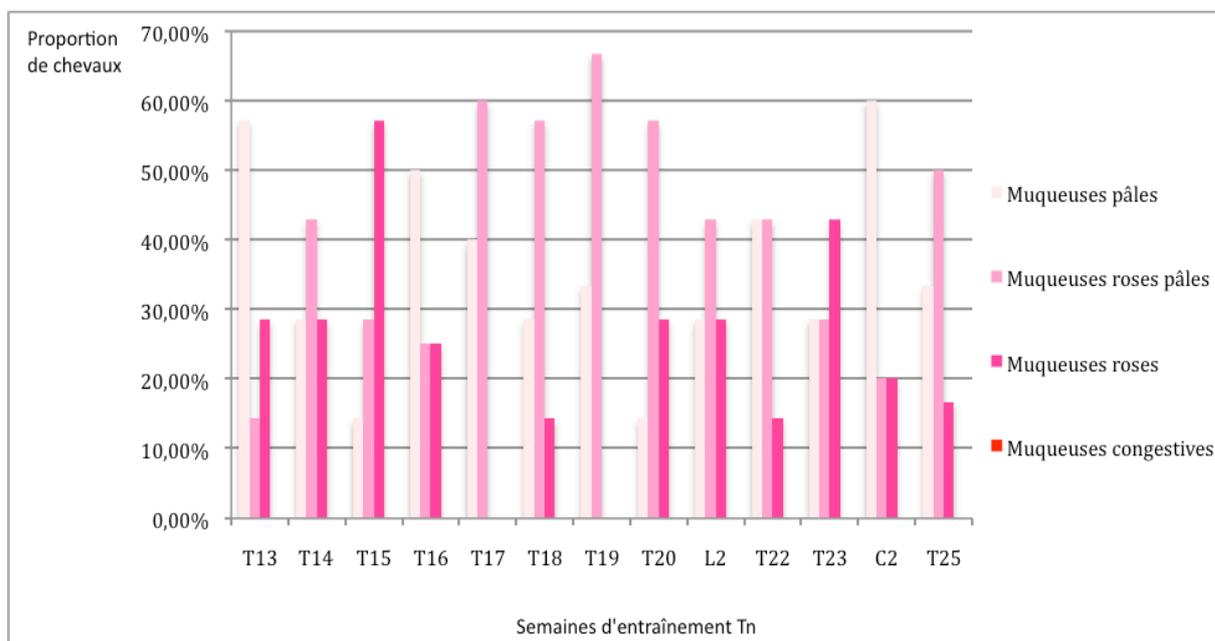


Figure 22 : Distribution des chevaux au cours de E2 selon la couleur de leurs muqueuses oculaires



Les figures ci-dessus permettent de constater que **la majorité des chevaux ont présenté des muqueuses oculaires pâles et roses pâles tout au long de la saison**. Une plus faible proportion de chevaux a présenté des muqueuses oculaires roses. Aucun cheval n'a présenté de muqueuses oculaires congestives. Il n'apparaît pas de différence évidente entre les deux périodes d'entraînement E1 et E2.

- Evaluation des comportements individuels au cours de la saison

Tous les chevaux ont présenté les trois colorations de muqueuses oculaires au moins une fois au cours de la saison. Kebar a eu des muqueuses oculaires pâles sur la grande majorité des examens cliniques pratiqués au cours de la saison. Pour les autres chevaux, aucune tendance n'a pu être dégagée.

- Analyse statistique

- Il y a significativement plus d'examens pour lesquels les chevaux ont présenté des muqueuses oculaires roses pâles et pâles que d'examens pour lesquels les chevaux ont présenté des muqueuses oculaires roses au cours de la saison.
- Aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre le nombre d'examens pour lesquels les chevaux ont présenté des muqueuses oculaires pâles et le nombre d'examens pour lesquels les chevaux ont présenté des muqueuses oculaires roses pâles.
- La comparaison de E1 et E2 ne permet pas de mettre en évidence de différence significative.

- Bilan

- La couleur des muqueuses oculaires a varié de pâle à rose chez tous les chevaux au cours de la saison, les couleurs « rose pâle » puis « pâle » étant les plus fréquemment observées.
- Aucun cheval n'a présenté des muqueuses oculaires congestives au cours de la saison.
- Aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre les deux périodes d'entraînement.

b4. Couleur des muqueuses buccales

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

Les résultats de l'examen des muqueuses buccales des chevaux au cours des deux périodes d'entraînement sont représentés par les graphiques suivants :

Figure 23 : Distribution des chevaux au cours de E1 selon la couleur de leurs muqueuses buccales

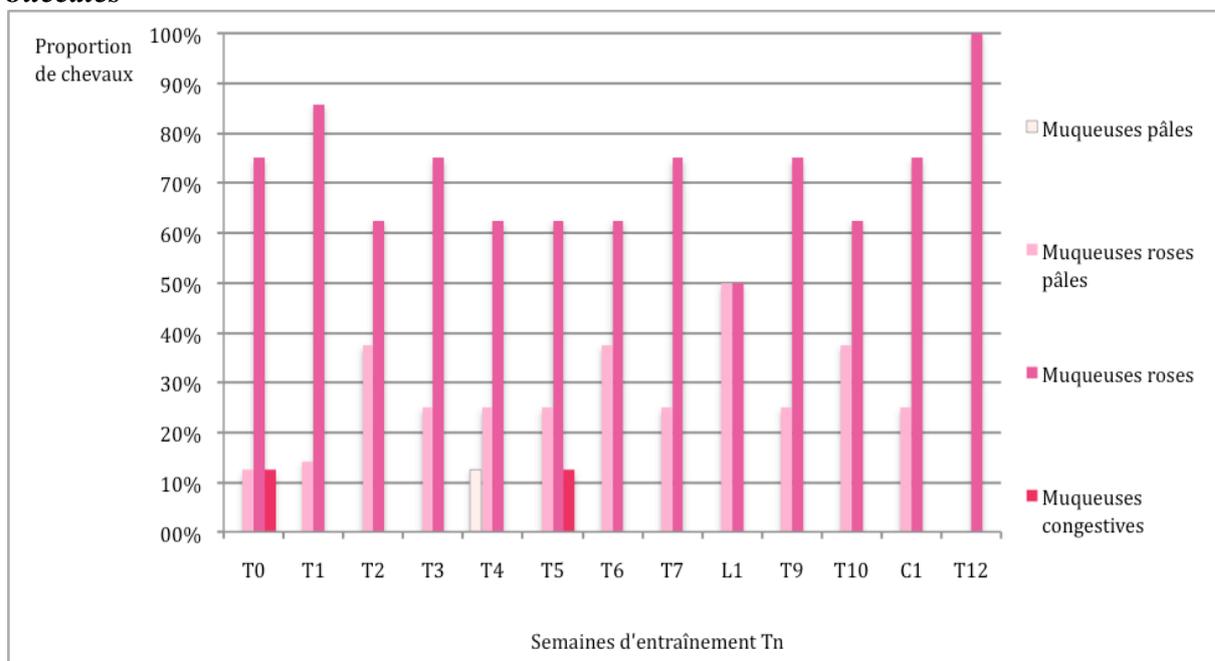
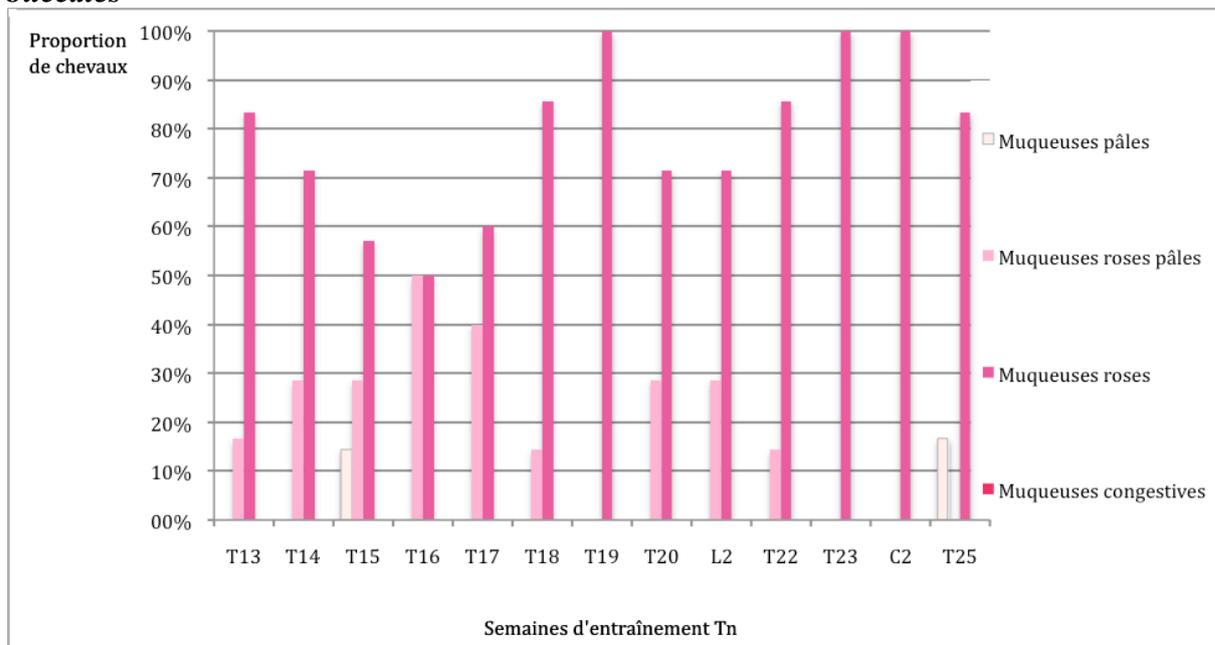


Figure 24 : Distribution des chevaux au cours de E2 selon la couleur de leurs muqueuses buccales



Les figures ci-dessus permettent de constater que **la majorité des chevaux ont présenté des muqueuses buccales roses tout au long de la saison**. Une plus faible proportion de chevaux ont présenté des muqueuses buccales rose pâles tout au long de la saison. Un cheval a présenté des muqueuses buccales congestives en début de saison (à T0 et T5). Trois cas de muqueuses buccales pâles ont été relevés à T4, T15 et T25. Il n'apparaît pas de différence évidente entre les deux périodes d'entraînement E1 et E2.

- Evaluation des comportements individuels au cours de la saison
 - Tous les chevaux ont eu un nombre majoritaire d'examens au cours desquels la muqueuse buccale a été notée rose excepté Kebar qui a eu un nombre majoritaire d'examens au cours desquels la muqueuse buccale a été notée rose pâle.
 - Un seul cheval a présenté des muqueuses buccales congestives au cours de la saison. Il s'agit de Bibor à T0 et à T5. Le reste de l'examen clinique était normal pour ces deux semaines (FC un peu élevée à T5; FC=36 bpm).
 - Plusieurs chevaux ont présenté des muqueuses buccales pâles :
 - Belik à T4. Le reste de l'examen clinique était normal.
 - Naid à T15. L'examen clinique à T15 a révélé également un temps de recoloration capillaire augmenté (TRC=2s) ainsi que des bruits digestifs diminués dans les deux cadrans droits et le cadran inférieur gauche. Le reste de l'examen clinique était normal.
 - Kebar à T25 (semaine de récupération après C2). L'examen clinique à T25 a révélé également des signes de déshydratation (PP encolure= 2-3s), des muqueuses oculaires pâles, des crevasses au niveau du pli du paturon des deux membres antérieurs ainsi qu'une température rectale normale mais qui est la température maximale atteinte par Kebar ((T°=37,4°C).
- Analyse statistique
 - Il y a significativement plus d'examens pour lesquels les chevaux ont présenté des muqueuses buccales roses que d'examens pour lesquels les chevaux ont présenté des muqueuses buccales rose pâles au cours de la saison.
 - Il y a significativement plus d'examens pour lesquels les chevaux ont présenté des muqueuses buccales roses pâles que d'examens pour lesquels les chevaux ont présenté des muqueuses buccales pâles au cours de la saison.
 - Il y a significativement plus d'examens pour lesquels les chevaux ont présenté des muqueuses buccales roses pâles et roses que d'examens pour lesquels les chevaux ont présenté des muqueuses buccales congestives au cours de la saison.
 - Aucune différence significative ne peut-être mise en évidence entre le nombre d'examens pour lesquels les chevaux ont présenté des muqueuses buccales pâles et le nombre d'examens pour lesquels les chevaux ont présenté des muqueuses buccales congestives.
 - La comparaison de E1 et E2 ne permet pas de mettre en évidence de différence significative.

- Bilan

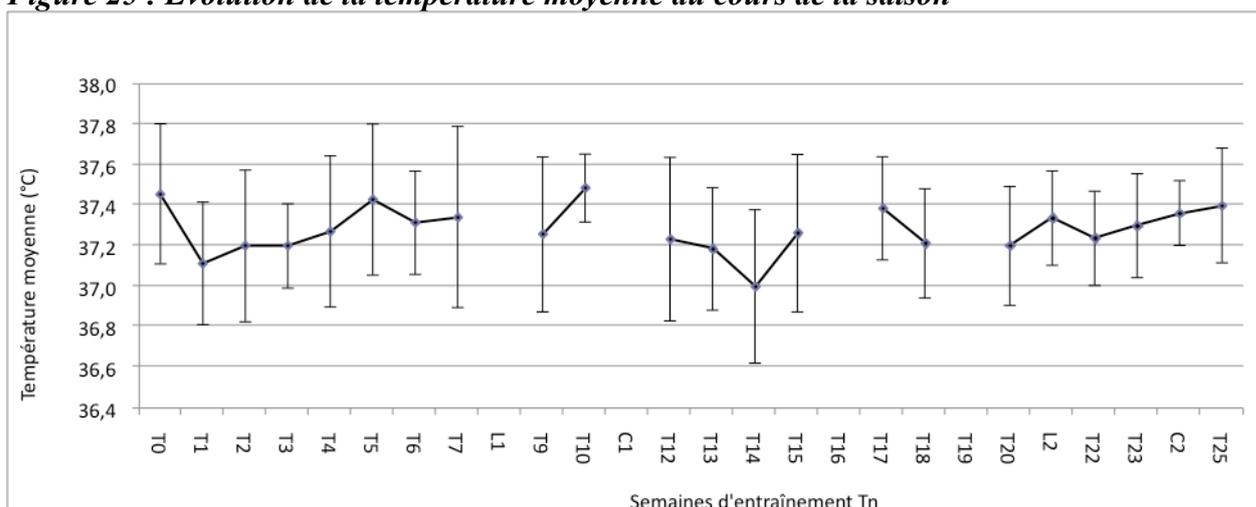
- La majorité des chevaux ont présenté des muqueuses buccales roses tout au long de la saison. Une proportion de chevaux significativement plus faible ont présenté des muqueuses roses pâles.
- Ponctuellement, des chevaux ont présenté des muqueuses pâles (3 cas, associés 2 fois à d'autres anomalies de l'examen clinique) ou congestives (1 cheval 2 fois au cours de la saison).
- Aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre les deux périodes d'entraînement.

b5. Température rectale

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

Les valeurs de la température n'ont pas été systématiquement relevées pour tous les chevaux chaque semaine. Aux points L1, C1, T16 et T19, on dispose de la température de deux à cinq chevaux sur huit. Seules les valeurs moyennes calculées avec un nombre constant de sujets ont donc été conservées pour analyse (figure 25).

Figure 25 : Evolution de la température moyenne au cours de la saison



La température rectale moyenne de la population a varié entre 37,0°C et 37,5°C au cours de la saison. Les principales variations de la température observables sur la figure ci-dessus peuvent être décrites comme suit :

- La température a diminué de T0 à T1 ;
- puis a augmenté progressivement jusqu'à T5 ;
- elle a diminué de T5 à T6 et de T7 à T9 puis a augmenté à nouveau de T9 à la semaine précédant la première course ;
- elle a diminué ensuite durant les semaines de repos suivants la première course (de T10 à T14) ;
- puis a augmenté à nouveau de T14 à T17 ;
- la température a diminué de T17 à T18, a augmenté de T20 à L2 et a diminué de L2 à T22 ;
- enfin, elle a augmenté progressivement jusqu'à la semaine suivant la deuxième course (de T22 à T25).

La comparaison des deux périodes d'entraînement E1 et E2 permet de dégager les points suivants :

- La température a évolué de manière similaire au début des deux périodes d'entraînement : elle a diminué entre la première et la deuxième semaine d'entraînement (de T0 à T1 pour E1 et de T13 à T14 pour E2). Elle a ensuite augmenté progressivement pendant plusieurs semaines (de T1 à T5 pour E1 et de T14 à T17 pour E2) puis a diminué de T5 à T6 pour E1 et de T17 à T18 pour E2.
- La température moyenne n'a pas évolué de la même manière au cours de la deuxième partie des deux périodes d'entraînement : elle a augmenté jusqu'à la semaine précédant la course en E1 puis a diminué de manière marquée autour de C1 (de T10 à T12). En E2, la température a augmenté progressivement de T22 à T25 soit une semaine après la deuxième course.

Le tableau suivant indique les valeurs extrêmes de la température moyenne au cours de la saison.

Tableau 29 : Principales valeurs de la température moyenne (minimale, maximale, écart-type) et temps où les valeurs extrêmes ont été atteintes au cours des deux périodes d'entraînement

	Minimum E1	Maximum E1	Minimum E2	Maximum E2
T° moy de la population (°C)	37,0 - <u>37,1</u>	<u>37,5</u>	36,8 - <u>37,0</u>	<u>37,4</u>
Écart-type	0,3 - <u>0,3</u>	<u>0,3</u> - <u>0,2</u>	0,5 - <u>0,4</u>	<u>0,3</u> - <u>0,2</u> - <u>0,3</u>
Moment de survenue	C1 - <u>T1</u>	<u>T0</u> - <u>T10</u>	T16 - <u>T14</u>	<u>T17</u> - <u>C2</u> - <u>T25</u>

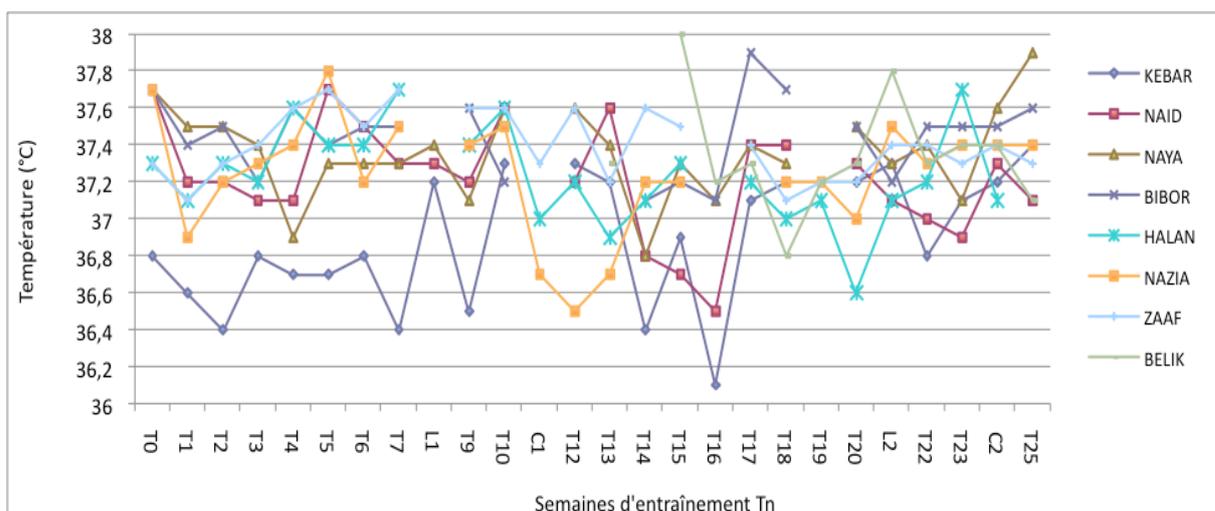
En gras-souligné : les valeurs minimales et maximales en ne tenant pas compte des valeurs à C1, L1, T16, T19.

Au cours de E1, la température rectale moyenne minimale a été atteinte en tout début de saison (T1 – T°=37,1°C - σ=0,3) puis lors de C1 (T°=37,0°C - σ=0,3). Cependant, à C1, seule la température de quatre chevaux sur huit à été relevée. Il convient donc de considérer T1 comme le minimum réel de E1. **La température rectale moyenne maximale a été atteinte lors de la première semaine d'entraînement (T0 – T°=37,5°C - σ=0,3) et la semaine précédant la course (T10 – T°=37,5°C - σ=0,2).**

Au cours de E2, la température rectale moyenne minimale a été atteinte à T16 (T°=36,7°C - σ=0,5). Cependant, à T16, seule la température de quatre chevaux sur huit à été relevée. Il convient donc de considérer T14 comme le minimum réel de la deuxième période d'entraînement (T°=37,0 - σ=0,4). **La température rectale moyenne maximale a été atteinte à T17, lors de la deuxième course et la semaine suivant la deuxième course (T17 ; C2 ; T25 – T°=37,4°C - σ=0,3 ; 0,2 ; 0,3).**

- Evaluation des comportements individuels au cours de la saison

Figure 26 : Evolution des températures rectales individuelles au cours de la saison



Bien qu'il ne se dessine pas de tendance nette à l'analyse de l'évolution des températures individuelles au cours de la saison, les points suivants peuvent néanmoins être soulignés :

- Tous les chevaux ont eu une diminution de température de T0 à T1.
- Kebar est le cheval ayant présenté la température la plus basse pendant la plus grande partie de la saison.
- Les différences entre les chevaux semblent se réduire sur la deuxième partie de E2 et en particulier au moment de la deuxième course.

Le tableau suivant détaille les principales valeurs de la température par cheval ainsi que le moment où elles ont été atteintes :

Tableau 30 : Principales valeurs de la température rectale (moyenne, minimale, maximale, écart-type) et temps où les valeurs extrêmes ont été atteintes par cheval au cours des deux périodes d'entraînement

G1 / G2	Moyenne (°C)	Écart-type	Min E1 (°C) / semaine	Max E1 (°C) / semaine	Min E2 (°C) / semaine	Max E2 (°C) / semaine
Kebar	36,9	0,4	36,4 / T2, T7	37,3 / T10, T12	36,1 / T16	37,4 / T25
Naid	37,2	0,3	37,1 / T3, T4	37,7 / T0, T5	36,5 / T16	37,6 / T13
Naya	37,4	0,2	36,9 / T4	37,7 / T0	36,8 / T14	37,9 / T25
Bibor	37,4	0,2	37,2 / T3, T10	37,7 / T0	37,1 / T14, T16	37,9 / T17
<i>Halan</i>	37,2	0,3	37,0 / C1	37,7 / T7	36,6 / T20	37,7 / T23
<i>Nazia</i>	37,2	0,3	36,5 / T12	37,8 / T5	36,7 / T13	37,5 / L2
<i>Zaaf</i>	37,4	0,2	37,1 / T1	37,7 / T7	37,1 / T18	37,6 / T14
<i>Belik</i>	37,3	0,3	Absent	Absent	36,8 / T18	38 / T15

- Les variations de température interindividuelles sont de faible amplitude : Les températures moyennes des chevaux sont comprises entre 36,9°C (Kebar) et 37,4°C (Naya, Bibor, Zaaf). Les variations de température individuelles sont également de faible amplitude ($0,2 \leq \sigma \leq 0,4$). Aucun cheval n'a présenté d'hyperthermie au cours de la saison. Le cheval ayant eu la température maximale la plus élevée est Belik ($T^{\circ}=38,0^{\circ}\text{C}$).

- Concernant E1, les chevaux ont atteint leur température maximale à différents moments : 2 chevaux à T0, 2 chevaux à T5, 2 chevaux à T7, un cheval autour de C1 (T10, T12). Les températures minimales ont été atteintes en début de saison pour 5 chevaux (entre T0 et T4) et autour de C1 pour 3 chevaux (entre T10 et T12).

- Concernant E2, la température maximale a été atteinte au cours de la 2ème moitié de la période pour 4 chevaux dont 2 après la deuxième course (T25). Pour 3 autres chevaux, elle a été atteinte au cours des semaines suivants la 1ère course (T13, T14, T15). Les températures ont été minimales entre T13 et T16 pour 5 chevaux et autour de T19 pour 3 chevaux (T18, T20).

- La survenue de la température maximale était associée dans la majorité des cas à d'autres anomalies de l'examen clinique (Cf. annexes 3a et 3b).

- Analyse statistique

- La température rectale obtenue pour chaque cheval lors de la première semaine d'entraînement a été comparée à celle obtenue aux semaines L1, C1, L2, C2 et T25 à l'aide d'un test de Student pairé. **Aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre les semaines comparées.**

- La comparaison des périodes E1 et E2 (couples de semaines appariées) ne montre **aucune différence significative.**

- La comparaison des semaines d'entraînement une à une (T0/T1, T1/T2...) à l'aide d'un test de Student pairé permet de mettre en évidence 3 différences significatives : Les températures relevées au cours de la semaine T1 sont significativement inférieures à celles relevées au cours de la semaine T0, les températures relevées à C1 sont significativement inférieures à celles relevées à T10, les températures relevées à T17 sont significativement supérieures à celles relevées à T16.

- Bilan

Les variations de température rectale observées au cours de la saison sont toutes de faible amplitude. Elles sont représentées schématiquement dans le tableau suivant:

Tableau 31 : Description schématique des variations de la température moyenne au cours de la saison et de leur signification statistique (sans tenir compte des points L1, C1, T16 et T19)

	T0- T1	T1- T5	T5-T6	T6- T10	T10- T14	T14- T17	T17- T18	T18- T20	T20- L2	L2- T22	T22- T25
Evolution de la T° moyenne au cours de la saison	↓ (S)	↑ (NS)	↓ (NS)	↑ (NS)	↓ (S)	↑ (S)	↓ (NS)	→	↑ (NS)	↓ (NS)	↑ (NS)

S= Significatif - NS= Non significatif

Seulement trois des variations de température observées sur la courbe de la figure 25 sont significatives : la température diminue significativement de T0 à T1 et de T10 à T14. Elle augmente significativement de T14 à T17.

Les autres variations de températures décrites dans le tableau ci-dessus ne sont pas significatives.

En conclusion, on retiendra que :

- La température rectale est restée dans des valeurs physiologiques chez tous les chevaux toute la saison.
- Les variations de température ont été de faible amplitude aussi bien au niveau de la population qu'au niveau individuel ou interindividuel.
- Les variations ont globalement été les mêmes sur les deux périodes d'entraînement avec une valeur maximale de température observée en 2ème partie de la période.
- Les variations globales ne traduisaient pas complètement ce qui était observé à l'échelon individuel.
- Au niveau individuel, La survenue de la température maximale était associée dans la majorité des cas à d'autres anomalies de l'examen clinique.

b6. Temps de recoloration capillaire

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

Les résultats de l'évaluation du TRC des chevaux au cours des deux périodes d'entraînement sont représentés par les graphiques suivants :

Figure 27 : Distribution des chevaux au cours de E1 en fonction de leur temps de recoloration capillaire

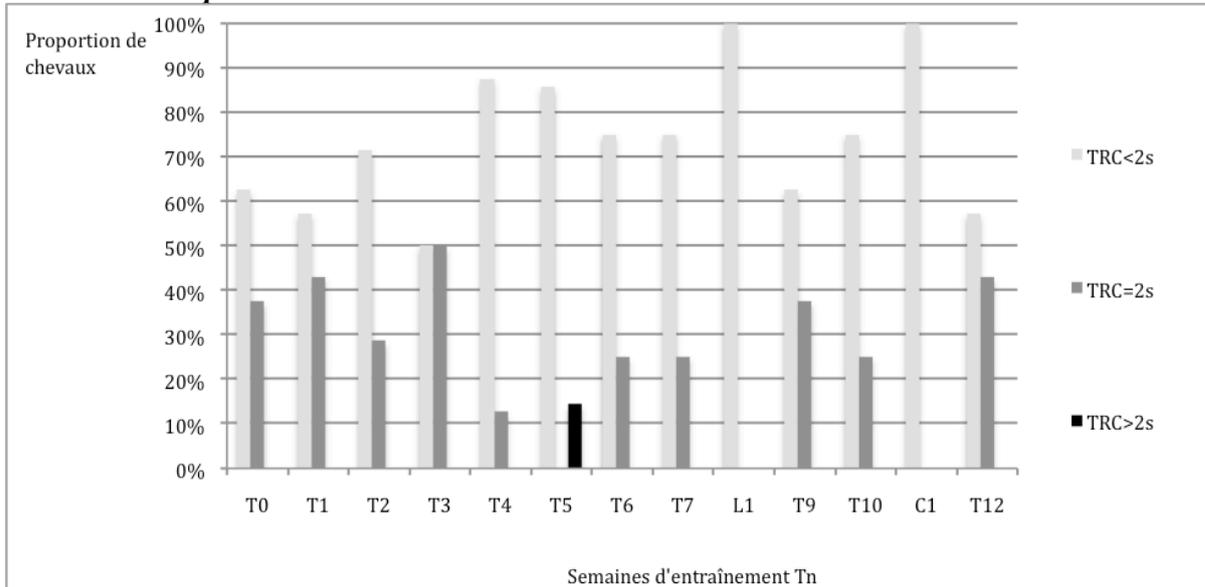
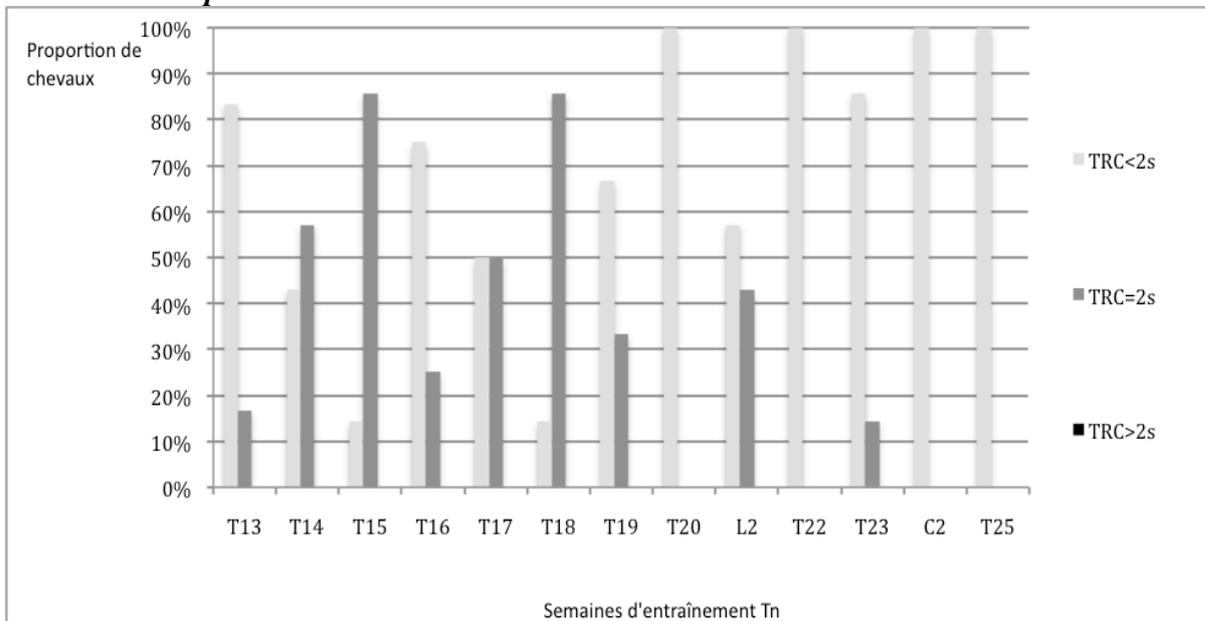


Figure 28 : Distribution des chevaux au cours de E2 en fonction de leur temps de recoloration capillaire



Les figures 27 et 28 montrent que **la majorité des chevaux ont présenté un TRC inférieur à deux secondes tout au long de la saison**. Une proportion inférieure de chevaux ont eu un TRC=2s durant toute la saison ; cette proportion était particulièrement élevée entre T14 et T18. A l'inverse, quasiment tous les chevaux ont eu un TRC<2s sur la fin de saison (de T22 à T25). Les figures 27 et 28 ne permettent pas de mettre en évidence une augmentation du TRC les semaines suivant les courses ni les semaines suivant les tests d'effort. Enfin, un seul cheval a présenté un TRC > 2s à T5.

- Evaluation des comportements individuels au cours de la saison

Tous les chevaux ont présenté un TRC \leq 2s (c'est-à-dire normal) tout au long de la saison excepté Kebar. Il est le seul cheval ayant présenté un temps de recoloration capillaire supérieur à 2s (TRC=2,5s) au cours de la saison. Celui-ci a été relevé lors de l'examen clinique de la sixième semaine d'entraînement (T5), pratiqué le lendemain d'une course de 40km à Sommant. D'autres éléments anormaux étaient associés à cet examen clinique:

- Quantité de crottins diminuée ;
- Pli de peau persistant à l'encolure = 3s ;
- Irrégularité de l'antérieur gauche en ligne droite et en cercle à main droite.

- Analyse statistique

- Il y a significativement plus d'examens pour lesquels les chevaux ont eu un TRC<2s que d'examens pour lesquels les chevaux ont eu un TRC=2s ou >2s. Il y a également significativement plus d'examens pour lesquels les chevaux ont eu un TRC=2s que d'examens pour lesquels les chevaux ont eu un TRC>2s.

- Aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre E1 et E2.

- Bilan

- Les TRC observés sur l'ensemble de la saison étaient presque toujours bas (\leq 2s).
- Aucune augmentation de la proportion de chevaux ayant présenté un TRC=2s n'a pu être mise en évidence les semaines suivant les courses ou les tests d'effort.
- Nous avons constaté une augmentation de la proportion de chevaux ayant eu un TRC=2s de la semaine T14 à la semaine T18.
- Le TRC était particulièrement bas en fin de saison : La quasi-totalité chevaux ont eu un TRC < 2s sur la fin de saison (de T22 à T25).
- Un seul cheval a présenté un TRC>2s au cours de la saison, le lendemain d'une course de 40 km.

b7. Durée de persistance du pli de peau à l'épaule

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

Les résultats de l'évaluation de la durée de persistance du pli de peau à l'épaule au cours des deux périodes d'entraînement sont représentés par les graphiques suivants :

Figure 29 : Distribution des chevaux au cours de E1 en fonction du temps de persistance du pli de peau à l'épaule

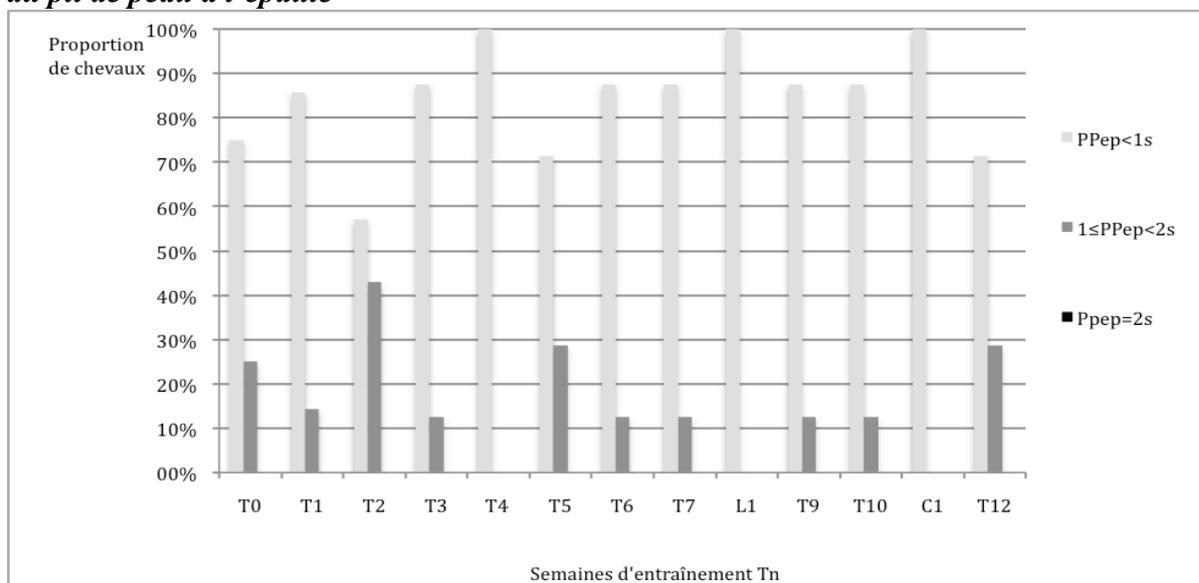
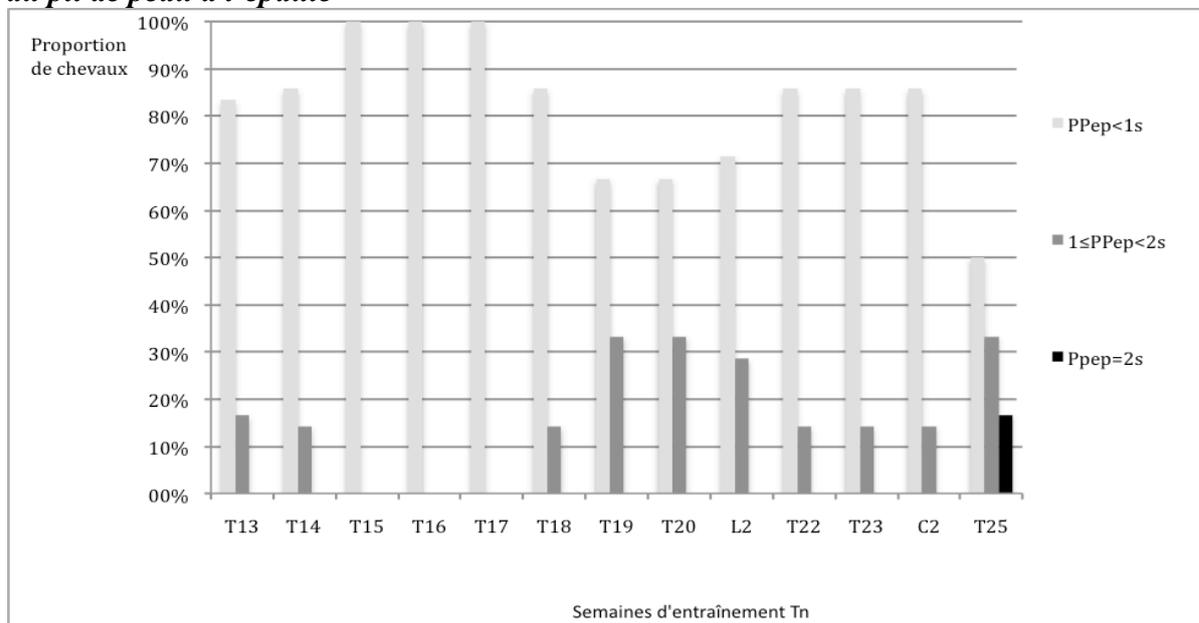


Figure 30 : Distribution des chevaux au cours de E2 en fonction du temps de persistance du pli de peau à l'épaule



Les figures 29 et 30 montrent que **la majorité des chevaux ont présenté un pli de peau à l'épaule d'une durée inférieure à une seconde tout au long de la saison**. Une proportion inférieure de chevaux ont présenté un pli de peau à l'épaule d'une durée comprise entre une et deux secondes. Un seul cheval a présenté un pli de peau d'une durée égale à deux secondes la semaine suivant la deuxième course. Les figures 29 et 30 ne permettent pas de mettre en évidence une augmentation de la durée du PPep les semaines suivant les courses ni les semaines suivant les tests d'effort. Elles ne révèlent pas non plus de différences nettes entre les périodes E1 et E2.

- Evaluation des comportements individuels au cours de la saison

Sur l'ensemble de la saison, un seul cheval a présenté un pli de peau à l'épaule égal à deux secondes à T25 (c'est à dire après la deuxième course). Il s'agit de Naya. L'examen clinique de la semaine T25 a été réalisé quatre jours après la course. Lors de cet examen clinique Naya présentait par ailleurs des troubles au niveau locomoteur ainsi que des brûlures du flanc sous la selle mais pas d'autres signes de déshydratation.

- Analyse statistique

- Il y a significativement plus de chevaux ayant eu une persistance du pli de peau à l'épaule inférieure à une seconde que de chevaux ayant eu une persistance du pli de peau à l'épaule comprise entre une et deux secondes ou égale à deux secondes.
- Il y a significativement plus de chevaux ayant eu une persistance du pli de peau à l'épaule comprise entre une et deux secondes que de chevaux ayant eu une persistance du pli de peau à l'épaule égale à deux secondes.
- Aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les périodes E1 et E2.

- Bilan

- Sur l'ensemble de la saison, les chevaux ont présenté une persistance du pli de peau très basse ($<1s$) ou moins souvent basse ($1s \leq PP < 2s$).
- Aucune augmentation de la proportion de chevaux ayant présenté un $1s \leq PP < 2s$ n'a pu être mise en évidence les semaines suivant les courses ou les tests d'effort.
- Un seul cheval a présenté ponctuellement un pli de peau à l'épaule d'une durée égale à deux secondes associé à des signes de mauvaise récupération après la 2^{de} course.

b8. Durée de persistance du pli de peau à l'encolure

- **Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison**

Les résultats de l'évaluation de la durée de persistance du pli de peau à l'encolure au cours des deux périodes d'entraînement sont représentés par les graphiques suivants :

Figure 31 : Distribution des chevaux au cours de E1 en fonction du temps de persistance du pli de peau à l'encolure

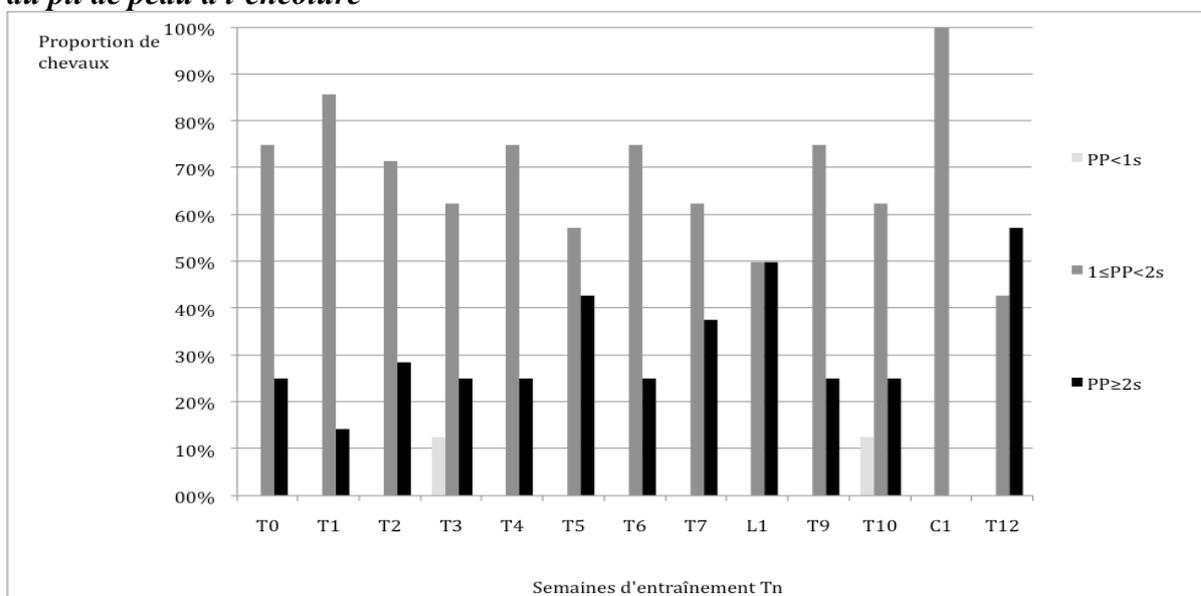
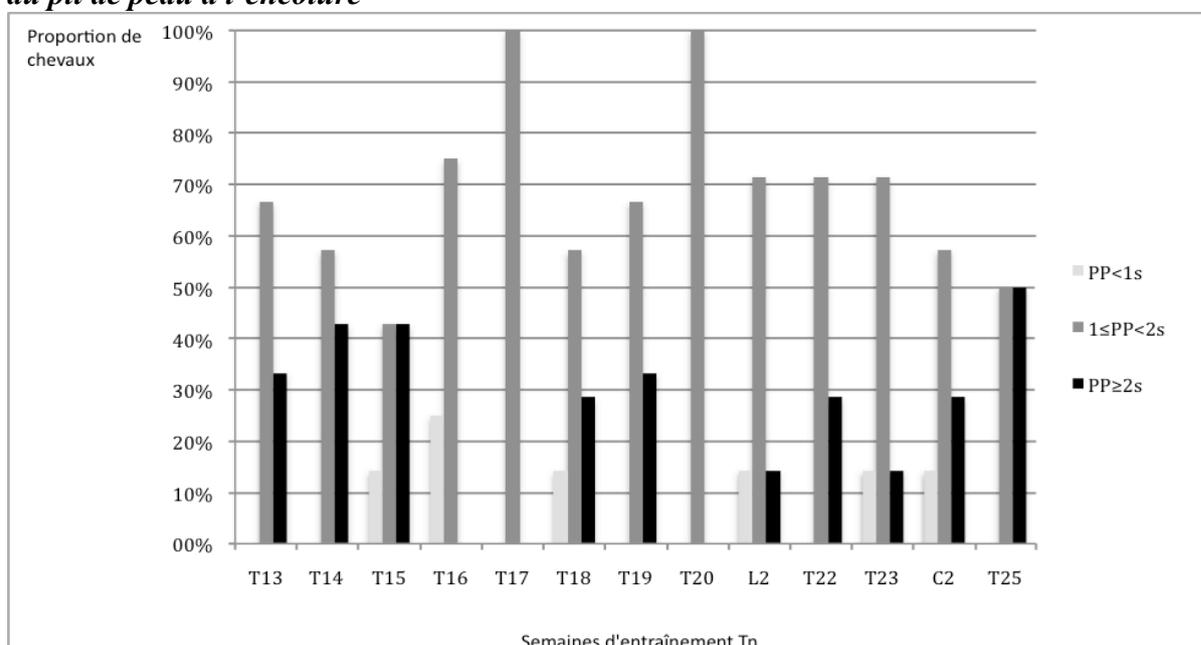


Figure 32 : Distribution des chevaux au cours de E2 en fonction du temps de persistance du pli de peau à l'encolure



Les observations que l'on peut faire concernant la persistance du pli de peau à l'encolure diffèrent de celles concernant la persistance du pli de peau à l'épaule. En effet, **les chevaux ont présenté majoritairement une durée du PPenc comprise entre une et deux secondes tout au long de la saison**. Une proportion inférieure de chevaux ont présenté une durée du PPenc supérieure ou égale à deux secondes. Enfin, une proportion plus faible de chevaux ont présenté une durée du PPenc inférieure à une seconde. **Les proportions maximales de chevaux ayant eu un pli de peau à l'encolure supérieur ou égal à deux secondes ont été atteintes la semaine du premier test d'effort (L1 = 50% - 2/4), la semaine suivant la première course (T12 = 57,1% - 4/7) et la semaine suivant la deuxième course (T25 = 50%- 3/6).**

- Evaluation des comportements individuels au cours de la saison

- Les chevaux ont tous présenté plusieurs fois dans la saison un pli de peau à l'encolure $\geq 2s$ exceptée Bibor (PPenc max=1,5s).
- Kebar est le seul cheval du lot ayant présenté un pli de peau à l'encolure strictement supérieur à deux secondes à deux reprises : PPenc = 3s à T5 et 2,5s à T25 (semaine suivant la deuxième course). L'examen clinique de T5 a été fait le lendemain d'une course de 40km. D'autres éléments anormaux étaient associés à cet examen clinique: Quantité de crottins diminuée, TRC=2,5s et irrégularité d'allure. L'examen clinique de la semaine T25 était quasiment normal (pâleur des muqueuses oculaires et buccales).
- Seuls 3 chevaux sur 8 ont présenté un pli de peau à l'encolure strictement inférieur à une seconde au moins une fois au cours de la saison : Nazia, Belik et Bibor.

- Analyse statistique

- Il y a significativement plus de chevaux ayant eu une persistance du PPenc comprise entre une et deux secondes que de chevaux ayant eu une persistance du PPenc inférieure à une seconde ou supérieure ou égale à deux secondes.
- Il y a significativement plus de chevaux ayant eu une persistance du PPenc supérieure ou égale à deux secondes que de chevaux ayant eu une persistance du PPenc inférieure à une seconde.
- La comparaison des périodes E1 et E2 montre que la proportion de chevaux ayant présenté une persistance du PPenc < 1s est significativement supérieure au cours de E2. Aucune autre différence significative n'a été mise en évidence entre les périodes E1 et E2.

- Bilan

- Les chevaux ont présenté majoritairement tout au long de la saison un pli de peau à l'encolure dont la durée était comprise entre une et deux secondes ($1s \leq PPenc < 2s$).
- Il a été plus fréquent d'observer un $PPenc \geq 2s$ lors du premier test d'effort (L1), la semaine suivant la première course (T12) et la semaine suivant la deuxième course (T25).
- L'évaluation du pli de peau à l'encolure semble différer de l'évaluation du pli de peau à l'épaule. Cette différence sera traitée dans la partie analytique.

b9. Auscultation digestive

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

Les résultats de l'auscultation digestive des chevaux au cours de deux périodes d'entraînement sont représentés par les graphiques suivants :

Figure 33 : Distribution des chevaux au cours de E1 en fonction de l'intensité des bruits digestifs

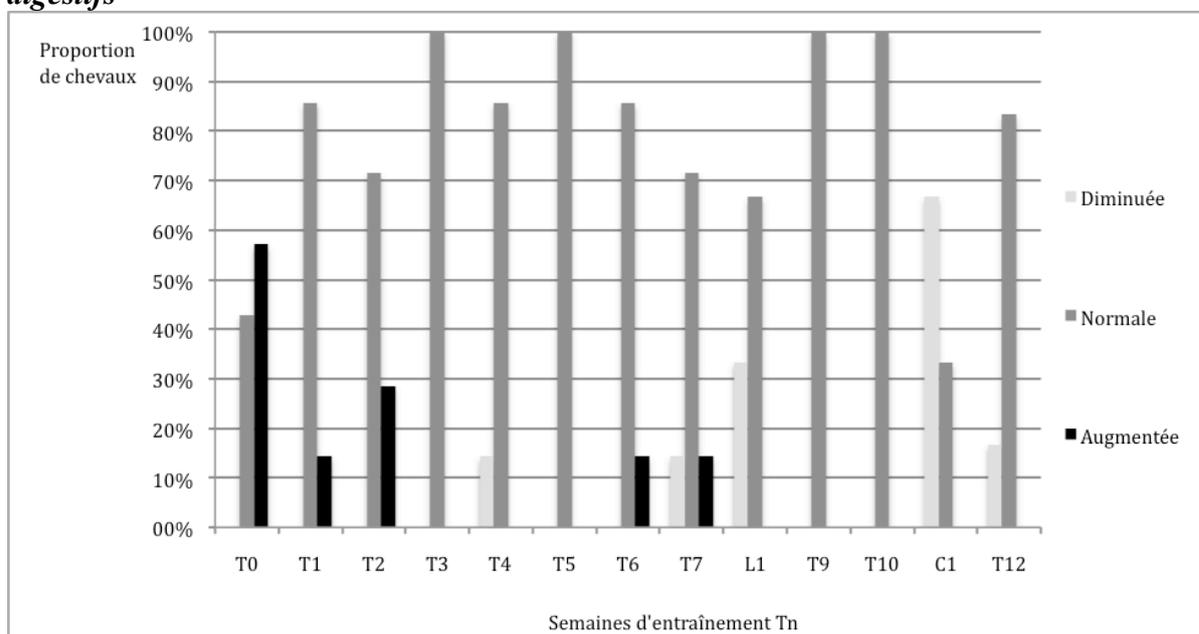
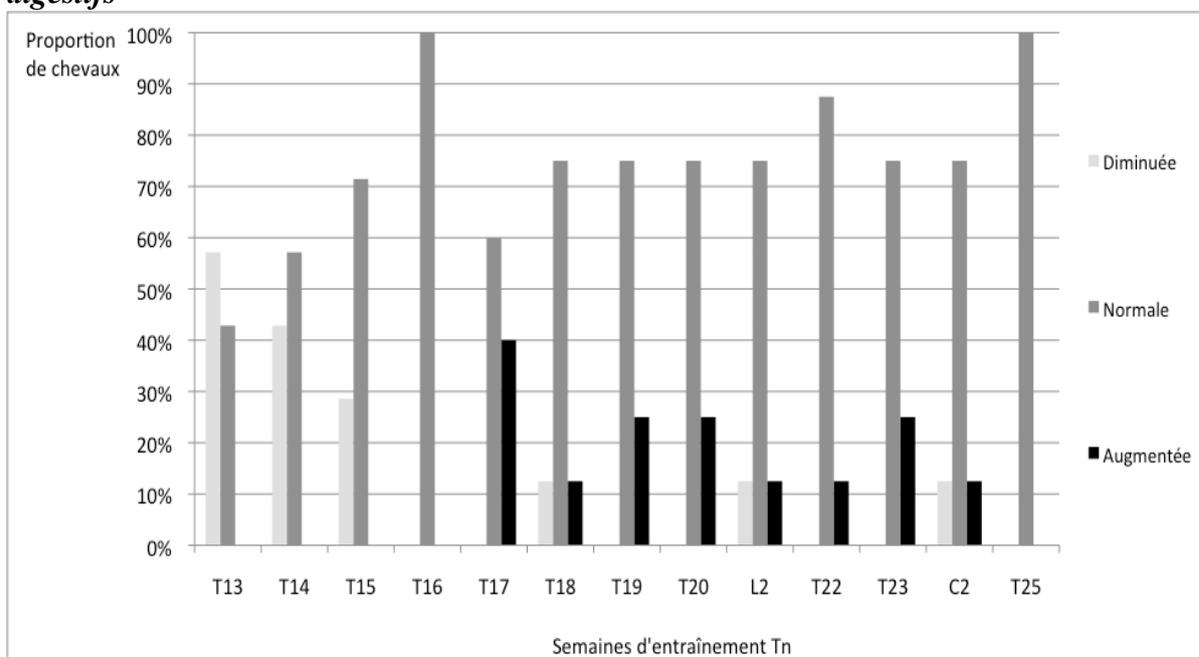


Figure 34 : Distribution des chevaux au cours de E2 en fonction de l'intensité des bruits digestifs



Les figures ci-dessus montrent que **les chevaux ont eu majoritairement des bruits digestifs d'intensité normale dans les quatre cadrans tout au long de la saison**. Une proportion plus faible de chevaux ont eu des bruits digestifs d'intensité diminuée et augmentée.

Les proportions maximales de chevaux ayant présenté des bruits digestifs d'intensité diminuée ont été atteintes au moment de la première course et **durant les semaines suivant la course** ainsi qu'au moment du premier test d'effort. Les résultats obtenus à C1 et L1 sont cependant à considérer avec précautions étant donné le manque de données disponibles à ces points. En effet, seule l'auscultation digestive de trois chevaux a été relevée à L1 et C1. Il convient donc de considérer principalement l'augmentation de la proportion de chevaux ayant présenté des bruits digestifs d'intensité diminuée entre les semaines **T13 à T15. Ces semaines font directement suite à la première manipulation de digestibilité (fin T12).**

Enfin, on peut observer que les proportions maximales de chevaux ayant présenté des bruits digestifs d'intensité augmentée ont été atteintes lors de la première semaine d'entraînement (T0) ainsi qu'à T17.

- Evaluation des comportements individuels au cours de la saison

Six chevaux sur huit ont eu des bruits digestifs d'intensité diminuée dans au moins un des quatre cadrans au moins une fois au cours de la saison (pour Kebar et Belik l'intensité des bruits digestifs n'a jamais été notée "diminuée").

Six chevaux sur huit ont eu des bruits digestifs d'intensité augmentée dans au moins un des quatre cadrans au moins une fois au cours de la saison (pour Bibor et Belik l'intensité des bruits digestifs n'a jamais été notée "augmentée").

Le tableau suivant donne de détail des cas pour lesquels l'intensité des bruits digestifs a été notée diminuée.

Tableau 32 : Semaine d'entraînement Tn au cours de laquelle l'intensité des bruits digestifs a été notée « diminuée » dans au moins un des quatre cadrans par cheval et éléments anormaux de l'examen clinique associés

	Semaines d'entraînement Tn pour lesquelles l'intensité des BD était diminuée	Eléments anormaux de l'examen clinique associés
Kebar	aucune	sans objet
Naid	T13 (inf D) T14 (sup D, inf D) T15 (inf G, sup D, inf D)	T13: RAS T14: RAS T15: RAS
Naya	T7 (sup G) L1 (sup G) T13 (infD) T14 (sup G), T15 (sup G) T18 (sup D)	T7: RAS L1: RAS mais douleur abdominale 2j après l'examen clinique T13 : RAS T14: RAS T15: RAS T18: RAS
Bibor	T4 (sup G) T14 (inf G)	T4: RAS T14: RAS
<i>Halan</i>	T13 (inf G, sup D) L2 (inf D)	T13: RAS L2: RAS
<i>Nazia</i>	C1 (sup G, inf D) T12 (sup D, inf D) T13 (4 cadrans)	C1: RAS T12: TRC=2s, PPencolure=2s, brûlures (réaction au désinfectant autour des plaies de biopsie). T13: RAS
<i>Zaaf</i>	C1 (sup G, inf G) C2 (inf G)	C1: RAS C2: RAS
<i>Belik</i>	aucune	sans objet

Nb : Les anomalies relevées lors de l'examen locomoteur n'ont pas été prises en compte dans ce tableau.

Les observations effectuées sur la moyenne de la population se retrouvent à l'échelon individuel puisque l'intensité des bruits digestifs est notée "diminuée" dans douze cas sur dix-huit entre C1 et T15. Dans la majorité des cas, cela n'est associé à aucun signe anormal de l'examen clinique (anomalies de l'examen locomoteur non comptabilisées).

Les dates pour lesquels un ralentissement du transit a été relevé sont les mêmes pour plusieurs chevaux :

- Il s'agit des semaines T13 (Naya, Naid, Halan et Nazia), T14 et T15 (Naya et Naid) : T13 étant la semaine où ont été effectuées les mesures pour l'étude de l'évolution de la physiologie digestive avec l'entraînement (digestibilité totale apparente de la ration, temps de transit des aliments et activité microbienne digestive).
- Cinq chevaux sur huit (Naya, Bibor, Nazia, Zaaf et Naid) ont eu des bruits digestifs d'intensité diminuée le 8 juillet 2008 (T14 pour les chevaux du groupe 1 et C1 pour ceux du groupe 2).

Bien que la semaine T26 n'ait pas été considérée dans cette étude, les examens cliniques de cette semaine sont disponibles pour les chevaux du G1. Or, on constate que tous les chevaux du groupe 1 ont eu des bruits digestifs d'intensité diminuée dans au moins un des 4 cadrans à T26, c'est à dire suite aux manipulations de digestibilité effectuées 9 jours après C2. Les examens cliniques des chevaux du G2 à T26 ne sont pas disponibles.

Quatre chevaux ont présenté des bruits digestifs d'intensité diminuée à d'autres moments de la saison que la période C1 - T15 :

Naya a présenté des bruits digestifs d'intensité diminuée à 3 reprises en dehors de cette période: Dans 2 cas, cela n'était associé à aucune anomalie de l'examen clinique (T7, T18). A L1, la diminution de l'intensité des bruits digestifs était associée à de la douleur abdominale survenue 2 jours après l'examen clinique. Celle-ci s'est rapidement passée. On remarque par ailleurs que Naya est le cheval ayant présenté le plus souvent une diminution de l'intensité des bruits digestifs au cours de la saison.

Bibor, Halan et Zaaf ont également présenté des bruits digestifs d'intensité diminuée respectivement à T4, L2 et C2 sans que cela ne soit associé à d'autres anomalies de l'examen clinique.

Le relevé de bruits digestifs d'intensité diminuée est associé à des anomalies de l'examen clinique dans un seul cas. Il s'agit de Nazia qui a présenté à T12 des signes témoignant d'une récupération difficile suite à la première course.

L'intensité des bruits digestifs n'a pas été plus souvent diminuée dans un cadran plutôt qu'un autre (infD : 8, supD : 6, infG : 6, supG : 8).

Comme signalé précédemment, six chevaux sur huit ont présenté des bruits digestifs d'intensité augmentée au moins une fois au cours de la saison. Le tableau ci-dessous donne le détail de ces observations :

Tableau 33 : Semaine d'entraînement Tn au cours de laquelle l'intensité des bruits digestifs a été notée « augmentée » dans au moins un des quatre cadrans par cheval et éléments anormaux de l'examen clinique associés

	Semaines d'entraînement Tn pour lesquelles l'intensité des BD est augmentée.	Eléments anormaux de l'examen clinique associés
Kebar	T0 (sup D, inf D) T1 (inf D) T2 (inf D) T17 (4C) T23 (inf G, sup D, inf D) C2 (inf D)	RAS RAS RAS RAS RAS RAS
Naid	T17 (4C) L2 (sup G, sup D, inf D)	RAS RAS
Naya	T22 (inf G) T23 (sup G)	RAS RAS
Bibor	Aucune	Sans objet
<i>Halan</i>	T0 (sup G, inf D)	TRC = 2s, PPépaule = 1s, PPencolure = 2s
<i>Nazia</i>	T0 (4C) T2 (sup G, inf G) T7 (4C) T19 (sup D, inf D) T20 (inf G, sup D, inf D)	Crottins pâteux, TRC = 2s (muq. sèches). RAS PP encolure = 2s Crottins pâteux (changement de foin) RAS
<i>Zaaf</i>	T0 (sup G, inf G, inf D) T6 (sup D, inf D) T18 (sup D, inf D)	Condition physique moyenne, PPencolure=2s. RAS Condition physique moyenne, TRC=2s.
<i>Belik</i>	Aucune	Sans objet

Nb : Les anomalies relevées lors de l'examen locomoteur n'ont pas été prises en compte dans ce tableau.

L'auscultation digestive a révélé des bruits digestifs d'intensité augmentée à dix-neuf reprises au cours de la saison. Dans neuf cas, cela s'est produit au cours de la première période d'entraînement, principalement en début de saison (sept cas sur neuf entre T0 et T2). Les dix autres cas sont survenus au cours de la deuxième période d'entraînement principalement en fin de saison (les dix cas ont été relevés entre T17 et C2).

Le relevé de bruits digestifs d'intensité augmentée était associé dans six cas sur dix-neuf à des anomalies de l'examen clinique et/ou physique (les anomalies de l'examen locomoteur n'ont pas été comptées). Dans deux cas, cela était associé à l'observation de crottins pâteux dans le box (Nazia dans les deux cas). Dans cinq cas, cela était associé à des signes de légère déshydratation (TRC et PP aux limites de la normale). Dans deux cas, cela était associé à une condition physique notée moyenne (Zaaf dans les deux cas).

Kebar et Nazia sont les 2 chevaux ayant le plus souvent présenté des bruits digestifs d'intensité augmentée.

L'intensité des bruits digestifs était plus souvent augmentée dans le cadran inférieur D (16 cas) mais a été augmentée à plusieurs reprises dans tous les cadrans (sup D : 11, inf G : 9, sup G : 9).

- Analyse statistique

- Il y a significativement plus de chevaux présentant des bruits digestifs d'intensité normale que de chevaux présentant des bruits digestifs d'intensité augmentée ou diminuée (Cf. annexe 33 a).
- Il n'y a pas de différence significative entre la proportion de chevaux présentant des bruits digestifs d'intensité augmentée et la proportion de chevaux présentant des bruits digestifs d'intensité diminuée (Cf. annexe 33a).
- La comparaison des deux périodes d'entraînement ne permet pas de mettre en évidence de différence significative (Cf. annexe 33b).

- Bilan

- Les chevaux ont présenté majoritairement des bruits digestifs d'intensité normale tout au long de la saison.
- Ponctuellement, certains chevaux ont présenté des bruits digestifs d'intensité augmentée ou diminuée, en particulier lors des manipulations de digestibilité ou après les courses (intensité diminuée).
- Aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre les périodes E1 et E2.

c) Paramètres évalués lors de l'examen locomoteur

c1. Examen statique

Lors de l'examen statique des chevaux, deux types de troubles ont été rencontrés :

- les lésions cutanées telles que les crevasses, plaies, brûlures, hématomes ou croûtes ;
- les atteintes du système locomoteur telles que les engorgements, molettes ou autres déformations.

Nous présenterons tout d'abord la distribution de ces 2 types de troubles au cours de la saison puis la distribution des différents types de lésions.

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

Les résultats de l'examen statique au cours des deux périodes d'entraînement sont représentés par les graphiques suivants :

Figure 35 : Distribution des résultats de l'examen statique hebdomadaire au cours de la première période d'entraînement

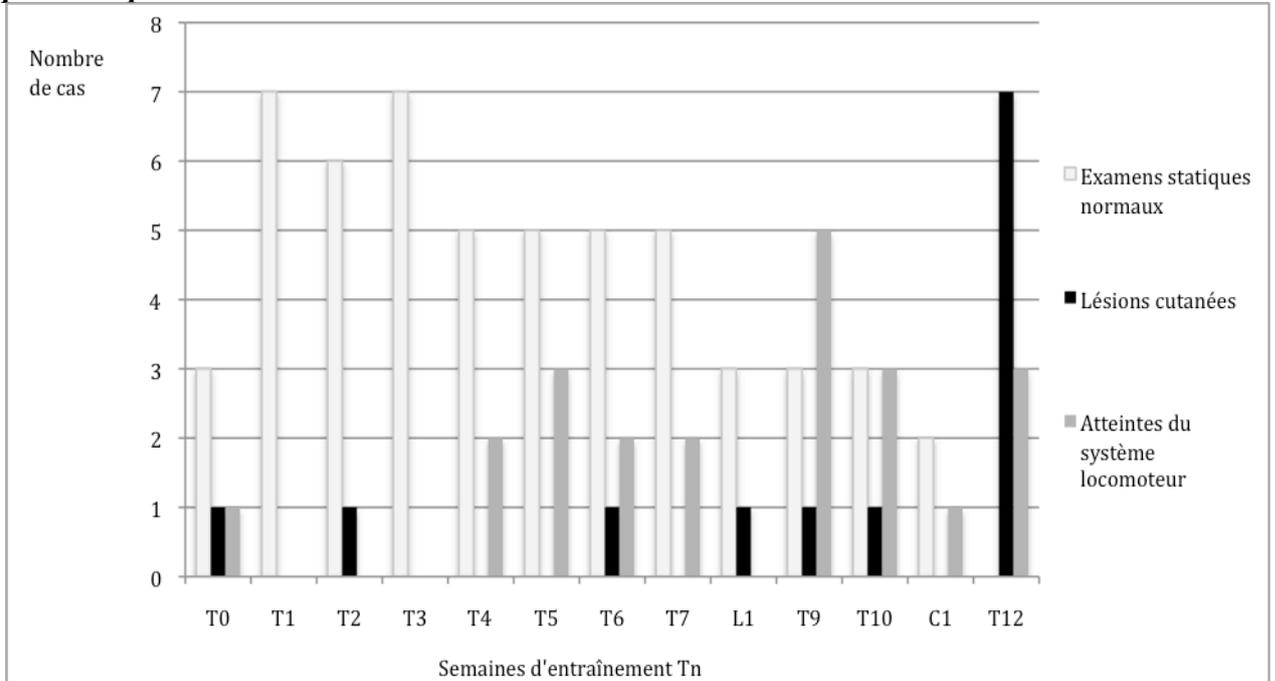
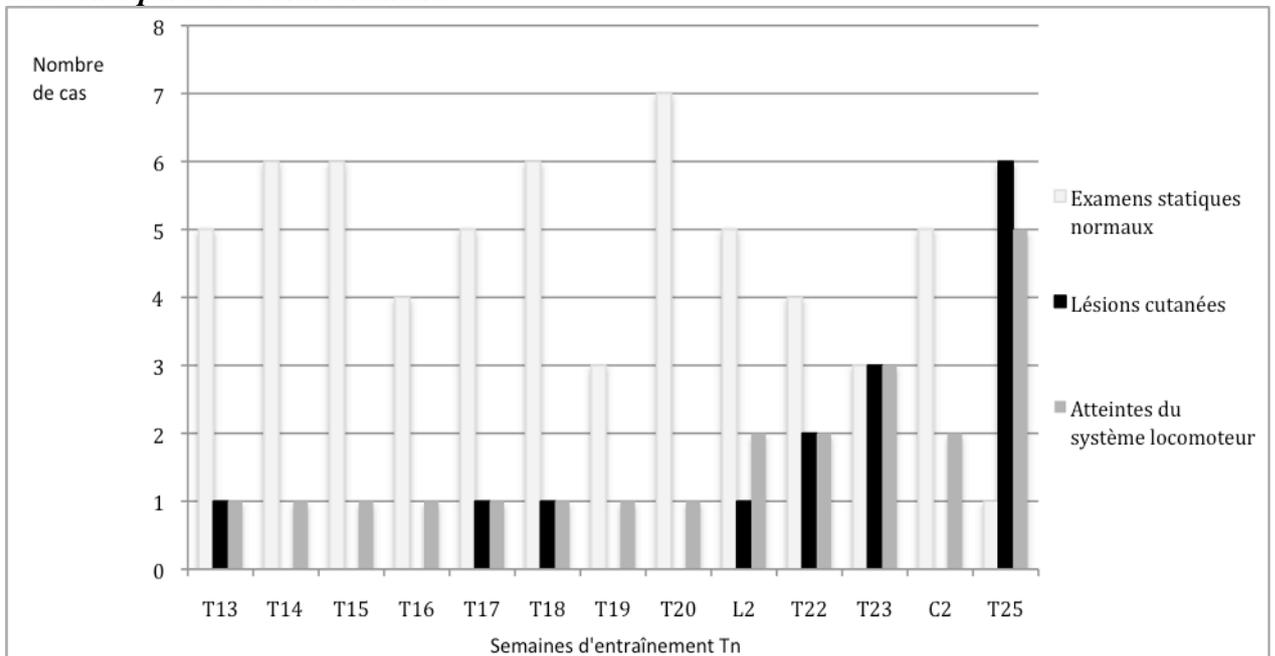


Figure 36 : Distribution des résultats de l'examen statique hebdomadaire au cours de la deuxième période d'entraînement



Les figures ci-dessus montrent que **la majorité des examens statiques étaient normaux sur la plus grande partie de la saison.**

On peut observer que **les anomalies à l'examen statique étaient plus nombreuses en 2^{ème} partie de chaque période d'entraînement en particulier après les courses et, de manière moins marquée, après les tests d'effort.** Certaines anomalies sont survenues après des courses de 40 ou 90 km qui ne sont pas représentées sur la figure (Cf. partie comportements individuels).

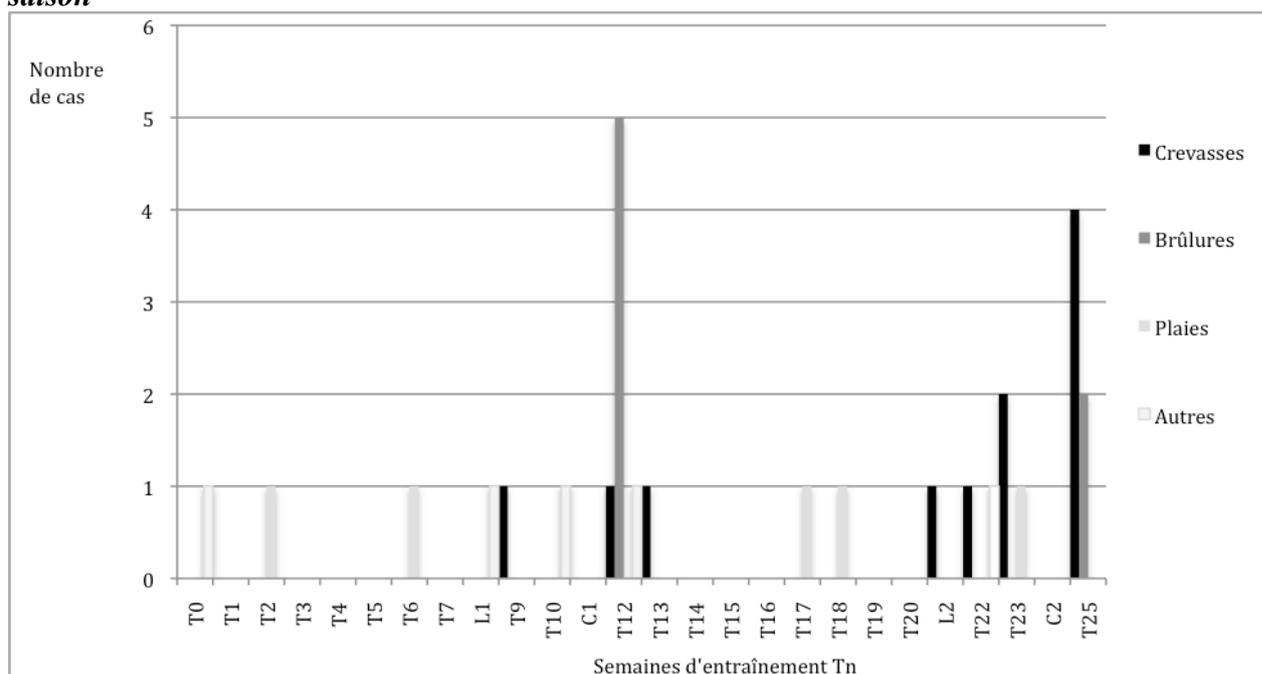
Sur un total de 75 anomalies relevées à l'examen statique :

- 59 sont survenues suite à un effort long (courses de 40 km, courses de 90 km, tests d'effort ou courses du protocole) ;
- 16 sont survenues indépendamment des courses et tests d'effort ;
- Une anomalie (molettes tendineuses) est survenue de manière permanente et a été relevée 20 fois au cours de la saison.

Enfin, les figures 35 et 36 montrent que le nombre d'atteintes de l'appareil locomoteur est légèrement supérieur au nombre de lésions cutanées au cours de la saison et que le nombre de celles-ci a augmenté de manière plus marqué après les courses.

Les figures suivantes donnent la distribution des différents types de lésions cutanées rencontrées dans notre étude au cours de la saison.

Figure 37 : Distribution des lésions cutanées relevées à l'examen statique au cours de la saison



Comme le montre la figure ci-dessus, les lésions cutanées rencontrées majoritairement au cours de la saison ont été les **crevasses** (11 cas). Celles-ci sont toutes survenues après les courses, en particulier après la 2^{ème} course, et après les tests d'effort. Ces crevasses étaient localisées en regard du pli du paturon aussi bien sur les membres antérieurs que postérieurs. Elles sont apparues avec différents degrés de gravité : pour certains chevaux, aucune gêne n'était visible, pour d'autres elles entraînaient des boiteries ou des irrégularités d'allure. Dans 5 cas, les crevasses ont été responsables d'engorgement d'au moins un membre avec un pouls digité plus ou moins marqué selon les cas. Généralement les crevasses ont guéri rapidement (quelques jours à 1 semaine) sans traitement. Dans certains cas la douleur était telle qu'un traitement anti-inflammatoire (Equipalazone®) a été mis en place. Dans certains cas

également, les crevasses ont été traitées par application d'une pommade antiseptique et cicatrisante (Tifène®).

Le 2^{ème} type de lésions cutanées le plus rencontré dans notre étude ont été les **brûlures** (7 cas mais 11 lésions). Elles sont survenues uniquement après les courses. Elles étaient localisées le plus souvent au niveau des flancs (5/11), sur les zones de frottement avec le tapis de selle. Plusieurs d'entre elles (3/11) paraissaient dues à une réaction au désinfectant utilisé pour les plaies de biopsies. Enfin, certaines brûlures sont apparues à l'emplacement des électrodes de l'ECG portable (1/11), à l'encolure (1/11) et au passage de sangle (1/11).

5 cas de **plaies** ont également été relevés au cours de la saison (6 lésions). Elles sont survenues indépendamment des courses et tests d'effort. Elles étaient principalement localisées sur les membres (5/6). Les plaies étaient de petite taille et ont cicatrisé rapidement.

Enfin, la dernière catégorie de lésions cutanées, nommée « autres » sur la figure 37, regroupe les lésions suivantes qui ne sont apparues qu'une fois chacune, le plus souvent indépendamment des efforts longs:

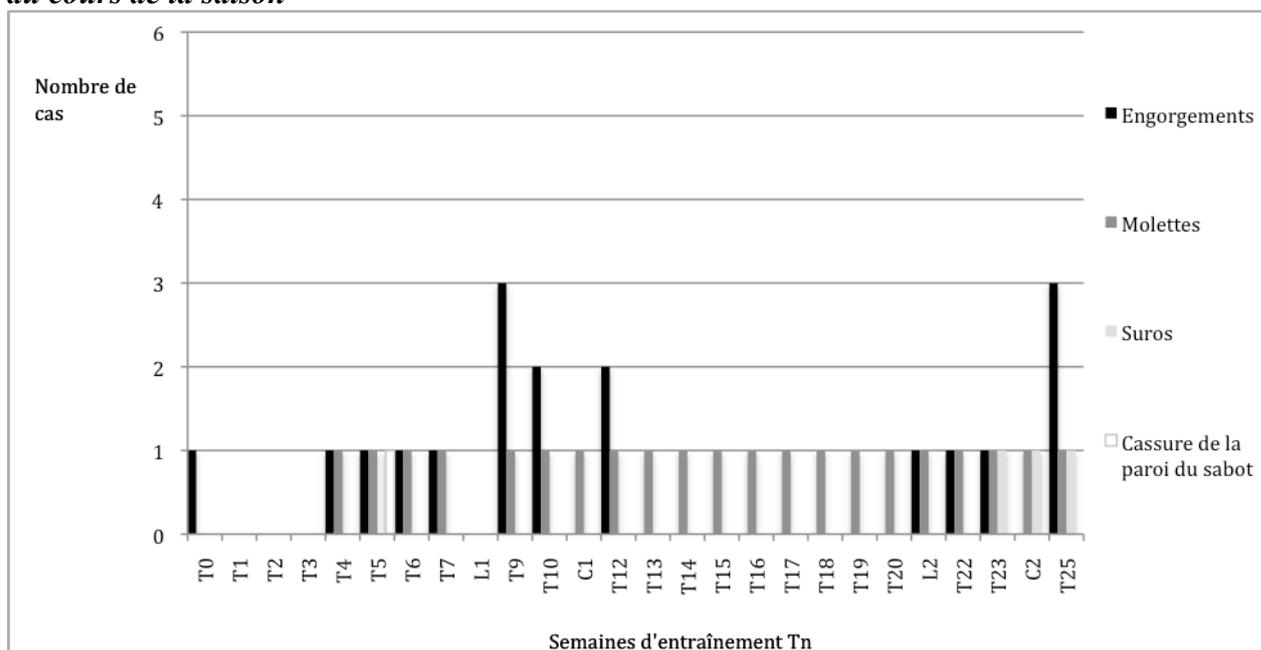
- Réaction allergique forte au Tifène ®
- Réaction cutanée aux tiques
- Lésions croûteuses en regard des paturons
- Hématome en regard de l'épaule
- Gonfle en regard du garrot



Cf. « évaluation des comportements individuels »

La figure suivante donne la distribution des différents types d'atteintes de l'appareil locomoteur rencontrées dans notre étude au cours de la saison.

Figure 38 : Distribution des atteintes de l'appareil locomoteur relevées à l'examen statique au cours de la saison



Cette figure montre que les anomalies de l'examen statique les plus rencontrées au cours de la saison ont été les **molettes**. Cette forte prévalence des molettes est due à un seul cheval. En effet, Nazia a présenté des molettes tendineuses pendant toute la saison (Cf. évaluation des comportements individuels). Aucun autre cheval n'a présenté de molettes.

Nous avons relevé 18 cas de chevaux ayant présenté au moins un membre engorgé au cours de la saison. La figure 38 montre que les cas d'**engorgement** sont survenus tout au long de E1 et en 2^{ème} partie de E2. Le nombre de cas d'engorgements était supérieur suite au 1^{er} test d'effort et suite aux 2 courses.

Le nombre de membres engorgés et la localisation anatomique des engorgements sont détaillés ci-dessous :

Nombre de membres engorgés :

- Les chevaux ont présenté un seul membre engorgé dans la moitié des cas (9/18) ;
- 2 membres engorgés dans 4 cas ;
- 4 membres engorgés dans 3 cas ;
- dans 2 cas le nombre de membres engorgés n'était pas précisé.

Localisation anatomique :

- Les engorgements sont survenus en regard du boulet dans 8 cas (boulets postérieurs dans 5 cas et 4 boulets dans 3 cas) ;
- en regard du canon dans 7 cas (membres antérieurs dans 6 cas) ;
- dans 3 cas la localisation anatomique n'était pas précisée ou l'engorgement touchait les 2 régions (boulets et canons).

Par ailleurs, sur 18 cas d'engorgements, 14 sont survenus **à la suite d'un effort long** (course 40 km, course 90 km, tests d'effort et courses du protocole). Parmi ces cas, 5 étaient associés à la présence de **crevasses**. Les 4 cas d'engorgement survenus indépendamment des courses et tests d'effort avaient différentes causes : l'un était causé par une **gale de boue**, le 2nd est survenu à la suite d'un changement de **ferrure** et pour les 2 autres la cause reste indéterminée.

La présence d'un **suros** relevée à T23, C2 et T25 est le fait d'un seul cheval (Halan) et sera détaillée dans la partie suivante de même que la **cassure de la paroi du sabot** de Kebar à T5.

- Evaluation des comportements individuels au cours de la saison

Les résultats individuels des examens statiques réalisés sur la saison sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 34 : Résultats de l'examen statique hebdomadaire par cheval au cours des deux périodes d'entraînement

G1/G2	Nombre d'examens statiques notés normaux / nb total d'examens	Nombre d'examens statiques avec au moins une lésion cutanée				Nombre d'examens statiques avec au moins une atteinte de l'appareil locomoteur			
		Crevasse(s)	Brûlure(s)	Plaie(s)	Autre(s)	Engorgement(s)	Molette(s)	Suros	Autre(s)
Kebar	16/24	4	1	0	2	4	0	0	1
Naid	21/24	0	1	0	1	0	0	0	0
Naya	19/24	0	2	1	1	2	0	0	0
Bibor	15/22	0	1	3	0	5	0	0	0
<i>Halan</i>	18/24	0	1	1	1	1	0	3	0
<i>Nazia</i>	4/24	1	1	0	0	1	20	0	0
<i>Zaaf</i>	17/24	2	1	0	1	3	0	0	0
<i>Belik</i>	5/11	4	0	0	2	2	0	0	0

Les résultats du tableau 34 sont décrits et expliqués ci-après :

- **Kebar** est le cheval ayant présenté le plus de crevasses et d'engorgements au cours de la saison. Celles-ci sont survenues principalement à la suite d'efforts longs :
 - + A T5, suite à une course de 40 km, Kebar a présenté un engorgement situé sur la face externe du canon du membre antérieur G associé à une cassure de la paroi du sabot du même membre en talons.
 - + Suite au 1^{er} test d'effort, il a présenté des crevasses sur les 2 antérieurs ainsi qu'un engorgement des 4 membres en particulier du diagonal G. L'antérieur G était chaud et présentait une déformation en regard de la face interne du canon.
 - + Suite à la 1^{ère} course, il a présenté des crevasses sur les 4 membres associées à un engorgement des 2 postérieurs ainsi que des brûlures sur les flancs (zones de frottement du tapis de selle) et sur une des zones des électrodes de l'ECG.
 - + Suite à la 2^{ème} course, il a présenté de petites crevasses sur les antérieurs.
 - + Enfin, Kebar est le seul cheval à avoir eu des **réactions aux piqûres de tiques** qui se sont manifestées à 2 reprises : la 1^{ère} à L1 sous forme de réaction cutanée et la 2^{ème} fois à T13 sous la forme d'un œdème au genou G qui s'est rapidement résorbé.

- **Naid** est le cheval ayant présenté le moins d'anomalies à l'examen statique : Il a eu autour de T10 un hématome à l'épaule G qui s'est rapidement résorbé et suite à C1 des brûlures sur les flancs (zones de frottement du tapis de selle).

- **Naya** est également un des chevaux ayant présenté le moins d'anomalies à l'examen statique :
 - + Elle a présenté un léger engorgement sur la face interne du postérieur G suite au 1^{er} test d'effort.
 - + Elle a présenté un engorgement de la face interne des 2 antérieurs suite à la 1^{ère} course ainsi qu'une gonfle située sur le garrot du côté G.
 - + Elle a présenté de petites plaies en regard de la couronne du membre antérieur D et du boulet du membre postérieur G
 - + Enfin, elle a présenté des brûlures suite aux 2 courses : située au passage de sangle après la 1^{ère} et sur les zones de frottement avec le tapis de selle après la 2^{ème}.

- **Bibor** est le cheval ayant présenté le plus souvent des **plaies** et des **engorgements** au cours de la saison.
 - + Elle a présenté des plaies à 3 reprises : la 1^{ère} suite à une course de 40 km située face interne du canon du membre antérieur gauche, la 2^{ème} à T17 et la 3^{ème} située sur le chanfrein suite à un incident dans le marcheur.
 - + Elle a également présenté des **engorgements des boulets** à 4 reprises (principalement **boulet postérieur G**) dont 3 suite à un effort long (test d'effort ou course).
 - + Entre T9 et T10, Bibor a présenté une déformation chaude et douloureuse en regard du 1/3 distal du tendon fléchisseur superficiel du membre antérieur D évoquant un hématome et responsable d'une tendinite et péri-tendinite de celui-ci. Elle a été abondamment douchée à l'eau froide sur cette zone, a passé une nuit sous bande avec argile et a reçu un traitement anti-inflammatoire local (Ekyflogyl®). La déformation a rapidement disparu mais une boiterie du membre antérieur D est apparue à l'entraînement (cf. examen locomoteur dynamique) et une irrégularité du même membre a été relevée à plusieurs reprises au cours de la saison suite à cet événement.
 - + Enfin, Bibor a présenté des brûlures sur les flancs sur les zones de frottement du tapis de selle à la suite de C2.

- **Halan** a présenté quelques lésions cutanées sans gravité en début de saison :
 - + un début de gale de boue sur les 2 postérieurs associé à un engorgement de ces membres et des petites plaies sur la pointe des jarrets ;
 - + une brûlure en regard de la jugulaire suite à la 1^{ère} course.
 Cependant, la principale anomalie présentée par Halan à l'examen statique a été la survenue, quelques semaines avant la 2^{ème} course, d'un **suros actif** situé sur le 1/3 proximal de la face interne du canon du membre antérieur D. Celui-ci était associé à une boiterie de grade 4/5 de ce même membre et a compromis sa participation à la 2^{ème} course.

- **Nazia** a présenté des **molettes tendineuses** sur les 2 membres antérieurs **pendant toute la saison**, plus marquées sur l'antérieur G. Elle a par ailleurs réagi au désinfectant utilisé pour les plaies de biopsie suite à C1 (brûlure). Enfin, elle a été victime de crevasses sur les 2 antérieurs suite à la 2^{ème} course ainsi que d'un engorgement de la gaine tendineuse du membre AG.

- **Zaaf** a présenté des anomalies à l'examen statique **principalement après les tests d'effort et les courses** :
 - + quelques brûlures autour des plaies de biopsie (possible réaction au désinfectant) et au niveau de l'encolure ;
 - + des crevasses au niveau du pli du paturon des 2 antérieurs suite à L2 et à C2 ;
 - + quelques croûtes sur le membre antérieur G suite à L2.
 Par ailleurs, Zaaf a présenté un engorgement de la gaine tendineuse du tendon fléchisseur superficiel du membre antérieur G quelques jours après un changement de ferrure ainsi qu'un léger engorgement des 4 boulets à T7 (cause indéterminée).

- **Belik** a été un des chevaux le plus sujet aux **crevasses**. Celles-ci sont toutes survenues en fin de saison suite à une course de 90 km et suite à la 2^{ème} course et étaient responsables d'engorgements dans 2 cas. Elles étaient le plus souvent très marquées et douloureuses. Il a par ailleurs eu une réaction très forte au Tifène® au passage de sangle à T15, rendant son déplacement très difficile. La résolution du problème, favorisée par l'ajout de talc au passage de sangle lorsque le cheval était monté, s'est fait en quelques semaines.

- Analyse statistique
 - **Il y a significativement** ($p < 0,05$) **plus d'examens statiques normaux** que d'examens pour lesquels les chevaux ont présenté un ou plusieurs membres engorgés, des crevasses, des molettes ou d'autres anomalies.
 - Il y a significativement plus de cas de molettes relevés au cours de la saison que de cas de crevasses et de cas regroupés dans la catégorie "autres" (ceci est dû au fait que Nazia a présenté des molettes quasiment sur toute la saison).
 - Il n'y a pas de différence significative entre la proportion d'examens pour lesquels les chevaux ont présenté un ou plusieurs membres engorgés et la proportion d'examens pour lesquels les chevaux ont présenté des crevasses, des molettes ou d'autres anomalies.
 - Il n'y a pas de différence significative entre la proportion d'examens pour lesquels les chevaux ont présenté des crevasses et la proportion d'examens pour lesquels les chevaux ont présenté d'autres anomalies.
 - Il n'y a aucune différence significative entre les résultats des examens statiques réalisés au cours de E1 et les résultats des examens statiques réalisés au cours de E2.
- Bilan

- La majorité des chevaux ont présenté un examen statique normal sur la plus grande partie de la saison.
- Les anomalies à l'examen statique ont été plus nombreuses après les tests d'effort et après les courses : il s'agissait principalement d'engorgement(s) et de crevasses. Plusieurs chevaux ont également présenté des brûlures suite aux courses.
- Un seul cheval (Nazia) a présenté des molettes tendineuses à partir de la 4ème semaine d'entraînement et jusqu'à la fin de la saison.
- Les cas de plaie(s), suros actif et autres lésions diverses sont survenus occasionnellement au cours de la saison sans que l'on puisse établir de lien avec les courses ou les tests d'effort.

c2. Examen dynamique

- Evaluation du comportement moyen de la population au cours de la saison

Les résultats de l'examen locomoteur au trot en ligne droite et sur le cercle aux deux mains ont été regroupés et sont représentés par les graphiques suivants :

Figure 39 : Distribution des résultats de l'examen locomoteur hebdomadaire au cours de la première période d'entraînement

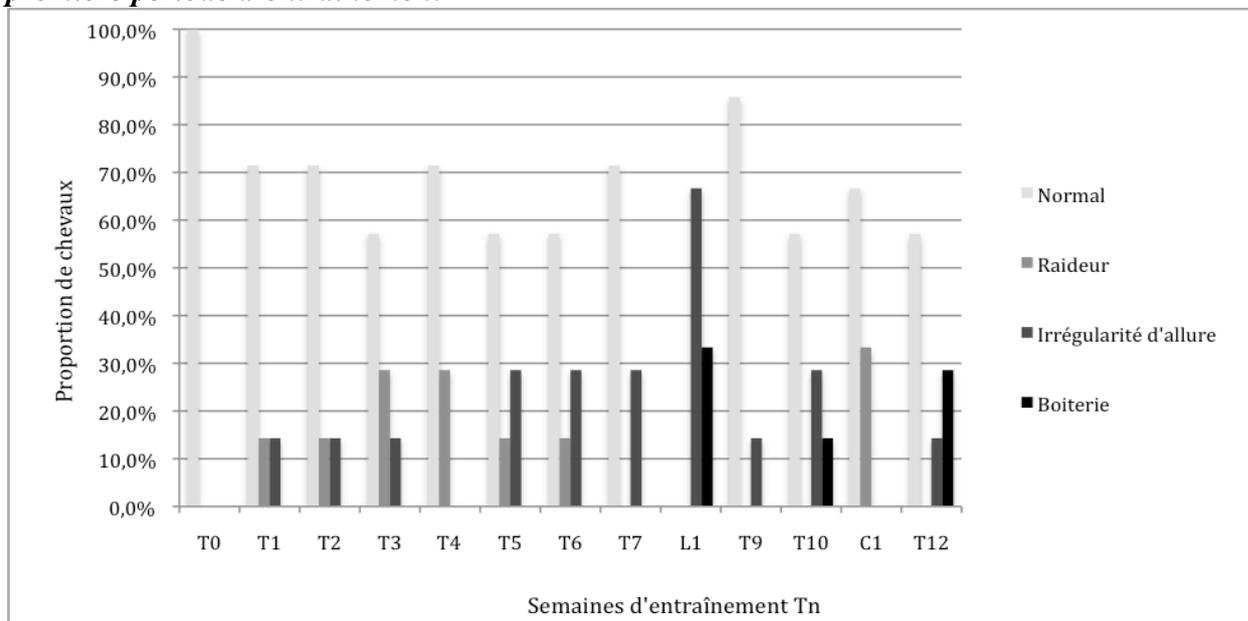
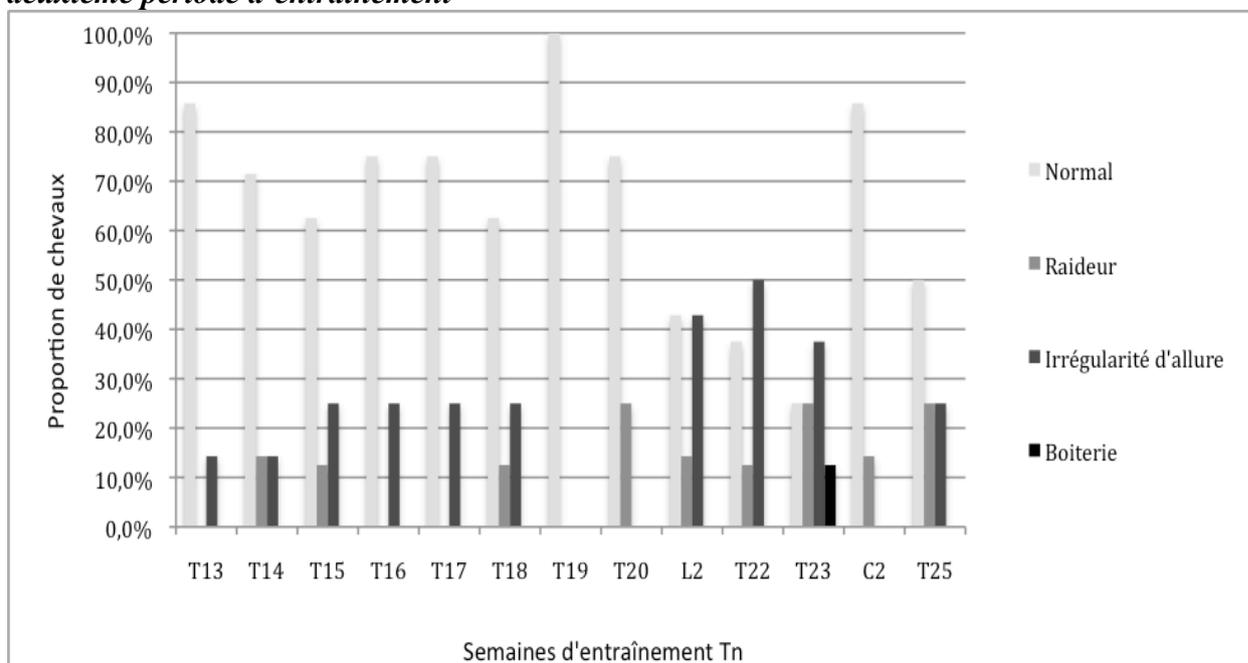


Figure 40 : Distribution des résultats de l'examen locomoteur hebdomadaire au cours de la deuxième période d'entraînement



- **La majorité des chevaux ont eu un examen locomoteur dynamique normal sur la plus grande partie de la saison.**
- **Les anomalies les plus fréquentes étaient les irrégularités d'allures et les raideurs. Les irrégularités d'allure ont été légèrement plus récurrentes que les raideurs (surtout au cours de E2).** Le nombre d'irrégularités ou de raideurs relevées au cours de l'examen locomoteur n'était pas particulièrement élevé les semaines suivant les courses. Cependant, l'analyse des résultats des examens locomoteurs du lendemain des courses (ces résultats ne figurent pas sur les diagrammes précédents) révèle une prévalence élevée des troubles locomoteurs à ce moment (Cf. II. B. 2. d) d3 i.). Ces troubles n'ont pas persisté de manière visible pour la majorité d'entre eux. C'est pourquoi on n'observe pas d'augmentation de la prévalence des troubles locomoteurs aux semaines T12 et T25.

La proportion de chevaux ayant présenté des irrégularités d'allure était particulièrement élevée aux semaines L1, L2, T22 et T23. Cependant, le résultat obtenu à L1 est à interpréter avec précautions relativement au manque de données (seul l'examen locomoteur de 3 chevaux était disponible à L1). La proportion de chevaux ayant présenté des raideurs s'est révélée assez constante sur la saison.

- **Cinq chevaux ont présenté une ou plusieurs boiterie(s) au cours de la saison. Deux de ces chevaux ont présenté une boiterie au cours de la semaine suivant la première course (Naid et Naya à T12). Les trois autres chevaux ont présenté des boiteries survenues indépendamment des courses et des tests d'effort (Kebbar à L1 et T15, Halan à T23 et Bibor à T10).** Plusieurs chevaux ont également présenté des boiteries pendant (4 cas) ou le lendemain des courses (4 cas) qui n'ont pas persisté et qui ne figurent pas sur les diagrammes précédant. Ces cas seront détaillés dans la partie relative à la phase de récupération et aux troubles survenues après les courses (II. B. 2. d) d3 i.).

Certaines boiteries ont été repérées lors de l'examen au trot en ligne droite (Naya à T12), d'autres lors de l'examen sur le cercle à main gauche (Kebbar à L1 et T15), lors de l'examen sur le cercle à main droite (Kebbar à L1, Naid à T12) ou encore lors des trois examens (Halan à T23 – boiterie de grade 4/5). Enfin, Bibor a présenté une boiterie de l'antérieur droit à T10 repérée uniquement à l'entraînement.

Naid a également présenté une boiterie du membre AG suite à une ferrure entre T5 et T6 (Cf. évaluation des comportements individuels). N'ayant été ni boiteux à T5 ni à T6 (mais seulement 3 jours entre ces 2 semaines), cette boiterie n'apparaît pas sur la figure 39.

- **Les figures 39 et 40 permettent par ailleurs de constater une discrète augmentation de la fréquence de survenue des anomalies de l'examen locomoteur (en particulier irrégularités et boiteries) au cours de la deuxième partie des deux périodes d'entraînement.**

- Evaluation des comportements individuels au cours de la saison

A chaque examen locomoteur, les chevaux ont été notés “normaux”, “raides”, “irréguliers” ou “boiteux”. En rapportant cette évaluation qualitative à une échelle de 0 à 3 (0=Normal, 1=Raide, 2=Irrégulier, 3=Boiterie), on obtient un score moyen sur la saison permettant une évaluation des chevaux. Plus ce score est élevé, plus le cheval a présenté d’irrégularités ou de boiteries au cours de la saison et inversement.

Le tableau suivant regroupe d’une part les scores moyens individuels sur la saison et l’écart-type associé, d’autre part, le nombre d’examen locomoteurs normaux ou au cours desquels une raideur, une irrégularité d’allure ou une boiterie ont été relevées par cheval au cours des deux périodes d’entraînement.

Tableau 35 : Résultats de l'examen locomoteur hebdomadaire par cheval au cours des deux périodes d'entraînement

G1/G2	Moyenne saison	Ecart-type saison	Nombre d'examens locomoteurs normaux		Nombre d'examens locomoteurs pour lesquels une raideur a été relevée		Nombre d'examens locomoteurs pour lesquels une irrégularité d'allure a été relevée		Nombre d'examens locomoteurs pour lesquels une boiterie a été relevée et moment de survenu	
			E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2
Kebar	1,5	0,9	2/11	3/12	2/11	0/12	6/11	9/12	1/11 – L1	0/12
Naid	0,4	1,0	8/11	12/12	0/11	0/12	2/11	0/12	2/11 – entre T5 et T6 et à T12	0/12
Naya	1,1	1,0	2/11	7/12	2/11	1/12	6/11	4/12	1/11 – T12	0/12
Bibor	1,0	0,8	5/10	1/11	4/10	6/11	0/10	4/11	1/10 – T10	0/11
<i>Halan</i>	0,3	0,8	12/12	6/10	0/12	2/10	0/12	1/10	0/12	1/10 – T23
<i>Nazia</i>	0,1	0,4	11/12	11/11	0/12	0/11	1/12	0/11	0/12	0/11
<i>Zaaf</i>	0,1	0,5	11/12	10/11	1/12	0/11	0/12	1/11	0/12	0/11
<i>Belik</i>	0,5	0,8	absent	6/10	absent	2/10	absent	2/10	absent	0/10

- **Le cheval ayant eu le score moyen le plus élevé, c'est à dire ayant présenté le plus de raideurs et/ou irrégularités et/ou boiterie au cours de la saison est Kebar :**
Kebar a en effet présenté un grand nombre d'irrégularités d'allure au cours des deux périodes d'entraînement : principalement des irrégularités du membre PD repérées sur le cercle à main gauche mais également quelques irrégularités ponctuelles du membre AG à T5 et du membre AD à T12. Il a par ailleurs présenté une boiterie du membre PD à L1 (qui ne l'a pas empêché de réaliser le test d'effort).
- **Après Kebar, Naya et Bibor sont les 2 chevaux ayant présenté le plus grand nombre de raideurs et/ou irrégularités et/ou boiterie au cours de la saison :**
Naya a présenté des anomalies de l'examen locomoteur majoritairement au cours de E1, principalement des irrégularités du membre AG (repérées sur le cercle à main gauche) mais également une boiterie du membre AD survenue après C1. Elle a également présenté quelques irrégularités d'allure au cours de E2, principalement en fin de saison (une irrégularité du membre AG, 2 du membre AD et une du membre PG) et n'a eu aucune boiterie.
Bibor a présenté principalement des raideurs (difficulté à engager les postérieurs) au cours de E1 ainsi qu'une boiterie du membre AD associée à une douleur du tiers distal du tendon fléchisseur superficiel survenue à T10 et repérée à l'entraînement. Au cours de E2, Bibor n'a pas présenté de boiterie mais a présenté un plus grand nombre de raideurs et des irrégularités du membre AD à 4 reprises.
- **Halan, Naid et Belik ont présenté peu d'anomalies de l'examen locomoteur au cours de la saison (scores moyens bas).**
Halan n'a présenté aucune anomalie de l'examen locomoteur au cours de E1. Il a en revanche présenté une irrégularité du membre AD à T18 puis une boiterie du membre AD de grade 4/5 à T23 liée à la présence d'un suros actif en regard du tiers supérieur de la face interne du canon (ce qui l'a empêché de participer à C2).
Naid a présenté une irrégularité du membre AG à T1 et L1. Il a également présenté une boiterie du membre AG suite à une ferrure entre T5 et T6 (pied chaud, pouls digité et sensibilité du FSD, sensibilité au test à la pince sur les talons internes AG et AD). La boiterie s'est rapidement améliorée puis résolue suite au retrait des clous en talon. Il a par ailleurs présenté une boiterie du membre AD suite à C1. Il n'a présenté aucune anomalie de l'examen locomoteur au cours de E2.
Enfin **Belik**, qui n'était présent qu'au cours de E2, a été noté irrégulier à deux reprises (membre AG à T16 et membre AD à T22) et n'a eu aucune boiterie. A T16, il ne s'agissait pas vraiment d'une irrégularité d'allure mais plutôt d'une allure hésitante du fait de la forte réaction au Tifène® au passage de sangle,
- **Enfin, les chevaux ayant eu les scores moyens les plus bas, c'est à dire ayant présenté le moins de raideurs et/ou irrégularités et/ou boiterie au cours de la saison sont Nazia et Zaaf.**
Nazia n'a présenté qu'une anomalie de l'examen locomoteur au cours de la saison (malgré la présence de molettes tendineuses particulièrement marquées sur l'AG pendant toute la saison): une irrégularité de l'AG à T7.
Zaaf a présenté un léger raccourcissement de sa foulée au trot en ligne droite avant la 1^{ère} course (comptabilisée dans les raideurs) ainsi qu'une irrégularité du membre AG (repérée sur le cercle à main gauche) à T23.
- La comparaison des 2 périodes d'entraînement ne révèle pas de différence évidente : En effet, certains chevaux ont présenté plus d'anomalies de l'examen locomoteur au cours de E1 (Naid et Naya), d'autres au cours de E2 (Bibor et Halan) et certains n'ont pas présenté de différence notable entre les 2 saisons (Kebar, Zaaf et Nazia). On peut cependant souligner que **5 boiteries sur les 6 relevées sur la saison sont survenues au cours de E1.**

- Analyse statistique
 - Il y a significativement plus d'examens locomoteurs normaux que d'examens locomoteurs pour lesquels une anomalie a été relevée au cours de la saison.
 - Il y a significativement plus d'examens locomoteurs pour lesquels une irrégularité d'allure a été relevée que d'examens locomoteurs pour lesquels une raideur ou une boiterie ont été relevées.
 - Il y a significativement plus d'examens locomoteurs pour lesquels une raideur a été relevée que d'examens locomoteurs pour lesquels une boiterie a été relevée.
 - Enfin, la comparaison des deux périodes d'entraînement à l'aide d'un test de Student pairé ne montre pas de différence significative.
- Bilan

- La majorité des chevaux ont eu un examen locomoteur dynamique normal sur la plus grande partie de la saison.
- Les anomalies les plus fréquentes étaient les irrégularités d'allures et les raideurs. Les irrégularités ont été significativement plus nombreuses que les raideurs au cours de la saison. Le nombre d'irrégularités ou de raideurs relevées au cours de l'examen locomoteur n'était pas particulièrement élevé les semaines suivant les courses ou les tests d'effort.
- Six boiterie(s) ont été relevées au cours de la saison (indépendamment des boiteries survenues en course et lendemain des courses). Deux de ces boiteries sont survenues la semaine suivant la première course (Naid et Naya à T12). Les quatre autres boiteries sont survenues indépendamment des courses et des tests d'effort (Naid entre T5 et T6, Kebar à L1 et T15, Halan à T23).
- Les anomalies de l'examen locomoteur (en particulier irrégularités et boiteries) ont été légèrement plus fréquentes au cours de la 2ème partie des 2 périodes d'entraînement mais ceci ne se retrouve pas de manière évidente au niveau individuel.
- Les différences entre les résultats de l'examen locomoteur obtenus au cours de E1 et ceux obtenus au cours de E2 sont globalement de faible amplitude et non significatives.

d) Bilan de la partie descriptive

L'analyse des résultats des examens des chevaux au cours de la saison permet de regrouper les paramètres enregistrés en 4 catégories en fonction de leur évolution.

- Paramètres qui n'ont pas évolué au cours de la saison

- ***Appétit:***

Au cours de la saison, l'appétit a varié essentiellement de « normal » à « très bon » pour l'ensemble des chevaux.

- ***Aspect des crottins***

Les chevaux ont présenté des crottins normaux tout au long de la saison (excepté un cheval à une seule reprise).

- ***Comportement au box***

Les chevaux sont apparus majoritairement calmes au box.

- ***Comportement à pied***

Les chevaux sont apparus majoritairement calmes et alertes à pied.

- ***Comportement avec les autres chevaux***

Au cours de la première période d'entraînement (manque de données pour E2), les chevaux sont apparus majoritairement indifférents avec les autres chevaux.

- ***Fréquence respiratoire***

La fréquence respiratoire a été notée normale pour tous les chevaux tout au long de la saison.

- ***Muqueuses oculaires***

Aucun cheval n'a présenté des muqueuses oculaires congestives au cours de la saison. La couleur des muqueuses oculaires a varié de pâle à rose chez tous les chevaux au cours de la saison, les couleurs « rose pâle » puis « pâle » étant les plus fréquemment observées.

- ***Muqueuses buccales***

La majorité des chevaux ont présenté des muqueuses buccales roses tout au long de la saison. Une proportion de chevaux significativement plus faible ont présenté des muqueuses roses pâles. Ponctuellement, des chevaux ont présenté des muqueuses pâles (3 cas, associés 2 fois à d'autres anomalies de l'examen clinique) ou congestives (1 cheval 2 fois au cours de la saison).

- ***Température***

La température rectale est restée dans des valeurs physiologiques chez tous les chevaux toute la saison. Les variations de température ont été faibles aussi bien au niveau de la population qu'au niveau individuel.

- ***Pli de peau à l'épaule***

Sur l'ensemble de la saison, les chevaux ont présenté une persistance du pli de peau à l'épaule très basse (<1s) ou moins souvent basse (1s≤PP<2s).

Aucune augmentation de la proportion de chevaux ayant présenté un 1s≤PP<2s n'a pu être mise en évidence les semaines suivant les courses ou les tests d'effort.

Un seul cheval a présenté ponctuellement un pli de peau à l'épaule d'une durée égale à deux secondes associé à des signes de mauvaise récupération après la seconde course.

- ***Auscultation digestive***

Les chevaux ont présenté majoritairement des bruits digestifs d'intensité normale tout au long de la saison.

Ponctuellement, certains chevaux ont présenté des bruits digestifs d'intensité augmentée ou diminuée, en particulier lors des manipulations de digestibilité ou après la 1ère course.

- Paramètres qui ont évolué avec l'entraînement

- ***Etat corporel***

La note d'état corporel (NEC) moyenne a diminué de manière significative tout au long de la saison. La valeur maximale de la NEC moyenne était la valeur à T0 (NEC = 3,5 – σ = 0,5) alors que la valeur minimale était la valeur à T25 (NEC = 2,4 – σ = 0,4). A partir de T10, la NEC moyenne était toujours inférieure à trois.

La valeur maximale de la NEC a été atteinte au début de la période d'entraînement pour les deux périodes d'entraînement (E1 et E2).

La valeur minimale de la NEC a été atteinte après chaque course (T12 et T25).

- ***Condition physique***

Bien que les chevaux aient présenté une bonne condition physique sur la majeure partie de la saison, la fréquence de survenue de conditions physiques notées « moyennes » était plus importante en début de saison (T0 → T3) pour la majorité des chevaux (5 chevaux sur sept présentaient une condition physique moyenne à T0). Il semble donc que la condition physique se soit améliorée pour la majorité des chevaux au cours des premières semaines d'entraînement.

- ***Comportement au montoir***

Les chevaux ont eu tendance à s'échapper au montoir en début de saison (à T1, 3 chevaux sur 6 s'échappaient au montoir, à T2 : 2 chevaux sur 4). Cette tendance a diminué jusqu'à T7. Ensuite, les chevaux ont été notés comme "ne bougeant plus au montoir".

- ***Comportement montés***

Une plus grande proportion de chevaux ont été notés "alertes" ou "sur le gaz" en début de saison ainsi que la semaine suivant la course (T12). De T6 à C1 les chevaux ont été notés majoritairement "calmes".

- ***Souplesse***

La proportion de chevaux notés "très souples" était plus importante en début de saison et a décliné durant les premières semaines d'entraînement. A partir de T6, les chevaux ont majoritairement été notés souples mais aucun cheval n'a plus été noté "très souple".

- ***Réaction à l'imprévu***

Les réactions à l'imprévu fortes et modérées ont été plus fréquentes en début de saison. A partir de T6, la majorité des chevaux ont eu une réaction faible à l'imprévu et à partir de L1, aucun cheval n'a plus présenté de réaction forte à l'imprévu.

- ***Fréquence cardiaque***

La fréquence cardiaque a été irrégulière en début de saison, pendant les cinq premières semaines d'entraînement. Les variations observées sont néanmoins restées de faible amplitude (bien que statistiquement significatives). Cette irrégularité de la fréquence cardiaque n'a plus été observée pendant le reste de la saison.

La fréquence cardiaque a présenté des variations (non statistiquement significatives) homogènes sur la 2ème partie des deux périodes d'entraînement : diminution la semaine suivant le test d'effort, valeur augmentée avant et après la course.

La fréquence cardiaque maximale était associée dans la majorité des cas à un ou plusieurs éléments anormaux de l'examen clinique.

Pendant la 1ère période d'entraînement, les valeurs extrêmes de fréquence cardiaque ont été observées en début de saison (FC max à T1 et FC min à T3) aussi bien au niveau individuel que sur la moyenne de la population.

Pendant la 2ème période d'entraînement, la FC moyenne était minimale lors de la première semaine d'entraînement (T13) et maximale après la course (T25).

Les variations moyennes ne reflétaient pas totalement les variations individuelles.

- **Temps de recoloration capillaire**

Bien que les TRC aient été presque toujours bas ($\leq 2s$) sur l'ensemble de la saison, on observe une augmentation de la proportion de chevaux ayant eu un TRC=2s de la semaine T14 à la semaine T18.

Aucune augmentation de la proportion de chevaux ayant eu un TRC=2s n'a pu être mise en évidence les semaines suivant les courses ou les tests d'effort.

Un seul cheval a présenté un TRC>2s au cours de la saison, le lendemain d'une course de 40 km.

- **Examen statique: molettes tendineuses**

Un seul cheval (qui ne présentait pas d'anomalie de l'examen statique en début de saison) a présenté des molettes tendineuses à partir de la 4^{ème} semaine d'entraînement et jusqu'à la fin de la saison.

- **Examen locomoteur**

La majorité des chevaux ont eu un examen locomoteur normal sur la plus grande partie de la saison. Les anomalies les plus fréquentes étaient les irrégularités d'allures et les raideurs. Le nombre d'irrégularités ou de raideurs relevées au cours de l'examen locomoteur n'était pas particulièrement élevé les semaines suivant les courses ou les tests d'effort.

Cinq chevaux ont présenté une ou plusieurs boiterie(s) au cours des semaines d'entraînement (indépendamment des boiteries survenues en course et lendemain des courses). Deux de ces chevaux ont présenté une boiterie suite à la première course. Les trois autres chevaux ont présenté des boiteries survenues indépendamment des courses et des tests d'effort.

L'examen locomoteur a été considéré comme un paramètre évoluant avec l'entraînement étant donné la prévalence plus élevée des troubles locomoteurs (en particulier irrégularités et boiteries) au cours de la deuxième partie des deux périodes d'entraînement (cinq boiteries sur six sont survenues en deuxième partie de E1 ou de E2).

• Paramètres qui ont évolué suite aux courses ou aux tests d'effort

- **Poids**

Le poids des chevaux a varié au cours de la saison avec une amplitude de variation de 7 à 9% du poids vif.

Le poids minimal a été atteint après les courses. Le poids a diminué après les deux courses, cependant ces variations n'étaient pas significatives.

Le poids était maximal dans les premières semaines de mise à l'entraînement et dans la 2^{ème} moitié de la 2^{ème} période d'entraînement.

- **Paramètres respiratoires**

Bien que la FR ait été normale pendant toute la saison pour l'ensemble des chevaux, 3 chevaux ont présenté à 1 ou 2 reprises des symptômes respiratoires du type toux ou jetage. 2 de ces épisodes sont survenus peu après la 2^{ème} course (toux principalement).

- **Pli de peau à l'encolure**

Les chevaux ont présenté majoritairement tout au long de la saison un pli de peau à l'encolure dont la durée était comprise entre une et deux secondes ($1s \leq PP < 2s$).

Il était plus fréquent d'observer un $PP \geq 2s$ lors du premier test d'effort (L1), la semaine suivant la première course (T12) et la semaine suivant la deuxième course (T25).

- **Examen statique: Crevasses, engorgement**

La majorité des chevaux ont eu un examen statique normal sur la plus grande partie de la saison. Les cas d'engorgement(s) et de crevasses sont survenus principalement après les courses ou les tests d'effort.

- ***Examen locomoteur:***

La majorité des troubles locomoteurs sont survenus tout au long de la saison indépendamment des courses et des tests d'effort. Cependant, certains chevaux ont présenté des troubles locomoteurs les semaines suivantes les courses en ayant présenté un examen locomoteur normal les semaines précédant la course. En outre, les examens du lendemain des courses ont révélé une forte prévalence des troubles locomoteurs. Même si la majorité de ces troubles ne persistaient pas de manière visible la semaine suivant la course, il serait erroné de dire que les courses n'ont pas eu d'effet sur le statut locomoteur des chevaux.

Par ailleurs, pour deux des cinq chevaux ayant présenté une boiterie au cours de la saison, celle-ci est survenue la semaine suivant la première course. Il est donc nécessaire de distinguer les boiteries et irrégularités qui sont survenues indépendamment des courses et tests d'effort des boiteries et irrégularités qui sont survenues pendant ou après les courses.

• **Paramètres qui n'ont évolué que de manière exceptionnelle**

- ***Examen statique: plaies, suros***

Les cas de plaie(s), brûlure(s), suros actif sont survenus occasionnellement au cours de la saison sans que l'on ne puisse établir de lien avec les courses ou les tests d'effort.

- ***Paramètres respiratoires :***

3 chevaux ont présenté des symptômes respiratoires type toux et / ou jetage à 1 ou 2 reprises. 3 de ces épisodes sont survenus ponctuellement à différents moments de la saison.

Le tableau suivant donne une vision d'ensemble des paramètres étudiés en fonction de la manière dont ils ont évolué au cours de la saison.

Tableau 36 : Distribution des paramètres évalués lors des examens physique, clinique et locomoteur en fonction de leur typologie évolutive au cours de la saison

Paramètres qui n'ont pas évolué pas au cours de la saison	Paramètres qui ont évolué avec l'entraînement	Paramètres qui ont évolué suite aux courses ou aux tests d'effort	Paramètres qui n'ont évolué que de manière exceptionnelle
<p>Appétit</p> <p>Aspect des crottins</p> <p>Comportement au box</p> <p>Comportement à pied</p> <p>Comportement avec les autres chevaux</p> <p>Fréquence respiratoire</p> <p>Muqueuses oculaires</p> <p>Muqueuses buccales</p> <p>Température</p> <p>Pli de peau à l'épaule</p> <p>Auscultation digestive</p>	<p>Etat corporel</p> <p>Condition physique</p> <p>Comportement au montoir</p> <p>Comportement monté</p> <p>Souplesse à froid et à chaud</p> <p>Réaction à l'imprévu</p> <p>Fréquence cardiaque</p> <p>Temps de recoloration capillaire</p> <p>Examen statique : Molettes tendineuses</p> <p>Examen locomoteur</p>	<p>Poids</p> <p>Etat corporel</p> <p>Pli de peau à l'encolure</p> <p>Examen statique : Crevasses, engorgement, plaies, brûlures</p> <p>Examen locomoteur</p> <p>Paramètres respiratoires : toux</p>	<p>Examen statique : plaies, suros</p> <p>Paramètres respiratoires : toux, jetage</p>

2. Etude analytique

La partie précédente (descriptive) a permis de présenter les résultats obtenus pour chaque paramètre indépendamment des autres. Cette deuxième partie (analytique) a pour but d'étudier l'évolution globale de l'ensemble des paramètres, de déterminer l'existence éventuelle de corrélations entre certains paramètres ainsi que l'association de certains paramètres à la performance en course ou à la récupération post-course.

a) Evolution de tous les paramètres au cours de la saison

Le suivi clinique des chevaux au cours de la saison révèle les points suivants :

- Il n'y a eu de problème de santé majeur pour aucun des chevaux ;
- il n'y a pas eu de problème métabolique (ni à l'entraînement ni en course) ;
- il n'y a pas eu de coliques ;
- aucun cheval n'a présenté d'hyperthermie ;
- **les principaux troubles rencontrés ont été d'ordre locomoteur mais également cutané et respiratoire.**

Afin d'avoir une vue globale de l'ensemble des paramètres simultanément, leur évolution a été décrite de manière schématisée dans le tableau suivant.

Tableau 37 : Présentation synthétique de l'évolution de chaque paramètre étudié au cours de la saison

Périodes	T0→L1	L1→C1	C1→T12	T12→L2	L2→C2	C2→T25	Evolution globale du paramètre sur la saison
Poids	→	Manque de données	T0→T12 : ↓ (NS)	↑ (NS)	→	↓↓ (NS)	Diminution après les courses.
Etat corporel	↓ (S)	↓ (NS)	T0→T12 : ↓ (S)	→	→	↓ (NS)	Diminution sur toute la saison.
Condition physique	T0→T3 : Moyenne / Bonne T3→L1 : Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Globalement bonne. Quelques cas de condition physique moyenne en début de saison.
Appétit	N à très bon	N à très bon	N à très bon	N à très bon	N à très bon	N à très bon	N à très bon sur toute la saison.
Aspect des crottins	N	N	N	N	N	N	N sur toute la saison.
Auscultation digestive	N	N	N et ↓ (C1→T15)	N	N	N	Auscultation digestive majoritairement normale. Intensité des bruits digestifs ↑ ou ↓ de manière ponctuelle.
Comportement au box	Calmes	Calmes	Calmes	Calmes	Calmes	Calmes	Chevaux globalement calmes sur toute la saison.
Comportement à pied	Calmes et alertes	Calmes et alertes	Calmes et alertes	Calmes et alertes	Calmes et alertes	Calmes et alertes	Chevaux globalement calmes et alertes sur toute la saison.
Comportement avec les autres chevaux	Indifférents	Indifférents	Indifférents	Manque de données	Manque de données	Manque de données	Chevaux globalement indifférents avec les autres chevaux pendant E1.
Comportement au montoir	↓ du nb de chevaux qui s'échappent ↑ du nb de chevaux qui ne bougent pas	Ne bougent pas	Ne bougent pas	Manque de données	Manque de données	Manque de données	Tendance à s'échapper au montoir en début de saison.

Comportement montés	↓ du nombre de chevaux alertes et sur le gaz ↑ du nombre de chevaux calmes	Calmes	↓ du nombre de chevaux calmes ↑ du nombre de chevaux alertes et sur le gaz	Manque de données	Manque de données	Manque de données	Plus grande proportion de chevaux alertes et sur le gaz en début de saison et la semaine suivant la course.
Souplesse	Très souples et souples	Souples	Souples	Manque de données	Manque de données	Manque de données	Quelques chevaux très souples en début de saison. Ensuite tous les chevaux ont été notés souples.
Réaction à l'imprévu	Faible, Modérée, Forte	Faible	Faible	Manque de données	Manque de données	Manque de données	Plus de réactions à l'imprévu fortes et modérées en début de saison. Ensuite : réactions notées faibles.
Fréquence cardiaque	↓↑↓↑ (S)	↓↑ (NS)	↑ (NS)	≈ →	↓ (NS)	↑ (NS)	Variations irrégulières de la FC en début de saison. Variations plus homogènes ensuite.
Fréquence respiratoire	N	N	N	N	N	N	FR normale sur toute la saison mais épisodes de troubles respiratoires pour plusieurs chevaux.
Muqueuses oculaires	Pâles, roses pâles, (roses)	Pâles, roses pâles, (roses)	Pâles, roses pâles, (roses)	Pâles, roses pâles, (roses)	Pâles, roses pâles, (roses)	Pâles, roses pâles, (roses)	Muqueuses oculaires majoritairement pâles et roses pâles sur toute la saison.
Muqueuses buccales	Roses, (Roses pâles)	Roses, (Roses pâles)	Roses, (Roses pâles)	Roses, (Roses pâles)	Roses, (Roses pâles)	Roses, (Roses pâles)	Muqueuses buccales majoritairement roses sur toute la saison.
Température rectale	T0→T1 : ↓ (S) T1→L1 : ↑ (NS)	Manque de données	T10→T14 : ↓ (S)	↑ (NS)	≈ →	≈ →	Variations de température de faible amplitude sur toute la saison. Toujours dans les valeurs physiologiques.
Temps de recoloration capillaire	TRC<2s	TRC<2s	TRC<2s	T14→T18 : ↑ du nombre de chevaux ayant un TRC=2s	TRC<2s	TRC<2s	TRC globalement bas (<2s) sur toute la saison. On constate une ↑ du nombre de chevaux ayant un TRC=2s de T14 à T18.

Durée de persistance du pli de peau à l'épaule	PPep<1s	PPep<1s	PPep<1s	PPep<1s	PPep<1s	PPep<1s	La durée de persistance du pli de peau à l'épaule est majoritairement <1s sur toute la saison.
Durée de persistance du pli de peau à l'encolure	1s≤PP<2s (PPenc≥2s)	1s≤PP<2s (PPenc≥2s)	↑ du nb de CV ayant un PPenc≥2s	1s≤PP<2s	1s≤PP<2s (PPenc≥2s)	↑ du nb de CV ayant un PPenc≥2s	La durée de persistance du pli de peau à l'encolure est majoritairement comprise entre 1 et 2s. On constate une ↑ du nombre de chevaux ayant un PPenc≥2s après les courses.
Examen statique	Normal Molettes à partir de T4 (Engorgements) (Autres)	Normal Molettes ↑ Engorgements et Crevasses après L1	Normal Molettes ↑ Engorgements et crevasses après C1	Normal Molettes (Autres)	Normal Molettes (Autres) (Crevasses), (Engorgements)	↑ Crevasses et Engorgements après C2 Molettes Normal (Autres)	Examen statique majoritairement normal (excepté à T25). Molettes pour un cheval à partir de T4 et pendant toute la saison. Engorgements et crevasses principalement après les courses et tests d'effort. Survenue ponctuelle d'autres anomalies au cours de la saison.
Examen locomoteur	Normal (Irrégularités) (Raideurs) (Boiterie entre T5 et T6)	Normal ↑ Irrégularités (Raideurs) (Boiterie à L1)	Normal (Irrégularités) (Boiteries à T12)	Normal (Irrégularités) (Raideurs) (Boiterie à T15)	Normal ↑ Irrégularités (Raideurs) (Boiterie à T23)	Normal ↑ Raideurs (Irrégularités)	Examen locomoteur majoritairement normal. Les principales anomalies rencontrées sont des raideurs et des irrégularités d'allure – elles sont survenues tout au long de la saison. ↑ de la fréquence de survenue des irrégularités et des boiteries au cours des 2 ^{ème} parties de E1 et E2.

Nb : ce tableau représente les variations globales (tendances générales) observées à l'échelle de la population. Il a pour but de donner une vision rapide synthétique de l'ensemble des résultats. Ne sont pas représentées : les variations de faible amplitude ainsi que les variations individuelles.

L'observation du tableau ci-dessous rappelle le bilan de la partie précédente (partie descriptive), à savoir que :

- certains paramètres n'ont pas évolué pas au cours de la saison (en bleu)
- certains paramètres ont évolué avec l'entraînement (en vert)
- d'autres paramètres ont évolué lors des courses ou des tests d'effort (en noir)
- enfin certains paramètres n'ont évolué que de manière exceptionnelle (en violet)

D'autre part, l'observation simultanée de l'ensemble des paramètres permet de constater que **certains paramètres ont varié lors de la mise à l'entraînement** (c'est à dire pendant les premières semaines de la saison) **et se sont stabilisés ensuite** :

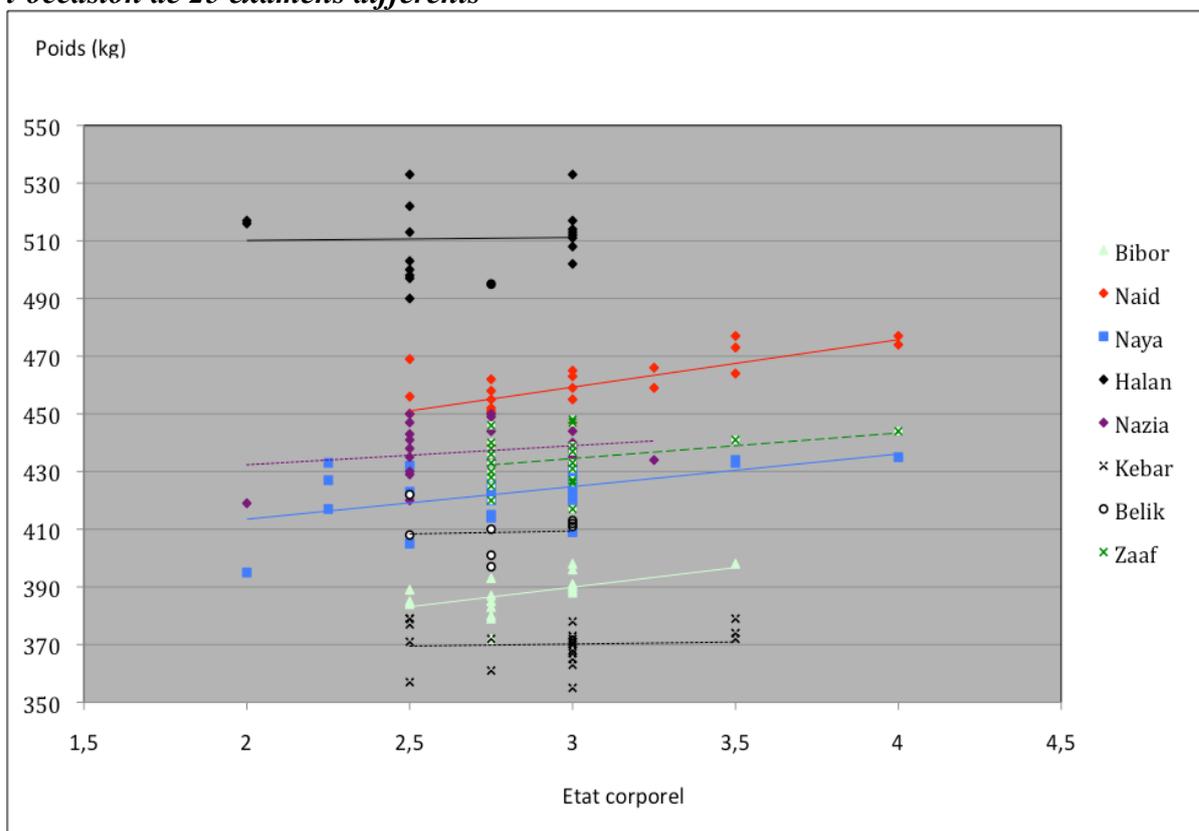
- La condition physique : Quelques chevaux ont présenté une condition physique notée moyenne entre T0 et T3 (majorité de chevaux ayant une condition physique moyenne à T0 et T2). La condition physique a ensuite été notée majoritairement bonne pour le reste de la saison.
- Le poids : La pesée hebdomadaire a permis de constater que les chevaux maigres à T0 avaient tendance à prendre du poids au cours des premières semaines d'entraînement (en particulier Halan). A l'inverse, les chevaux ayant un poids supérieur à leur poids de forme à T0 ont eu tendance à perdre du poids au cours des premières semaines d'entraînement (c'est le cas de Kebar, Bibor, Nazia, Zaaf – Naid et Naya ont perdu du poids quelques semaines plus tard). D'autre part, les poids des chevaux ont eu tendance à se regrouper à partir de T12 et les variations de poids à être plus homogènes au cours de la deuxième période d'entraînement.
Nb : Ces observations ne sont pas représentées dans le tableau précédent qui ne décrit que les variations globales du poids moyen de la population.
- L'attitude au montoir : Les chevaux ont eu tendance à s'échapper au montoir en début de saison (à T1, 3 chevaux sur 6 s'échappaient au montoir, à T2 : 2 chevaux sur 4). Cette tendance a diminué jusqu'à T7. Ensuite, les chevaux ont été notés comme "ne bougeant plus au montoir".
- Le comportement monté : Une plus grande proportion de chevaux ont été notés "alertes" ou "sur le gaz" en début de saison.
- La souplesse : La proportion de chevaux notés "très souples" était plus importante en début de saison et a décliné durant les premières semaines d'entraînement. A partir de T6, les chevaux ont majoritairement été notés souples mais aucun cheval n'a plus été noté "très souple".
- La réaction à l'imprévu : Les réactions à l'imprévu fortes et modérées ont été plus fréquentes en début de saison. A partir de T6, la majorité des chevaux ont eu une réaction faible à l'imprévu et à partir de L1, aucun cheval n'a plus présenté de réaction forte à l'imprévu.
- La fréquence cardiaque : La fréquence cardiaque a été irrégulière en début de saison, pendant les cinq premières semaines d'entraînement (variations de faible amplitude mais significatives d'un point de vue statistique). Cette irrégularité de la fréquence cardiaque n'a plus été observée pendant le reste de la saison.
- La survenue de molettes tendineuses : Un seul cheval (qui ne présentait pas d'anomalie de l'examen statique en début de saison) a présenté des molettes à partir de la 4ème semaine d'entraînement et jusqu'à la fin de la saison.

b) Relations entre les paramètres étudiés

b1. Etude de la relation entre le poids et la note d'état corporel

La relation entre le poids et la note d'état corporel a été étudiée pour chacun des chevaux. Les résultats sont représentés par la figure suivante et décrits ci-après.

Figure 41 : Relation entre le poids et la note d'état corporel relevés chez 8 chevaux à l'occasion de 25 examens différents

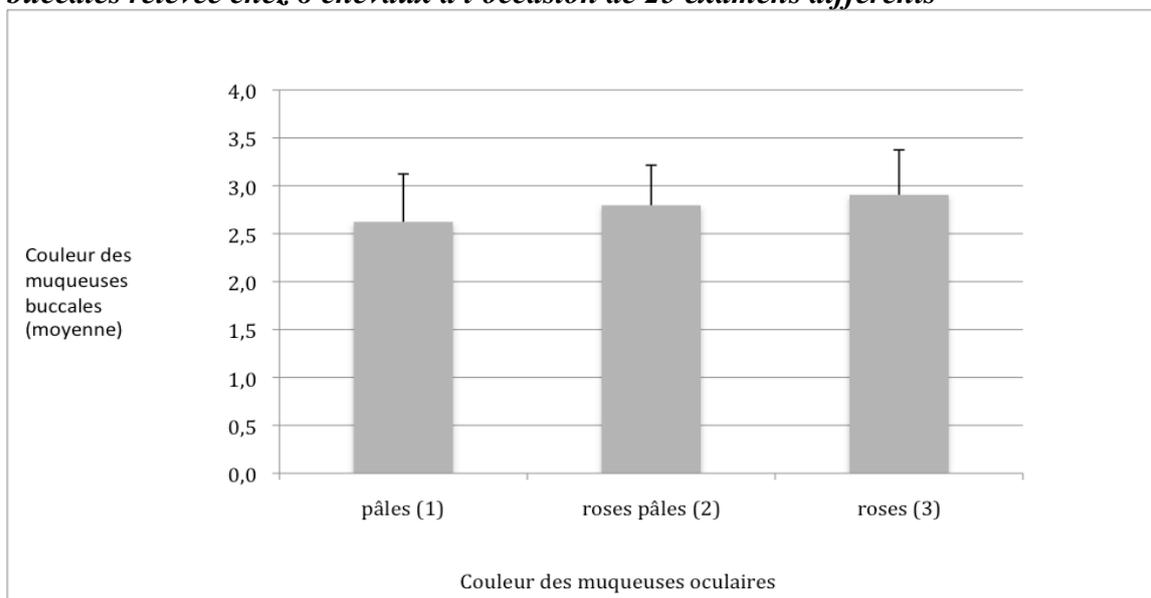


Le poids et la note d'état corporel montrent une bonne corrélation ($p \leq 0,01$) chez 5 des 8 chevaux suivis. En revanche, il n'y a pas de corrélation entre le poids et la NEC chez 3 sujets : Halan, Kebar et Belik. Pour ces 3 chevaux, la variation de la NEC sur la saison est la plus faible (0,5 à 1 point) tandis que pour les 5 autres chevaux, elle varie de 1 à 2 points.

b2. Etude de la relation entre la couleur des muqueuses oculaires et la couleur des muqueuses buccales

La relation entre la couleur des muqueuses oculaires et la couleur des muqueuses buccales a été représentée graphiquement par la figure ci-dessous :

Figure 42 : Relation entre la couleur des muqueuses oculaires et celle des muqueuses buccales relevée chez 8 chevaux à l'occasion de 25 examens différents



La figure ci-dessus ainsi que le calcul du coefficient de corrélation montrent que **la couleur des muqueuses oculaires est bien corrélée à celle des muqueuses buccales** $p < 0,01$.

La couleur des muqueuses oculaires a une amplitude de variation plus élevée que la couleur des muqueuses buccales.

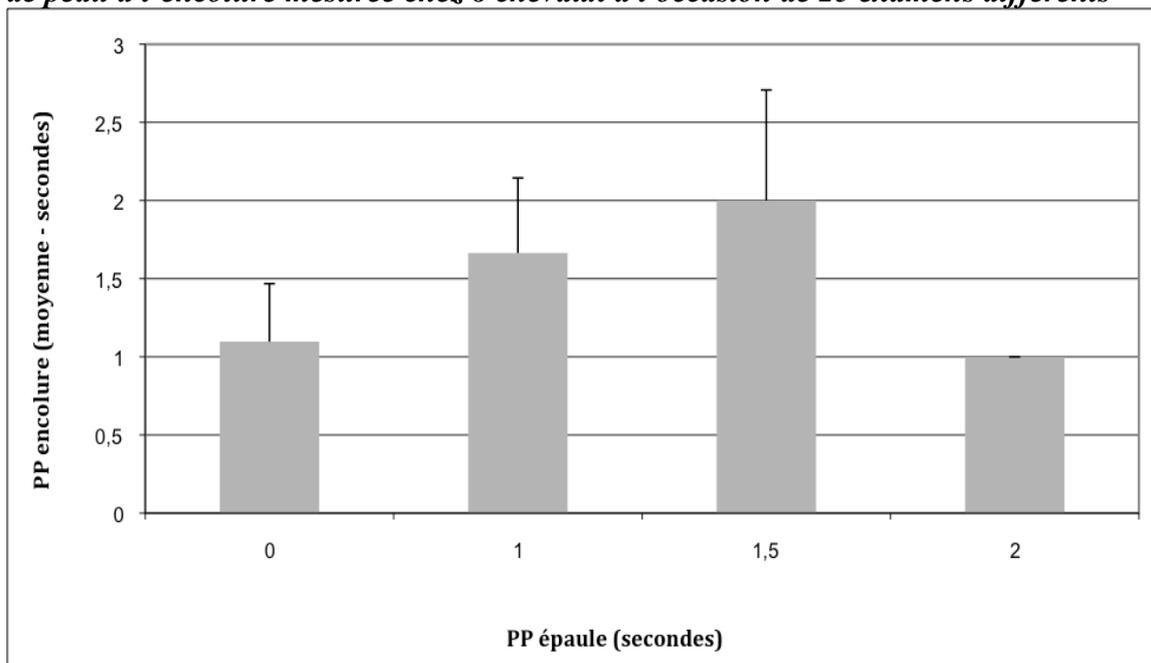
Enfin, d'une manière générale, les muqueuses oculaires sont jugées plus pâles que les muqueuses buccales.

b-3. Etude la relation entre le temps de recoloration capillaire et le temps de persistance du pli de peau (à l'épaule et à l'encolure)

- i. *Etude de la relation entre le temps de persistance du pli de peau à l'épaule et le temps de persistance du pli de peau à l'encolure*

La relation entre le PPep et le PPenc a été représentée graphiquement par la figure ci-dessous :

Figure 43 : Relation entre le temps de persistance du pli de peau à l'épaule et celui du pli de peau à l'encolure mesurée chez 8 chevaux à l'occasion de 25 examens différents

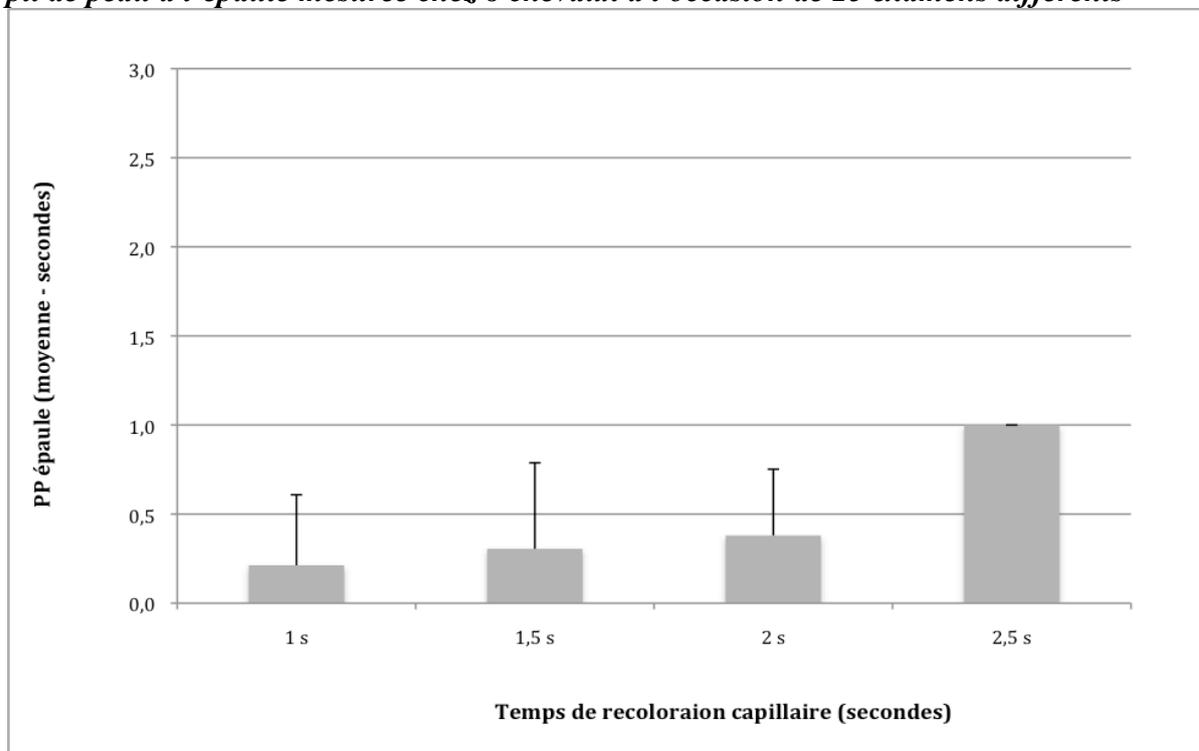


Les durées de persistance du pli de peau à l'épaule et du pli de peau à l'encolure sont bien corrélées ($p < 0,01$). La persistance du pli de peau à l'encolure est supérieure de 0,5 à 1 s à celle du pli de peau à l'épaule. La valeur du PP à l'encolure obtenue pour PPép = 2s est à considérer avec précautions : il s'agit en effet du résultat d'un seul examen clinique (Naya à T25).

ii. *Etude la relation entre le temps de recoloration capillaire et le temps de persistance du pli de peau à l'épaule*

La relation entre le TRC et le PPep a été représentée graphiquement par la figure ci-dessous :

Figure 44 : Relation entre le temps de recoloration capillaire et le temps de persistance du pli de peau à l'épaule mesurée chez 8 chevaux à l'occasion de 25 examens différents

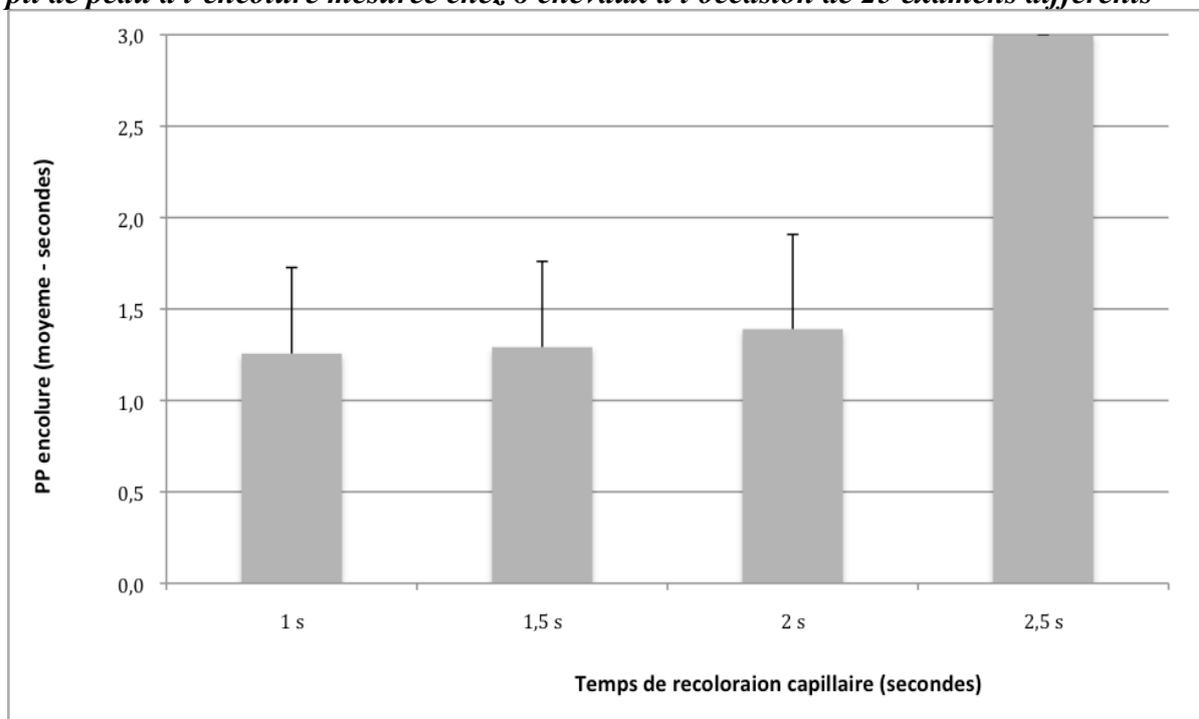


Le TRC et le temps de persistance du pli de peau à l'épaule sont bien corrélés ($p < 0,01$). Le temps de persistance du PP à l'épaule est généralement nettement inférieur au TRC. Les variations du temps de persistance du PP à l'épaule sont de faibles amplitudes par rapport aux variations du TRC. La valeur du PP à l'épaule obtenue pour TRC = 2,5s est à considérer avec précautions : il s'agit en effet du résultat d'un seul examen clinique (Kebbar à T5 suite à une course de 40km).

iii. *Etude de la relation entre le temps de recoloration capillaire et le temps de persistance du pli de peau à l'encolure*

La relation entre le TRC et le PPenc a été représentée graphiquement par la figure ci-dessous :

Figure 45 : Relation entre le temps de recoloration capillaire et le temps de persistance du pli de peau à l'encolure mesurée chez 8 chevaux à l'occasion de 25 examens différents



Le TRC et le temps de persistance du pli de peau à l'encolure sont bien corrélés ($p < 0,01$). Le temps de persistance du pli de peau à l'encolure varie de manière moins franche que le TRC (lorsque le TRC augmente d'une seconde, la durée du PP à l'encolure augmente de 0,1s). La valeur élevée du PP encolure associée au TRC égal à 2,5s est à considérer avec précautions : il s'agit en effet du résultat d'un seul examen clinique (Kebar à T5 suite à une course de 40km).

c) Association des paramètres étudiés à la performance

Dans un premier temps, l'association des paramètres à la performance a été étudiée en comparant la valeur moyenne de chaque paramètre au cours de la saison aux performances en course. Les paramètres relatifs à l'examen locomoteur ont été traités à part.

Pour plusieurs paramètres aucune conclusion n'a pu être tirée soit parce que les différences interindividuelles étaient trop faibles pour comparer les chevaux ayant réalisé une bonne performance aux chevaux ayant été éliminés soit parce qu'aucune association évidente avec la performance n'apparaissait. Ces paramètres sont listés ci-après :

Paramètres pour lesquels aucune association avec la performance n'a pu être mise en évidence :

- condition physique ;
- NEC ;
- souplesse ;
- fréquence respiratoire ;
- couleur des muqueuses (oculaires et buccales) ;
- température rectale ;
- TRC, PPep, PPenc ;
- Auscultation digestive.

Pour d'autres paramètres (poids, comportement, FC), quelques pistes de réflexion ont été mises en évidence sans que l'on puisse affirmer une relation directe entre ces paramètres et la performance en course. Le tableau ci-dessous indique les valeurs moyennes de ces paramètres sur la saison et les performances en course pour chaque cheval.

Tableau 38 : Valeurs moyennes du poids, de la fréquence cardiaque, du score comportement/attitude et performances en course par cheval

G1 / G2	Poids Moyen (kg) (écart-type)	Comportement / attitude (score moyen)	FC Moyenne (bpm) (écart-type)	Performance C1 (place -vitesse (km/h))	Performance C2 (place - vitesse (km/h))
Kebar	369 (7)	1,3	32,7 (2,8)	19ème - 13,95	23ème – 14,58
Naid	460 (10)	1,2	32,3 (3,4)	5ème – 13,95	E 2eVG BAD 3/5
Naya	423 (10)	1,2	29,7 (2,7)	10ème – 14,92	E 3eVG BPG 3/5
Bibor	388 (6)	2	33,6 (3,2)	Boiterie avant C1	E 3eVG BPG
<i>Halan</i>	511 (11)	1,1	30,8 (1,9)	12ème – 17,58	Boiterie avant C2
<i>Nazia</i>	437 (8)	1,2	31,7 (3,2)	E 3 ^e VG BAG	14ème – 15,16
<i>Zaaf</i>	433 (9)	1,5	32,1 (2,0)	15ème – 16,93	14ème – 15,16
<i>Belik</i>	407 (10)	1,5	32,2 (1,1)	absent	14ème – 15,16

Nb : Le score moyen comportement / attitude est une moyenne des scores obtenus pour chaque élément du comportement évalué (comportement au repos, à pied, monté, au montoir, avec les autres chevaux et réaction à l'imprévu).

Ce tableau permet de faire les observations suivantes :

Concernant le poids, on constate que le cheval le plus léger du lot (Kebar) est un des deux chevaux à avoir été classé sur les 2 courses.

Concernant le comportement, on constate que Bibor a été le cheval le plus stressé tout au long de la saison (score le plus élevé) et également le cheval noté le plus souvent « agressif » ou « méfiant » avec les autres chevaux. Sur les 3 courses auxquelles Bibor a participé (course 130 km à Moulins-Engilbert, course de 90 km puis C2), elle a été classée uniquement sur la 90 km et a été éliminée à Moulins-Engilbert suite à un incident avec un autre cheval, ce qui est sans doute à mettre en relation avec la nature de son comportement. Les différences de comportement entre les autres chevaux sont de trop faible amplitude (moy comportement entre 1,1 et 1,5) pour permettre une comparaison.

Concernant la fréquence cardiaque, Naya, considérée comme le meilleur cheval du lot, a présenté la FC moyenne la plus basse sur la saison. Elle est également le cheval du groupe 1 ayant réalisé la meilleure performance à C1 et ayant eu les meilleurs temps de récupération cardiaque aux

vet-gates. De la même manière, Halan, le cheval le plus vieux et le plus expérimenté, a présenté une FC moyenne basse relativement aux autres chevaux et assez stable sur la saison

(écart-type bas) et est le cheval du G2 ayant réalisé la meilleure performance à C1. Cependant Naya et Halan ne font pas partie des chevaux ayant été classés sur les 2 courses. On constate par ailleurs que Bibor a présenté la FC moy la plus élevée et est également le seul cheval n'ayant pas été classé sur au moins une des deux courses.

Enfin, concernant l'examen locomoteur :

Dans certains cas, les résultats de l'examen locomoteur étaient bien corrélés aux performances ou aux causes d'élimination en course :

→ Sur les 5 chevaux qui ont été éliminés en course ou qui n'ont pas pu participer à une course, l'examen locomoteur des semaines précédentes permet d'expliquer les causes de cette non-performance dans 3 cas :

- Halan a présenté un suros actif en regard de la face interne du tiers proximal du canon du membre AD associé à une boiterie de grade 4/5. Il n'a donc pas pu participer à C2.
- Nazia a présenté des molettes tendineuses principalement sur le membre AG pendant toute la saison d'entraînement sans qu'elles ne causent d'irrégularité d'allure (excepté à T7 : légère irrégularité du membre AG détectée lors de l'examen locomoteur). Elle a été éliminée à cause d'une boiterie du membre AG au cours de C1. Cela n'a pas affecté sa performance à la deuxième course.
- Naid a présenté une boiterie du membre AD suite à la 1^{ère} course et a été éliminé pour boiterie AD à la 2^{ème} course, suggérant une fragilité de ce membre.

→ D'autre part, Zaaf n'a présenté qu'une anomalie de l'examen locomoteur sur toute la saison (irrégularité du membre AG) et a été classé sur les 2 courses.

Dans d'autres cas, les résultats de l'examen locomoteur n'étaient pas corrélés aux performances ou aux causes d'élimination en course :

- Kebar est le cheval ayant présenté le plus grand nombre d'irrégularités d'allure et d'anomalies à l'examen statique au cours de la saison et est également un des 2 chevaux à avoir été classé aux 2 courses.
- Naid et Naya ont présenté plus d'irrégularités d'allure au cours de E1. Ils ont pourtant réalisé une bonne performance à la 1^{ère} course et ont été éliminés à la 2^{ème} course.
- Enfin, Bibor a été éliminée à C2 pour une boiterie du membre PD alors qu'elle avait présenté une irrégularité du membre AD à plusieurs reprises au cours de E2 (suite à la tendinite du TFSD survenue entre T9 et T10).

Dans un cas, la boiterie responsable de l'élimination est apparue suite à un événement au cours de la course : lors de la 2^{ème} course, Naya se serait fait marcher dessus par le cheval de derrière entraînant une BPG 3/5 éliminatoire.

En conclusion, on retiendra que :

- Pour la majorité des paramètres étudiés, les différences interindividuelles étaient trop faibles pour permettre une comparaison entre les chevaux ayant réalisé une bonne performance et les chevaux ayant été éliminés.
- Pour certains paramètres (poids, comportement, FC), quelques pistes de réflexion ont été mises en évidence sans que l'on ne puisse affirmer une relation directe entre ces paramètres et la performance en course :
- Le cheval le plus léger du lot est un des deux chevaux à avoir été classé sur les 2 courses.
- Les chevaux les plus expérimentés et les mieux entraînés ont présenté des FC moyennes au repos parmi les plus basses du lot. Inversement, le cheval le moins entraîné et ayant présenté les moins bonnes performances en course, a eu la FC moyenne au repos la plus élevée.
- Ce même cheval a été noté le plus stressé et le plus méfiant avec les autres chevaux et a été éliminé lors d'une course de 130 km suite à un incident avec un congénère.
- Enfin, concernant la relation entre les données des examens locomoteurs et les performances ou causes d'élimination en course, les résultats sont partagés : Globalement, les troubles locomoteurs ont été les principaux troubles rencontrés au cours de l'entraînement et les boiteries les seules causes d'élimination ou de non participation à une course, ce qui suggère une relation entre les résultats des examens locomoteurs à l'entraînement et les performances (ou contre-performances) en course. Cependant, au niveau individuel cette relation ne s'est vérifiée que dans certains cas. Plusieurs chevaux ont notamment présenté des irrégularités d'allure récurrentes sans que cela ne les ait gêné en compétition.

d) Evolution des paramètres étudiés au cours des phases de récupération

La récupération est le retour de l'organisme à ses conditions physiologiques de repos [10]. Chez le cheval de sport, la récupération est communément évaluée pendant et peu après l'effort à l'aide de différents paramètres tels que la FC, la FR, la température corporelle, la lactatémie et le dosage d'enzymes musculaires comme la CPK. Notre étude s'intéresse uniquement aux paramètres cliniques et son intérêt est de disposer de données à la fois pendant et juste après l'effort mais également plusieurs jours et semaines après l'effort, nous donnant ainsi une vision de la récupération à plus long terme. Les résultats des examens cliniques et locomoteurs à C+1j, C+1 semaine et C+2 semaines sont disponibles en annexe (annexes 39a et 39b).

d1. Récupération cardiaque

i. Evolution de la fréquence cardiaque pendant et juste après l'effort

Lors des tests d'effort, les chevaux ont eu une **récupération cardiaque rapide** : la FC était inférieure à 60 bpm dans les 5' et à 48 bpm au bout de 15'. Par ailleurs, les chevaux du groupe 1 ont eu une **récupération cardiaque plus rapide lors du 2^{ème} test d'effort** : la FC était comprise entre 40 et 48 bpm 15' après la fin de L1 et entre 38 et 42 bpm 15' après la fin de L2.

Pendant et juste après les courses, la récupération a été évaluée grâce aux temps de récupération des chevaux aux VG. **Les chevaux ont globalement eu des temps de récupération bas.** En effet, les temps cumulés de récupération étaient :

- < 29' lors de la 1^{ère} course du G1 (Vittel) ;
- < 18' lors de la 1^{ère} course du G2 (St-Galmier) ;
- < 23' lors de la 2^{ème} course du G2 (Mons).

Sur les 35 temps de récupération dont nous disposions :

- 25/35 étaient $\leq 6'$;
- 18/35 étaient $\leq 5'$;
- 2/35 étaient $\geq 10'$, tous les 2 au 4^{ème} vet de la 1^{ère} course.

Les temps de récupération n'étaient pas disponibles pour la 2^{ème} course du G1 (Monpazier). Cette course a été plus difficile pour les chevaux. Cela s'est traduit à la fois au niveau des performances (3/4 éliminés) et de la récupération. Les causes de cette contre-performance associée à une difficulté de récupération des chevaux seront abordées dans la partie discussion (Cf. III. B. 1.).

Par ailleurs, **les chevaux les plus expérimentés ont présenté les meilleurs temps de récupération** : Naya a été créditée du meilleur temps de récupération cumulé lors de la 1^{ère} course du groupe 1 (18'82) et a eu des temps de récupération très rapides aux premiers VG de la 2^{ème} course (élimination 3^{ème} VG pour boiterie), Halan a eu le temps de récupération cumulé le plus bas parmi les 3 chevaux ayant participé à la 1^{ère} course du groupe 2 (14'36).

Au contraire, le cheval le moins entraîné du lot (Bibor qui n'avait pas été entraînée depuis plusieurs années) a présenté des signes de fatigue dès le 2^{ème} VG de la course à laquelle elle a participé et a été éliminée au 3^{ème} VG. Nazia et Zaaf qui étaient parmi les plus jeunes chevaux du lot (7 et 9 ans respectivement), ont eu des temps de récupération un peu longs lors de la 1^{ère} course à laquelle ils ont participé :

- Nazia : 7'12 et 7'15 aux 2 1ers VG ;
- Zaaf : 9'43 au 3^{ème} VG.

Ils ont tous les 2 présenté des meilleurs temps de récupération lors de la 2^{ème} course :

- Zaaf : temps de récupération toujours < 5' ;
- Nazia : 4'30 sur les 2 1ers VG, 7' sur les 2 derniers VG.

ii. *Evolution de la FC au cours des semaines suivant les courses*

Au cours des examens hebdomadaires réalisés à **T12 et T25** (semaines suivant les courses), la plupart des chevaux avaient une **FC au repos plus élevée de 1 à 7 bpm par rapport à la FC d'avant la course** (semaines T10 et T23). Bien que l'augmentation de la FC ait été plus marquée entre T23 et T25, celle-ci était seulement significative entre T10 et T12 ($p < 0,05$). Au niveau individuel, les chevaux ayant eu l'augmentation de FC la plus marquée autour des courses ont été Kebar et Halan après C1 (respectivement +6 et +5 bpm) et Bibor après C2 (+7 bpm). La FC est rapidement revenue à sa valeur d'avant course pour l'ensemble des chevaux (durée maximale de retour à la valeur d'avant course : 3 semaines pour Kebar après C1). Ces données sont disponibles en annexe (annexes 38a et 38b).

d2. Reconstitution des réserves hydriques et énergétiques

i. *Restauration de l'état d'hydratation*

L'état d'hydratation a été évalué grâce au TRC, à la durée de persistance du pli de peau (à l'encolure et à l'épaule) et au degré d'humidité des muqueuses buccales. Nous avons considéré qu'un signe de déshydratation était présent lorsqu'au moins un de ces 3 paramètres dépassait les valeurs suivantes :

- TRC > 2s ;
- PP encolure > 2s ;
- PP épaule $\geq 1,5s$;
- Muqueuses notées sèches.

Nb : Nous avons choisi une valeur seuil différente pour le PP à l'encolure et pour le PP à l'épaule conformément aux résultats obtenus et présentés dans la partie II. B. 2. b) b3 i. A savoir que le PP épaule, bien que corrélé au PP encolure, était toujours plus bas dans notre étude.

Pendant la 1^{ère} course, la majorité des chevaux ont présenté des signes de déshydratation à un ou plusieurs contrôles. L'état de déshydratation était discret (PPep = 2s) à modéré (PPep et TRC=3s). Nous n'avons pas disposé des cartes de suivi des chevaux au cours de la 2^{ème} course mais, lors de C1 comme lors de C2, l'état de déshydratation n'a jamais entraîné l'élimination d'un cheval.

Le lendemain des courses, la moitié des chevaux présentaient de discrets signes de déshydratation (4 chevaux le lendemain de C1 et 3 chevaux le lendemain de C2).

La semaine suivant les courses, peu de chevaux présentaient encore des signes de déshydratation : un seul cheval à T12 (Halan) et 2 chevaux à T25 (Kebar et Naya).

2 semaines après les courses, l'état d'hydratation a été considéré normal pour l'ensemble des chevaux. Cependant, plusieurs chevaux ont présenté une **diminution de l'intensité des bruits digestifs à T13 et T26** : 4 chevaux à T13 et 4 chevaux à T26 (sachant que nous n'avions que les données cliniques de ces 4 chevaux à T26). Sur ces 8 cas, 3 étaient associés à un TRC compris entre 1,5 et 2 secondes, et 2 étaient associés à une persistance du pli de peau à l'encolure égale à 2 secondes.

ii. *Reconstitution des réserves adipeuses : Evolution de la NEC*

Après C1, tous les chevaux ont présenté une baisse de la NEC comprise entre 0,25 et 0,5 point (différence entre la NEC à T10 et à T12). Ils ont ensuite rapidement repris de l'état pendant les semaines de repos (reprise d'état entre T12 et T13 pour certains et T13 et T14 pour d'autres). Cependant, cette **reprise d'état** était **transitoire** puisque la NEC a ensuite continué de diminuer jusqu'à la fin de la saison.

Après C2, 3 chevaux ont présenté une baisse de la NEC comprise entre 0,25 et 0,75 point. 2 chevaux n'ont pas présenté de variation de la NEC après la course (Kebor et Bibor) et 1 cheval a présenté une légère augmentation de la NEC (Naid – éliminé au 2^{ème} VG). Concernant les chevaux ayant présenté une baisse de la NEC, il n'a pas été possible de déterminer le nombre de semaines nécessaire au retour de la NEC à sa valeur d'avant course étant donné l'absence de suivi des chevaux après T25.

iii. *Evolution du poids*

Les chevaux ont tous eu des pertes de poids marquées après les courses (>10kg) exceptés 2 chevaux qui n'ont pas été jusqu'au bout de la course (Naid après C2 - éliminé au 2^{ème} VG et Nazia après C1 - éliminée au 3^{ème} VG). **La plupart des chevaux ont récupéré leur poids d'avant C1 en 2 à 4 semaines et ont même continué de prendre du poids pendant plusieurs semaines**, ce qui a conduit à un **dépassement du poids d'avant course pour la majorité des chevaux**.

d3. Evolution des troubles survenus pendant ou après les courses

i. *Troubles locomoteurs*

4 chevaux ont été éliminés pour boiterie pendant les courses (Nazia à C1 – Naya, Naid et Bibor à C2).

Le lendemain des courses, 8 chevaux ont présenté des troubles locomoteurs (3 après C1 et 5 après C2) :

- 2 des chevaux éliminés pour boiterie présentaient toujours une boiterie mais celle-ci était améliorée (Nazia suite à C1 et Bibor suite à C2) ;
- les 2 autres n'étaient plus boiteux mais l'un d'entre eux a présenté une irrégularité du membre concerné pendant plusieurs jours (Naya suite à C2) ;
- 2 autres chevaux ont présenté une boiterie le lendemain de la course alors qu'ils n'étaient pas boiteux pendant la course. Dans un cas (Nazia suite à C2), la boiterie était due à la présence de crevasses très douloureuses et s'est résolue avec l'amélioration des crevasses. Dans l'autre cas (Kebor suite à C1), la boiterie a rapidement fait place à une irrégularité persistante du membre concerné (pendant toute la 2^{ème} période d'entraînement) ;
- 2 chevaux étaient particulièrement raides le lendemain de la course (Kebor et Naya suite à C2) ;
- 1 cheval (Zaaf suite à C2) a présenté un défaut d'extension du carpe persistant au pas qui n'était plus présent la semaine suivante.

La semaine suivant les courses, 6 chevaux ont présenté des troubles locomoteurs (3 après C1 et 3 après C2) :

- 2 chevaux ont présenté des boiteries alors que l'examen locomoteur était normal pendant la course et le lendemain : Naid et Naya à T12 ;

- 2 chevaux (Kebbar suite à C1 et Naya suite à C2) étaient irréguliers et 2 autres (Naid et Bibor suite à C2) étaient raides à la suite d'une boiterie survenue pendant la course ou le lendemain mais ils n'étaient plus boiteux.

2 semaines après la 1ère course, les chevaux ne présentaient quasiment plus de troubles locomoteurs : seul Kebbar était toujours irrégulier. Les résultats des examens locomoteurs des chevaux 2 semaines après C2 n'étaient pas disponibles.

Concernant la récupération sur le long terme, **aucun cheval n'a présenté de boiterie persistante. Cependant, certains chevaux ont conservé une fragilité du membre concerné** : Kebbar a présenté une boiterie du membre AD le lendemain de C1, il n'a plus boité de ce membre par la suite mais a présenté une irrégularité du membre AD tout au long de E2 (absente avant C1). Naid a présenté une boiterie du membre AD à T12, il n'a présenté aucune anomalie de l'examen locomoteur au cours de E2 mais a été éliminé à C2 pour boiterie du membre AD.

ii. Lésions cutanées

Deux types de lésions cutanées sont survenues après les courses : les crevasses et les brûlures.

11 cas de **crevasses** ont été relevés au cours de la saison :

- 9 suite aux courses ;
- 2 suite aux tests d'effort.

Généralement les crevasses ont guéri rapidement : quelques jours à 1 semaine. Les 2 chevaux les plus sujets aux crevasses (Kebbar et Belik) ont tout de même présenté des crevasses sur plusieurs semaines consécutives : Kebbar pendant les 2 semaines suivant la 1^{ère} course (T12, T13) et Belik pendant les 3 semaines suivant une course de 90 km (L2, T22, T23). Dans plusieurs cas les crevasses ont provoqué des boiteries et irrégularités d'allure résolues lors de la guérison de celles-ci : les 3 chevaux du groupe 2 étaient boiteux le lendemain de la 2^{ème} course à cause de la douleur occasionnée par les crevasses, Belik et Zaaf ont montré une retenue sur le membre le plus douloureux la semaine suivant la course (T25).

Nous avons dénombrés 7 cas de **brûlures** (11 lésions car certains chevaux présentaient plusieurs brûlures), toutes survenues suite aux courses. **Les brûlures ont rapidement guéri pour tous les chevaux**: Sur les 7 chevaux ayant présenté une ou plusieurs brûlures suite aux courses (examens des semaines T12 et T25), aucun ne présentait plus de lésion la semaine d'après (examens des semaines T13 et T26).

iii. Troubles respiratoires

2 chevaux ont présenté de la **toux** 1 à 2 semaines après une course :

- Kebar a présenté de la toux 2 semaines après C2 (T26) ;
- Bibor a présenté de la toux à T25.

En conclusion, on retiendra les points suivants :

- Globalement, les chevaux ont eu une récupération cardiaque rapide et des temps de récupération bas pendant les courses. Nous avons observé une amélioration de la récupération cardiaque entre le 1er et le 2ème test d'effort pour les chevaux du groupe 1 et entre la 1ère et la 2ème course pour 2 chevaux du groupe 2 parmi les plus jeunes du lot. Les chevaux les plus expérimentés ont présenté les meilleurs temps de récupération. Enfin, la FC des semaines suivant les courses était supérieure de 1 à 7 bpm à la FC des semaines précédant les courses.
- Les chevaux ont tous présenté des signes de déshydratation discrets à modérés pendant les courses sans que cela ne cause d'élimination. L'état d'hydratation est redevenu normal en quelques jours à 1 semaine selon les chevaux.
- La NEC et le poids ont tous 2 diminué après les courses pour la majorité des chevaux. Les chevaux ont retrouvé puis dépassé leur poids d'avant la course en quelques semaines mais n'ont pas reconstitué totalement leurs réserves adipeuses puisque la NEC, malgré une remontée transitoire, a continué de diminuer.
- Les principaux troubles survenus après les courses ont été, par ordre d'importance :
- Des troubles locomoteurs : des irrégularités d'allure et raideurs plus marquées et plus fréquentes le lendemain des courses que pendant les périodes d'entraînement, des boiteries non persistantes mais ayant laissé un membre fragilisé pour le reste de la saison dans 2 cas.
- Des crevasses et brûlures ayant occasionné de la douleur dans certains cas (et des boiteries dans le cas des crevasses) mais résolues en quelques semaines.
- Des troubles respiratoires majoritairement subcliniques mais ayant été révélés cliniquement par l'effort.

3ème Partie

III. Discussion

A. Limites du protocole

1. Effectif

a) Taille

L'originalité et l'intérêt de notre étude tiennent dans l'aspect longitudinal du travail réalisé : aucune étude ne s'est encore penchée sur le suivi clinique de chevaux d'endurance de haut niveau pendant toute une saison d'entraînement et de compétitions. La réalisation d'un tel suivi est coûteuse et plus difficile à mettre en place qu'une étude réalisée à un temps t autour d'une course. Les chevaux doivent être nourris, logés, entretenus, soignés et ce, pendant toute la saison. Il s'est donc avéré impossible de travailler sur un échantillon de grande taille comme cela aurait été souhaitable. Par ailleurs, comme tout protocole de terrain, certains imprévus ont diminué la taille de l'échantillon de départ : Huit chevaux ont fait parti du protocole mais sept seulement ont pu être suivis sur toute la saison car un des chevaux est arrivé en cours de saison (Belik). D'autre part, seuls cinq chevaux ont pris le départ des deux courses (Kebbar, Naid, Naya, Zaaf, Nazia) et seuls deux ont terminé les deux courses (Kebbar et Zaaf).

La faible taille de l'échantillon entraîne d'une part une imprécision au niveau statistique. En effet, plus l'échantillon est petit, plus la précision est faible. D'autre part, la puissance d'un test statistique étant également proportionnelle à la taille de l'échantillon, un résultat non significatif peut être expliqué par un manque de puissance du test.

Ce travail n'a donc pas la prétention de déterminer avec certitude les paramètres à suivre pour établir le niveau de forme d'un cheval d'endurance, cela aurait nécessité un protocole expérimental plus robuste. Il apporte principalement des pistes de recherche qui devront être interprétées à la lumière des connaissances existantes sur le sujet et confirmées ou infirmées par d'autres expérimentations.

b) Homogénéité

Les chevaux choisis pour cette étude étaient tous de race arabe ou demi-sang arabe et étaient tous expérimentés dans la discipline de l'endurance. En cela, on peut considérer le groupe comme homogène. Cependant, certains chevaux étaient plus expérimentés que d'autres à la fois en terme d'années de pratique de cette discipline et de niveau de qualification. Par exemple Naya et Halan respectivement âgés de 11 et 13 ans avaient un niveau de qualification pour des courses de 160 km alors que Nazia et Naid respectivement âgés de 7 et 8 ans avaient un niveau de qualification pour des courses de 90 km. Cette différence a été prise en considération dans l'interprétation des résultats en course et des examens cliniques.

2. Subjectivité des examens hebdomadaires

La subjectivité des examens hebdomadaires est principalement due à deux facteurs :

- D'une part certains critères, non quantifiables, sont dits subjectifs (ou de type B) et dépendent totalement de l'appréciation du vétérinaire (Cf. tableau 39).

- D'autres part, bien que la majorité des examens hebdomadaires aient été réalisés par le même vétérinaire, certains examens ont été réalisés par d'autres vétérinaires: pour chaque cheval, 3 à 6 examens ont été réalisés par 2 autres vétérinaires au cours de la saison. Or de petites modifications des paramètres subjectifs ne sont pas toujours perçues de la même manière par 2 vétérinaires.

Tableau 39 : Classification des critères (A et B) d'après [3]

Critères de type A (quantitatifs, directement mesurables)	Critères de type B (qualitatifs)
Fréquence cardiaque	Bruits cardiaques anormaux
Fréquence respiratoire	Troubles du rythme
Temps de réplétion capillaire	Couleur des muqueuses
Durée de conservation du pli de peau	Blessures
Température rectale	Boiteries

3. Traitement des données

Des difficultés ont été rencontrées dans le traitement des données car certaines données manquaient. Par exemple, les fiches d'examen de la semaine du 17 juin 2008 (qui correspond à la semaine du test d'effort pour le G2) n'ont pas pu être retrouvées. Par ailleurs, certaines fiches d'examen étaient soit très incomplètes (semaines du mois d'Août) soit les valeurs de quelques paramètres manquaient. Ce manque de données a contribué à majorer les effets de la petite taille de l'échantillon.

D'autre part, il a été difficile de faire se correspondre les semaines d'entraînement entre les 2 groupes de chevaux. Cette difficulté était principalement liée au fait que les chevaux ne sont pas tous arrivés sur le site de l'ENESAD en même temps et que certains chevaux ont changé de groupe en cours de saison. Par exemple, Bibor a réalisé son premier test d'effort avec le groupe 2 bien qu'elle ait ensuite été intégrée au groupe 1. Elle a en fait intégré le groupe 1 pour la deuxième course car Belik qui était prévu pour être dans le groupe 1 a été long à mettre en condition et a finalement intégré le groupe 2. Pour faciliter le traitement des données, Bibor a été considérée comme étant dans le groupe 1 sur toute la saison. De ce fait, certaines données n'ont pas été traitées: par exemple les données du début de saison pour Belik mais également toutes les données des semaines avant T0 des chevaux du groupe 2 ou encore toutes les données des semaines après T25 des chevaux du groupe 1.

B. Interprétation des résultats

1. Interprétation des résultats en course

→ Proportion de chevaux classés

Globalement les chevaux ont réalisé de bonnes performances en course. En effet si l'on fait le total des 4 courses, 13 chevaux ont été engagés et 9 ont été classés soit une proportion de près de 70 % (69,2%). Or, d'après le portail internet de l'endurance équestre, la proportion de chevaux classés sur des CEN** (120 à 130 km) était de 54,29% en 2008 et de 52,85% en 2009. Le résultat obtenu est donc supérieur à la moyenne nationale.

Il est cependant intéressant de noter que les résultats ont été assez variables d'une course à l'autre. Les chevaux du groupe 1 (qui s'étaient tous classés lors de la 1^{ère} course) ont réalisé une mauvaise performance lors de la 2^{ème} course (Monpazier - septembre) : seul 1 cheval sur 4 engagés a fini la course. Bien qu'il n'y ait aucune certitude, cette contre-performance pourrait s'expliquer par plusieurs hypothèses :

- Tout d'abord le temps de transport a été long (environ 8h de transport en van) et la durée de récupération entre l'arrivée sur le site et la course a été un peu courte (arrivée mercredi soir et course le vendredi).

- Ensuite, concernant la préparation des chevaux, ceux-ci n'ont pas eu un entraînement régulier au cours de la deuxième période d'entraînement : ils ont assez peu travaillé au mois d'août (marcheur principalement) et peut-être un peu trop en comparaison avant la course durant le mois de septembre. Les chevaux du groupe 2 qui ont également peu travaillé au mois d'août mais qui ont eu leur 2^{ème} course seulement au mois d'octobre ont réalisé une bien meilleure performance (les 3 chevaux engagés se sont classés).

- Pendant la course les chevaux auraient peut-être été capables de mieux faire à des vitesses inférieures : Naya en particulier a couru à 16 km/h sur les 3 premières étapes avant d'être éliminée pour boiterie postérieure gauche.

- D'autre part, les examens endoscopiques réalisés lors des tests d'effort montraient que les chevaux souffraient de troubles respiratoires subcliniques, or ceux-ci sont une cause avérée de contre-performance.

- Enfin, la complémentation minérale des chevaux était peut-être inadaptée : les prises de sang à L1 montraient un excès de sélénium sanguin et les chevaux avaient une forte attirance pour le sel après la course.

→ Causes d'élimination

Une étude récente [43] réalisée sur 6 courses d'endurance de 120 à 144 km révèle les boiteries comme la 1^{ère} cause d'élimination suivie par les troubles métaboliques (27% des chevaux éliminés). La prédominance des boiteries comme principale cause d'élimination s'est bien retrouvée au sein des chevaux de l'étude mais pas dans ces proportions : en effet, les 4 chevaux éliminés (sur 13 engagés au total) l'ont été pour boiterie. Aucun cheval n'a été éliminé pour raison métabolique. L'absence de problème métabolique pendant les courses est un signe de préparation adéquate des chevaux et de bonne gestion de ceux-ci pendant la course. Cependant, la récurrence des problèmes locomoteurs au cours de la saison et le fait que tous les chevaux éliminés l'aient été pour boiterie suggère une faiblesse au niveau du suivi locomoteur des chevaux. Ce point sera discuté ultérieurement dans la partie concernant les pistes d'amélioration du protocole.

2. Interprétation des résultats de l'étude descriptive

a) Paramètres évalués lors de l'examen physique

a1. Poids

Le poids moyen des huit chevaux au cours de la saison était de 430 kg (\pm 8,6 kg). Cette valeur est proche d'une étude de Mathews-Martin réalisée en 2009 qui donne un poids moyen estimé de 439 kg sur 19 chevaux d'endurance présélectionnés en équipe de France. Les 8 chevaux expérimentaux ont donc un poids représentatif de celui de la population de chevaux d'endurance de haut niveau.

Concernant l'évolution du poids des chevaux au cours de la saison :

- Les chevaux ont globalement eu tendance à perdre du poids en début de saison. Cette observation coïncide avec les mesures faites sur des chevaux d'endurance sur 2 années (2005 et 2006) [21] montrant que les chevaux avaient un poids inférieur pendant les phases d'entraînement par rapport aux phases de repos. Ils perdaient du poids lors de la mise à l'entraînement et en reprenaient lors de la mise au repos. Dans notre étude, un seul cheval a pris du poids au cours des premières semaines d'entraînement (Halan). Ceci peut s'expliquer par l'état de maigreur dans lequel il est arrivé. Le début de la saison a donc été une phase de remise en état pour lui.
- Le poids des chevaux s'est ensuite stabilisé jusqu'à C1 pour diminuer après la course. La perte de poids observée après les courses s'explique en grande partie par les pertes liquidiennes importantes générées lors de l'effort prolongé. En effet l'évaporation de la transpiration est le principal mécanisme de thermorégulation chez le cheval [22]. Environ 65 % de la chaleur produite est dissipée sous forme de transpiration ce qui aboutit à une production massive de sueur : 10 à 15 L par heure soit 2 à 3,5 % du poids vif du cheval [25].
- La reprise de poids observée pour la plupart des chevaux au cours de la 1^{ère} partie de E2 pourrait s'expliquer de deux manières :
 - + D'une part la reconstitution physiologique des réserves liquidiennes et énergétiques suite à C1 ;
 - + d'autre part, la diminution de l'intensité du travail au cours de cette période (T13-T17). En effet, suite à C1, les chevaux ont tout d'abord disposé de 2 semaines de repos. Ils ont ensuite repris l'entraînement mais de manière moins intensive qu'au début de E1 : il s'agissait du mois d'Août, les personnes chargées de l'entraînement des chevaux étaient moins présentes et ceux-ci ont principalement été mis au marcheur.

La plupart des chevaux ont atteint leur poids maximal (de E2) au terme de cette période de reprise de poids c'est à dire autour de T20.

- Le poids des chevaux s'est ensuite stabilisé jusqu'à C2 (variations de faible amplitude). Suite à C2, le poids des chevaux a subi une diminution très marquée. La plupart des chevaux ont atteint leur poids minimal (de E2) après C2. De la même manière qu'après C1, les deux seuls chevaux qui ont atteint leur poids minimal à un autre moment sont des chevaux qui n'étaient pas engagés sur la course ou qui ont été éliminés rapidement et ont donc parcouru une faible distance.
- Aucune des variations de poids observées au cours de la saison n'est significative d'un point de vue statistique. Ceci peut être expliqué par la faible puissance du test liée à la petite taille de l'échantillon.
- Enfin, le poids des chevaux a varié au cours de la saison avec une amplitude de 7 à 9 % du poids vif. Ce résultat n'a pu être comparé à aucun autre du fait de l'absence de données sur le sujet dans la littérature.

D'une manière générale, le suivi du poids au cours de la saison d'entraînement présente plusieurs intérêts :

- Ajuster l'intensité du travail demandé : Un entraînement de qualité doit être adapté aux capacités et au niveau du cheval. Dans le cas d'un cheval « rond » qui ne perd pas de poids lors de la mise à l'entraînement ou d'un cheval qui a tendance à devenir « rond » au cours de la saison (ce qui s'est produit dans notre étude au mois d'Août), la question du sous-entraînement peut se poser. Au contraire, dans le cas d'un cheval cliniquement sain dont le poids baisse fortement et rapidement en dehors d'une suite de course, il se peut que la fréquence ou l'intensité du travail soient trop élevées.
- Détecter un éventuel surentraînement : Un cheval surentraîné aura tendance à perdre de l'appétit et du poids. Ces éléments, associés à d'autres paramètres comportementaux comme le manque d'entrain ou la perte d'intérêt pour l'environnement, seront autant de critères d'alerte au surentraînement.
- Adapter la ration alimentaire : Les particularités de l'effort prolongé rendent les besoins nutritionnels du cheval d'endurance très spécifiques. Par conséquent, les tables INRA ne sont pas adaptées aux athlètes de cette discipline [21]. Le suivi du poids et de la NEC sont donc indispensables à l'évaluation et l'adaptation des quantités d'aliment à distribuer.
- Prévenir l'apparition de troubles métaboliques : Langlois et col. (2006) [25] ont montré que les chevaux plus légers (<410 kg) que la moyenne ont 1,2 fois plus de risque que les individus normaux de développer des troubles métaboliques.
- Au contraire, Garlinghouse et Burill (1999) [19] ont montré que les chevaux d'un poids plus élevé avaient plus de chance d'être éliminés pour boiterie.
- Enfin, connaître le poids permet d'adapter les doses médicamenteuses lors d'un traitement ou en cas d'urgence médicale.

Le poids d'un cheval peut être connu par la mesure à l'aide d'une balance pour chevaux, par l'estimation visuelle ou encore à l'aide d'équations mettant en jeu d'autres paramètres plus facilement mesurables. Dans notre étude, les chevaux ont pu être pesés car une balance était disponible sur le site de l'ENESAD. Cependant, il n'est souvent pas possible de peser les chevaux étant donné le coût des balances pour chevaux. Plusieurs équations ont été proposées pour permettre l'évaluation du poids. Une étude récente [34] montre qu'il est possible d'évaluer de manière indirecte le poids d'un cheval à l'aide de 2 mesures simples : la hauteur au garrot (HG) et le périmètre thoracique (PT). Chez le Pur Sang Arabe, l'équation suivante a été établie :

Poids (kg) = 2,33 HG + 2,72 PT – 435 (marge d'erreur de ±26 kg)

Il en résulte qu'un centimètre de périmètre thoracique correspond à un peu moins de 3kg. Il est donc possible de suivre les variations de poids d'un cheval en mesurant régulièrement son périmètre thoracique.

a2. Etat corporel

- La NEC moyenne a diminué de manière significative ($p < 0,05$) tout au long de la saison perdant presque 1 point entre T0 et T25. Ce résultat n'a pu être comparé à aucun autre du fait de l'absence de données sur l'évolution de la NEC au cours d'une saison d'entraînement dans la littérature.
- Lors de la mise à l'entraînement (T0), la NEC moyenne était de 3,5/5 ($\sigma = 0,5$). 3 des 8 chevaux avaient à T0 une NEC = 4/5. Ces valeurs sont légèrement supérieures aux recommandations trouvées dans la littérature qui conseillent une NEC = 3/5 avant la mise à l'entraînement [21]. Par ailleurs, Geor (2005) [20] a montré qu'une NEC > 3,5/5 prédisposait les chevaux à développer des troubles métaboliques pendant la compétition. Heureusement, la NEC a diminué de manière significative ($p < 0,05$) au cours des premières semaines d'entraînement pour se stabiliser ensuite jusqu'à la semaine précédant la course (perte d'environ 0,5 point). Le seul cheval ayant repris de l'état à cette période est Halan. A son arrivée sur le site de l'ENESAD, Halan avait une NEC = 2/5.
- A partir de T10, l'état corporel moyen a toujours été inférieur à trois.
- Avant la première course, la NEC moyenne était de 3/5 ($\sigma = 0,0$) ce qui est en accord avec les recommandations de l'institut de l'élevage pour les chevaux de sport [1]. Cependant, Geor (2005) [20] recommande une NEC optimale de 2,5/5 avant une course. La NEC moyenne était plus proche de cette recommandation avant la deuxième course puisqu'elle était égale à 2,6/5 ($\sigma = 0,2$).
- Après C1, la NEC a diminué significativement ($p < 0,05$) puis légèrement réaugmenté avant de se stabiliser pour plusieurs semaines. Cette période de stabilité de la NEC correspond au mois d'Août au cours duquel les chevaux ont été moins entraînés et ont pris du poids.
- En fin de saison, la plupart des chevaux présentaient une NEC proche de 2,5/5. La valeur minimale de la saison a été atteinte après la deuxième course (T25) et était égale à 2,4/5 ($\sigma = 0,3$). Bien que plusieurs chevaux aient atteint une NEC = 2/5 à T25, aucun cheval n'a atteint le seuil critique minimal de 1,5/5 qui, d'après Geor (2005) [20], prédisposerait les chevaux à développer des troubles métaboliques en compétition.

En début de saison, les chevaux gras ont perdu et les chevaux maigres ont repris de l'état, ce qui est normal et souhaitable. Cependant, la NEC a diminué pendant la majeure partie de la saison et ne s'est pas réellement stabilisée (période de stabilité de quelques semaines seulement). Or, une fois l'état corporel optimal atteint (2,5 à 3/5 selon les auteurs), une stabilisation de celui-ci est souhaitable. Même si le seuil critique de 1,5/5 n'a été atteint pour aucun cheval, on peut s'interroger sur l'adéquation entre la quantité d'énergie de la ration et l'intensité de l'entraînement. Concernant l'apport en matières grasses de la ration, les chevaux ont reçu une supplémentation en huile de type ISIO4 30 jours avant chaque échéance. Le taux de Matière Grasse global de la ration était ainsi de 5%. Peut-être aurait-il fallu poursuivre cette supplémentation pendant toute la saison de compétition ce qui est conseillé par certains auteurs [21]. D'autre part, le taux de matière grasse total de la ration aurait pu être reconsidéré au moins pour les chevaux dont l'état est descendu jusqu'à 2/5 en fin de saison (Naya et Nazia). Le Dr Leclerc dans une intervention récente sur l'alimentation du cheval d'endurance propose par exemple d'augmenter le taux de MG de la ration à 7% lors des périodes de compétition. Les fabricants d'aliment considèrent quant à eux qu'un aliment pour cheval d'endurance doit être enrichi en lipides et proposent des taux de MG compris entre 5 et 16% [21]. Dans tous les cas le taux de 5% est plutôt dans les valeurs basses.

En conclusion, le suivi de la NEC permet comme le suivi du poids d'ajuster l'intensité du travail demandé, de détecter un éventuel surentraînement, d'adapter la ration alimentaire ou encore de prévenir d'éventuels troubles métaboliques. Le guide pratique de notation de l'état

corporel élaboré par l'institut de l'élevage et l'INRA [1] propose la démarche suivante pour les chevaux de sport au travail :

- mise au travail : établissement de l'état corporel initial pour réaliser l'ajustement des apports alimentaires par rapport aux objectifs d'état corporel souhaités ;
- 6-8 semaines après la mise au travail : correction éventuelle du niveau des apports et de la composition du régime alimentaire selon les caractéristiques du travail (durée, intensité, tempérament du cheval) ;
- début de saison de compétition ou de travail intense : établissement de l'état corporel initial et ajustement des apports alimentaires par rapport aux objectifs de l'état corporel optimum retenu pour la période de compétition envisagée ;
- mi-saison (1,5-2 mois après et régulièrement) : ajustement éventuel des apports et de la nature de régime alimentaire selon l'intensité du travail ;
- fin de saison : vérification de l'état corporel, ajustement des apports alimentaires, changement de régime alimentaire pour la saison de repos et une remise en état éventuelle.

Bien que l'évaluation de l'état corporel soit subjective puisque fondée sur des critères visuels et manuels, celle-ci donne une information précise sur l'état d'adiposité, à la différence du poids. Une variation de poids est plus difficile à interpréter qu'une variation d'état corporel, car elle peut aussi bien être due à une perte liquidienne importante qu'à une diminution de la masse adipeuse. Le poids est également lié aux contenus digestif et utérin. En outre, le système de notation de l'état corporel est indépendant de la conformation ou des mesures corporelles du cheval, il est donc un indicateur plus précis des réserves adipeuses.

D'autre part, dans la littérature, la NEC est plus souvent rapportée comme un paramètre influençant la performance que le poids (Cf. partie III. B. 3. c)) ce qui justifie d'autant son suivi.

Enfin, le suivi de la NEC est particulièrement facile à mettre en œuvre. Il existe 2 systèmes de notation : celui de Henneke (1985) dans lequel les notes varient de 1 (émacié) à 9 (extrêmement gras) et celui développé par l'INRA dans lequel les notes varient de 0 (émacié) à 5 (obèse) et qui a été utilisé dans cette étude. Ces 2 systèmes s'avèrent faciles à utiliser, précis et fiables. D'après Dunkel et Wilkins (2004) [15] les seuls inconvénients de la NEC sont sa subjectivité (variable d'un examinateur à un autre et requiert de l'entraînement), son manque de sensibilité et l'absence d'unités internationales, à la différence du poids. Le poids et l'état corporel sont donc deux mesures complémentaires.

Par ailleurs, chez l'athlète humain, l'état d'adiposité est communément évalué par la mesure du pli cutané. Une étude récente réalisée par Ménager en 2010 [34] et menée sur 239 chevaux a montré que le pli cutané en arrière de l'épaule était significativement plus épais chez les chevaux éliminés sur les courses d'endurance. La mesure du pli cutané, moins subjective que la NEC, pourrait donc être utilisée pour suivre l'état d'embonpoint du cheval.

a3. Condition physique

La majorité des chevaux ont présenté une condition physique notée moyenne lors des 1ères semaines de mise à l'entraînement et bonne pour le reste de la 1^{ère} période d'entraînement. Ce résultat montre que la condition physique s'améliore en quelques semaines lors de la reprise de l'entraînement. Cela pourrait être expliqué par l'adaptation musculaire (transformation d'une partie des fibres musculaires IIB anaérobies en fibres musculaires IIA mieux adaptées à l'endurance) qui se fait en 15 jours de travail [28] ainsi que l'adaptation des systèmes cardiovasculaire et respiratoire. Par ailleurs, 2 chevaux ont présenté une condition physique moyenne peu après la 1^{ère} course, témoignant sans doute d'une légère difficulté de récupération. Enfin, 4 chevaux ont présenté une condition physique moyenne ou intermédiaire pendant la période T18-L2, c'est à dire suite au mois d'Août au cours duquel l'entraînement était moins intense.

a4. Appétit

Au cours de la saison, l'appétit a varié essentiellement de « normal » à « très bon » pour l'ensemble des chevaux. L'évaluation de l'appétit n'est pas à négliger dans le cadre du suivi médico-sportif du cheval de sport : comme pour tous les chevaux, une baisse d'appétit peut être le signe d'une affection débutante ou d'une douleur mais dans le cas du cheval de sport, elle peut également être un signe de surentraînement si elle est associée à une perte d'intérêt du cheval et une mauvaise récupération à l'effort [28].

a5. Aspect des crottins

Alors qu'à l'état naturel le cheval passe 2/3 de son temps à s'alimenter de fourrages verts, le cheval athlète reçoit une alimentation fractionnée en plusieurs repas incluant un aliment riche en énergie nécessaire à couvrir les besoins. Ces rations énergétiques peuvent être mal tolérées par le cheval et provoquer des ulcères gastriques, des diarrhées, coliques et entérotaxémies dues au déséquilibre de l'écosystème du gros intestin [21]. Le suivi de l'aspect et de la quantité des crottins donne des informations utiles sur l'adéquation de l'alimentation à l'individu et permet de la réajuster en cas d'anomalie. Dans notre étude, les chevaux ont présenté majoritairement des crottins normaux au cours de la saison. La ration distribuée, composée de 75% de foin de prairie naturelle et de 25% d'aliment concentré en 2 repas, leur convenait globalement bien. Seuls 2 chevaux ont eu des crottins pâteux : Naya à T0 et T19 et Halan à T1. Kebar a présenté une diarrhée entre T3 et T4. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette modification des fèces :

- En tout début de saison (T0 et T1), cela peut être mis en relation avec le stress lié à l'adaptation à un nouvel environnement et à la mise à l'entraînement (le stress est en effet une cause de diarrhée chez le cheval de sport [32]) ;
- pour Halan à T1 et Kebar entre T3 et T4, la modification de l'aspect des fèces faisait suite à une vermifugation (Equimax ®) ;
- pour Naya à T19, les crottins sont devenus pâteux suite au changement de foin.

Enfin, un cheval a présenté une diminution de la quantité de crottins le lendemain d'une course de 40 km. Son box avait par ailleurs un aspect « défait ». Cela n'était associé à aucun élément anormal de l'examen clinique et s'est rapidement normalisé.

a6. Comportement et souplesse

Au début de la saison, les chevaux ont dû s'adapter à un nouvel environnement pour 5 des 8 individus du lot (les 3 autres étaient déjà présents sur le site de l'ENESAD), à de nouveaux cavaliers ainsi qu'à la reprise de l'entraînement. Cela s'est traduit par une variation de certains paramètres comportementaux en début de saison qui se sont stabilisés par la suite. Les chevaux qui avaient tendance à s'échapper et/ou se raidir au montoir en début de saison ont rapidement cessé de bouger au montoir. La proportion de chevaux notés « alertes » ou « sur le gaz » lorsqu'ils étaient montés lors des 1ères semaines d'entraînement a nettement diminué de T0 à T5. Les chevaux ont majoritairement été notés « calmes » par la suite. Enfin, Les réactions à l'imprévu fortes et modérées étaient plus fréquentes en début de saison et quasi-inexistantes à la fin de E1. Ces résultats correspondent à la phase d'adaptation mentale du cheval d'endurance souvent évoquée dans la littérature. Le Dr Leclerc, dans une intervention récente [29], nous rappelle l'importance de cette étape dans l'entraînement du cheval d'endurance. En effet, le cheval est un animal naturellement sujet au stress, ce qui est nuisible à sa réussite. L'endurance exige du cheval calme, décontraction dans les allures, acceptation de l'inhabituel. Il doit également être capable de travailler en groupe tout en étant désensibilisé à son instinct grégaire pour pouvoir se départager après le départ groupé d'une course [28]. Dans notre étude, les autres paramètres comportementaux évalués ont montré que les chevaux présentaient plusieurs de ces qualités. Les chevaux sont en effet apparus calmes au box, calmes et alertes à pied et indifférents avec les autres chevaux, ce qui indique une bonne tolérance au travail en groupe.

Au niveau individuel, certains chevaux sont apparus plus stressés que d'autres. Langlois et Robert (2008) [26] ont montré que les animaux les plus jeunes manquant d'expérience et moins entraînés étaient plus sensibles au stress. Les résultats obtenus dans notre étude sont différents. Bibor s'est en effet distinguée comme étant le cheval le plus stressé du lot et est également le cheval le plus âgé du lot (13 ans) mais elle était, avant le début de la saison, un des chevaux les moins entraînés. Nazia et Naid étaient parmi les chevaux les plus calmes et sont également les 2 plus jeunes chevaux du lot (respectivement 7 et 8 ans).

Concernant la souplesse, nous avons constaté que la proportion de chevaux notés "très souples" était plus importante en début de saison et diminuait ensuite. A partir de T6, les chevaux étaient majoritairement notés souples mais aucun cheval n'a plus été noté "très souple". Cette légère diminution de la souplesse pourrait être l'expression de problèmes musculaires révélés lors de la mise à l'entraînement. Dans notre étude, nous avons pu constater que les chevaux les plus raides à froid étaient Naya et Bibor qui comptaient parmi les chevaux les plus âgés du lot (respectivement 11 et 13 ans) et donc les plus susceptibles de présenter des raideurs musculaires. A l'inverse, le cheval le plus souple (Zaaf) à chaud comme à froid se situait plutôt dans les jeunes chevaux du lot (9 ans). Il était également un des 2 chevaux à avoir été classé sur les 2 courses. Cependant certains chevaux expérimentés comme Halan (11 ans) ont tout de même été parmi les chevaux les plus souples à chaud comme à froid. Le fait que les chevaux aient été notés majoritairement souples au cours de la saison est un point très positif. En effet, en endurance la souplesse améliore la faculté d'adaptation aux différents terrains et reliefs des épreuves. Elle optimise également le déplacement du cheval en favorisant la décontraction dans le travail et en réduisant de ce fait le coût énergétique du déplacement. Ces éléments justifient l'intérêt du suivi de la souplesse des athlètes équités au cours de la saison et peuvent conduire cavaliers et entraîneurs à inclure des séances de dressage dans le programme d'entraînement afin de développer celle-ci [28].

b) Paramètres évalués lors de l'examen clinique

b1. Fréquence cardiaque

Au niveau de la population, notre étude n'a pas permis de mettre en évidence des tendances marquées d'évolution de la FC moyenne au repos au cours de la saison d'entraînement. Un point mérite cependant d'être souligné et expliqué. La fréquence cardiaque moyenne a été irrégulière en début de saison, pendant les 5 premières semaines d'entraînement (variations de faible amplitude mais significatives $p < 0,05$). Les valeurs extrêmes de la FC au cours de l'ont d'ailleurs été atteintes à cette période (FCmin à T1 et FCmax à T3). Cette irrégularité de la fréquence cardiaque n'a plus été observée pendant le reste de la saison. Ces variations de la FC pourraient être liées au stress induit par l'arrivée dans un nouvel environnement et par la mise à l'entraînement. Cette hypothèse est étayée par le fait que les chevaux qui ont présenté une valeur haute de FC durant les 1ères semaines d'entraînement ne présentaient majoritairement pas de troubles cliniques et/ou de cause de douleur avérée. Les autres variations de la FC moyenne au repos observées au cours de la saison sont toutes de faible amplitude et non significatives d'un point de vue statistique ce qui rend difficile leur interprétation.

Au niveau individuel, notre étude n'a pas permis de mettre en évidence de variation de la FC commune à tous les chevaux. Elle a montré que chaque cheval avait une FC au repos qui lui était propre. D'après E. Van Erck-Westergern [50], la FC au repos n'est pas un indicateur fiable de la capacité cardiaque pour diverses raisons et, en particulier, du fait que la seule présence d'un congénère à proximité peut augmenter cette FC au repos. Les paramètres mieux corrélés à la capacité cardiaque sont d'après l'auteur, la récupération cardiaque après effort et la vitesse d'un cheval à une FC donnée (par exemple V160 : vitesse à laquelle le cheval atteint une FC de 160 bpm). Cependant dans notre étude, la FC moyenne au repos était bien corrélée à la capacité de récupération cardiaque et au niveau d'entraînement. Naya par exemple, a présenté la FC moyenne la plus basse sur la saison ainsi que les meilleurs temps de récupération pendant les courses et après l'effort, elle était par ailleurs considérée comme la meilleure jument du lot. De la même manière, Halan, le cheval le plus expérimenté du lot, a présenté une FC moyenne basse ainsi que des temps de récupération rapides pendant et juste après l'effort. Au contraire, Bibor, le cheval le moins entraîné du lot a présenté la FC moyenne la plus élevée et des difficultés de récupération lors de la course à laquelle elle a participé. Une étude récente (Esser et Lidner 2008) [16] réalisée sur 7 chevaux d'endurance révèle d'ailleurs une bonne corrélation entre la fréquence cardiaque au repos (mesurée de manière répétée) et la capacité de récupération cardiaque. Or on sait que la récupération cardiaque est un outil d'évaluation du niveau d'entraînement : les chevaux entraînés récupèrent plus vite que les chevaux non-entraînés [11]. Il semble donc que si une mesure isolée de la FC au repos ne peut en effet pas être un indicateur fiable de la capacité cardiaque et donc du niveau d'entraînement, des mesures répétées de la FC au repos tout au long d'une saison d'entraînement, en prenant soin de mesurer la FC sur un cheval tranquille, seul au box, pourraient être un indicateur du niveau d'entraînement du cheval.

Nous avons par ailleurs constaté que les FC individuelles les plus hautes étaient le plus souvent associées à d'autres anomalies de l'examen clinique (Cf. annexes 36a et 36b) : éléments susceptibles de générer de la douleur (crevasses, brûlures, boiteries, engorgements), symptômes respiratoires (FR élevée, toux), signes discrets de déshydratation. 6 chevaux ont d'ailleurs atteint leur FC maximale la semaine suivant une des 2 courses. La mesure régulière de la FC permet donc de détecter toute valeur supérieure à celles habituellement mesurées chez un cheval et doit amener à en investiguer les causes.

En conclusion, nous retiendrons que le suivi de la FC au repos présente l'avantage d'être simple à réaliser, précis, non invasif et apporte de nombreuses informations tant sur le niveau d'entraînement du cheval que sur un éventuel problème dont la cause devra être recherchée

(environnementale, physiologique ou médicale). D'autre part, la mesure de la FC à l'aide d'un stéthoscope s'accompagne d'une auscultation cardiaque qui permet la détection de troubles du rythme ou de bruits cardiaques anormaux.

Enfin, d'autres paramètres cardiaques sont couramment utilisés pour l'évaluation du niveau d'entraînement du cheval d'endurance :

- la mesure de la FC à l'effort ;
- l'évaluation de la récupération cardiaque qui sera décrite un peu plus loin (Cf.III. B. 3. d).

D'autres paramètres, moins utilisés en routine, permettent d'évaluer la capacité cardiaque : les mesures des dimensions cardiaques par échocardiographie, l'estimation de la masse myocardique, le calcul de la fraction d'éjection systolique, le score cardiaque ou encore la variabilité du rythme cardiaque (VRC) [50].

b2. Paramètres respiratoires

Les chevaux ont globalement présenté une FR normale tout au long de la saison. Cependant plusieurs d'entre eux ont présenté des troubles respiratoires : principalement subcliniques, révélés par l'analyse des prélèvements de LT et LBA (neutrophilie élevée et bactériologies positives pour plusieurs chevaux), mais également cliniques (Halan : allergie respiratoire avec toux et jetage, Bibor : toux, Kebar : jetage nasal séreux et toux).

La survenue de troubles respiratoires chez plusieurs chevaux du lot n'est pas surprenante compte tenu des résultats présentés dans la littérature. En effet, plusieurs auteurs ont montré la forte prévalence des affections respiratoires chez les chevaux de course et leur impact sur la performance. A titre d'exemple, Richard et col [39] ont montré que 33 des 38 trotteurs jugés contre-performants dans leur étude présentaient au moins une affection respiratoire subclinique.

L'étiologie des troubles respiratoires est multifactorielle (Cf. introduction). Parmi les facteurs qui ont pu favoriser l'apparition de troubles respiratoires chez les chevaux du projet PEPCE, on peut citer :

- l'âge de certains chevaux : par exemple, Halan âgé de 13 ans (cheval le plus âgé du lot) a été le cheval ayant présenté les troubles respiratoires les plus visibles cliniquement (toux et jetage) ; Naya âgée de 11 ans et Bibor âgée de 13 ans ont présenté une bactériologie positive du LBA ;
- l'entraînement intensif, les transports répétés et la proximité avec de nombreux congénères pendant les compétitions pourraient prédisposer les chevaux d'endurance au développement et à la transmission de maladies respiratoires infectieuses [51] ;
- les intubations naso-gastriques répétées liées au protocole du projet PEPCE pourraient favoriser et entretenir les infections observées ;
- enfin, peut-être qu'une amélioration de la ventilation des écuries (en particulier lors des périodes de changement de stocks des foin) aurait été nécessaire.

En conclusion, on retiendra qu'étant donné le rôle majeur des affections respiratoires dans les problèmes de contre-performance, le suivi de la fréquence respiratoire, l'auscultation respiratoire et la détection de signes tels que toux ou jetage sont autant d'éléments devant être intégrés dans le suivi médico-sportif de l'athlète équin. Cependant, si le suivi de ces différents paramètres est nécessaire, il n'est pas suffisant. En effet, la plupart des affections respiratoires sont subcliniques et leur diagnostic définitif nécessite la réalisation d'examen complémentaires. Dans une étude récente de Richard et col. [38], le diagnostic définitif d'affections respiratoires subcliniques chez un groupe de 15 trotteurs français a été permis par l'examen cytologique du LBA (% de neutrophiles $\geq 10\%$). En revanche, ils précisent que la détection de ces affections a été faite grâce à un test d'effort. Ils montrent que la lactatémie d'effort et la VLA4 sont plus sensibles que la FC à l'effort et sont les paramètres les plus

discriminants en cas d'affection respiratoire subclinique. On retiendra donc la valeur des tests d'effort dans le cadre du suivi médico-sportif du cheval d'endurance et leur aide précieuse pour la détection d'affections respiratoires subcliniques ainsi que la nécessité dans certains cas de réaliser des examens complémentaires plus invasifs dans le but d'établir un diagnostic définitif et de mettre en place un traitement adapté.

b3. Couleur des muqueuses

Communément, on considère comme normale une coloration rose des muqueuses.

Dans notre étude, la majorité des chevaux ont présenté des muqueuses buccales roses tout au long de la saison, indiquant globalement une bonne circulation périphérique et un bon état d'oxygénation sanguine. Une proportion de chevaux significativement plus faible ont présenté des muqueuses roses pâles. Bibor est le seul cheval à avoir présenté des muqueuses congestives, sans doute en relation avec son tempérament stressé puisque le reste de l'examen clinique était normal. 3 chevaux ont présenté des muqueuses buccales pâles à un moment donné de la saison. Cela était associé dans 2 cas sur 3 à un TRC ou une durée de persistance du PP augmentée suggérant un état de déshydratation discret. La pâleur des muqueuses n'était associée à aucun autre signe anormal tel que fatigue ou hyperthermie qui auraient pu être évocateurs d'une anémie.

Les muqueuses oculaires ont été notées globalement plus pâles que les muqueuses buccales. Leur coloration a varié de pâle à rose chez tous les chevaux, les couleurs « rose pâle » puis « pâle » étant les plus fréquemment observées. Aucun cheval n'a présenté de muqueuses oculaires congestives. D'après les résultats de notre étude, il semble qu'une pâleur des muqueuses oculaires ne doit pas être considérée comme une pâleur des muqueuses buccales. En effet, plusieurs chevaux de l'étude présentaient des muqueuses oculaires pâles associées à des muqueuses buccales roses.

L'examen des muqueuses est simple, rapide, non invasif et donne des informations principalement sur l'état de la circulation périphérique et de l'oxygénation du sang mais également sur l'état d'hydratation (humidité ou sécheresse des muqueuses). Il permet en outre de détecter une éventuelle anémie, hémolyse ou problème hépatique (coloration jaunâtre). Pour ces raisons et en tant qu'élément indispensable de l'examen clinique, il doit faire partie du suivi médico-sportif du cheval d'endurance. Cependant, on est en droit de se demander s'il est nécessaire d'évaluer à chaque examen clinique de routine la couleur des muqueuses oculaires et buccales. Notre étude n'a pas permis de démontrer un intérêt particulier du suivi de la couleur des muqueuses oculaires. Il semble donc que le suivi de la couleur des muqueuses buccales soit suffisant dans le cadre d'examens de routine. Ce point sera discuté dans la partie concernant l'étude des corrélations entre la couleur des muqueuses oculaires et buccales.

b4. Température rectale

Chez le cheval adulte, la température rectale normale est située entre 37,0°C et 38,0°C. Dans notre étude, les températures rectales individuelles, prises au repos, étaient comprises entre 36,1°C et 38,0°C. Elle sont donc restées dans des valeurs physiologiques chez tous les chevaux pendant toute la saison.

Les variations de la température rectale moyenne, aussi bien au niveau de la population qu'au niveau individuel ont été de faible amplitude :

- La température moyenne a atteint un 1^{er} maximum à T0 et a ensuite diminué significativement ($p < 0,05$) de T0 à T1. Cette variation pourrait s'expliquer par le stress de certains chevaux du lot à T0 pour qui cette semaine correspondait au démarrage du protocole expérimental, de l'entraînement et faisait parti d'une phase de découverte d'un nouvel environnement. Or, le stress est un des facteurs pouvant provoquer des variations physiologiques de la température [6].

- Ensuite il est intéressant de constater que la température moyenne a augmenté progressivement pendant les 1ères semaines de mise à l'entraînement aussi bien au cours de E1 (de T1 à T5 – augmentation non-significative) qu'au cours de E2 (de T14 à T17 – augmentation significative $p < 0,05$) alors qu'elle a diminué pendant la phase de repos (de T12 à T14 – diminution non-significative). Cela suggère que le degré d'activité physique pourrait avoir une influence sur la température au repos, ce qui n'est pas rapporté aujourd'hui dans la littérature. Il est clairement démontré que la température corporelle augmente physiologiquement lors de l'effort [22] mais aucune étude ne s'est penchée sur le suivi de l'évolution de la température au repos au cours d'une période d'entraînement. Ce résultat est cependant à considérer avec précautions d'une part étant donné le faible effectif de notre étude, d'autre part car les variations de la température moyenne sont de très faible amplitude, enfin car celles-ci ne reflétaient pas totalement les variations de température individuelles. En effet, la température a augmenté de T1 à T5 et de T14 à T17 pour seulement la moitié des chevaux. Elle a diminué de T12 à T14 également pour la moitié des chevaux. Le fait que le degré d'activité physique puisse avoir une influence sur la température au repos est donc une piste à explorer mais notre étude ne permet pas de tirer de conclusion.
- Les autres variations de la température moyenne observées au cours de la saison sont toutes de faible amplitude, statistiquement non significatives et ne permettent pas de dégager une tendance particulière (évolution hétérogène). Ces petites variations physiologiques, sans grandes conséquences peuvent avoir de multiples causes telles que le climat (incluant la température extérieure et l'hygrométrie), le cycle sexuel, le stress ou l'âge, les jeunes ayant normalement une température plus élevée [6]. Il est vrai que Kebar, un des chevaux les plus âgés du lot (11 ans) a présenté la température moyenne la plus basse au cours de la saison ($36,9^{\circ}\text{C}$ - $\sigma = 0,4$). Cependant, Bibor, le cheval le plus âgé (13 ans), a présenté la température moyenne la plus élevée ($37,4^{\circ}\text{C}$ - $\sigma = 0,2$) ce qui est sans doute à mettre en relation avec son tempérament stressé. Nazia et Naid, les 2 chevaux les plus jeunes ont présenté une température moyenne de $37,2^{\circ}\text{C}$ ($\sigma = 0,3$) c'est à dire plus basse que plusieurs chevaux plus âgés qu'eux. Cette différence entre ce qui est décrit dans la littérature et les résultats obtenus dans notre étude ne peut cependant mener à aucune conclusion étant donné la petite taille de l'échantillon et la faible répartition des âges des sujets expérimentaux (ceux-ci s'échelonnent seulement de 7 à 13 ans).
- Au niveau de la population, les températures moyennes maximales ont été atteintes à T0 et T10 pour E1 et T17, C2 et T25 pour E2, soit plutôt en 2^{ème} partie des périodes d'entraînement (excepté T0). Cependant, ces maxima ne sont pas le reflet des maxima individuels et sont donc difficiles à interpréter. Les chevaux ont tous atteint leur température maximale à des moments variés de la saison.
- Au niveau individuel, la survenue de la température maximale était associée dans la majorité des cas à d'autres anomalies de l'examen clinique. Pour donner quelques exemples : Halan a présenté une température maximale de $37,7^{\circ}\text{C}$ à T23 en même temps qu'une boiterie de grade 4/5 liée à la présence d'un suros actif en regard du canon du membre antérieur droit. Belik a présenté une température maximale de $38,0^{\circ}\text{C}$ associée à une condition physique moyenne et un déplacement difficile du à une réaction au Tifène® au passage de sangle. Le tableau présentant les températures maximales des chevaux et les éléments anormaux de l'examen clinique associés peut être consulté en annexe 37a et 37b. Ces résultats suggèrent qu'une variation de température, même dans les normes physiologiques et de faible amplitude, peut avoir une signification pathologique qui peut être confirmée ou non en fonction des autres paramètres de l'examen clinique.

Le suivi de la température corporelle permet, dans le cadre d'un examen clinique classique, la détection d'une éventuelle hyperthermie dont le praticien devra déterminer les causes. Dans le cadre d'un suivi médico-sportif, la prise de température régulière donne des informations supplémentaires. En effet, ce suivi apporte une bonne connaissance de la température normale

de chaque individu et permet de détecter plus finement une augmentation de celle-ci qui, si elle n'atteint pas le seuil de l'hyperthermie, peut néanmoins avoir une signification pathologique.

b5. Temps de recoloration capillaire et durée de persistance du pli de peau

En endurance, les 2 paramètres habituellement utilisés pour évaluer l'état d'hydratation d'un cheval sont le TRC, mesuré par simple pression d'un doigt sur la gencive et étant considéré comme le plus fiable, et la durée de persistance du PP à l'épaule étant considérée comme un signe de faible fiabilité, variable d'un cheval à l'autre, et lié à l'état d'engraissement du tissu sous-cutané autant qu'au niveau de déshydratation [48]. Nous avons choisi d'utiliser ces 2 paramètres mais également d'effectuer la mesure du pli de peau à l'encolure pour mettre en évidence une éventuelle différence de durée ou de précision entre ces 2 localisations anatomiques qui sera discutée ultérieurement.

Globalement, les chevaux ont présenté un bon état d'hydratation puisque les paramètres mesurés étaient majoritairement bas pendant toute la saison : le TRC a presque toujours été $\leq 2s$, c'est à dire dans les valeurs physiologiques [3], le PPépaule était très bas ($< 1s$) ou moins souvent bas ($1s \leq PP < 2s$), le PPencolure était majoritairement bas ($1s \leq PP < 2s$) bien qu'une proportion variable de chevaux aient présenté un $PPencolure \geq 2s$ pendant la majeure partie de la saison.

Ces paramètres ont subi de faibles variations à certains moments de la saison :

- La proportion de chevaux présentant un $TRC = 2s$ a augmenté entre les semaines T14 et T18. Ces semaines correspondent aux mois d'été (période du 08/07 au 05/08 pour le groupe 1 et période du 30/07 au 26/08 pour le groupe 2). La chaleur et la sécheresse de cette période ont peut-être eu une influence, bien que faible, sur l'état d'hydratation des chevaux. Difficile cependant de conclure puisque nous n'avons pas constaté d'augmentation de la durée de persistance du PP à cette période.
- La proportion de chevaux présentant un $PPencolure \geq 2s$ était légèrement augmentée suite aux courses (T12 et T25) mais cela n'était pas associé à une augmentation du TRC ou de la durée de persistance du PP à l'épaule.
- Enfin, un seul cheval a présenté un état de déshydratation suite à 2 courses : le lendemain d'une course de 40 km ($TRC = 2,5s$, $PPencolure = 3s$, quantité de crottins diminuée) et suite à la 2^{ème} course ($PPencolure = 2,5s$ à T25).

Etant donné les pertes hydriques engendrées par les courses, on aurait pu s'attendre à observer plus de signes de déshydratation suite aux courses. Cependant, il est important de rappeler que les examens cliniques post-course qui ont été pris en compte dans notre étude sont ceux des semaines T12 et T25, réalisés 4 à 5 jours après les courses. Si l'on s'intéresse aux examens qui ont eu lieu le lendemain des courses, les signes de déshydratation ont été plus nombreux et plus marqués. Il semble donc que ces quelques jours ont été suffisants dans la grande majorité des cas pour que l'état d'hydratation redevienne normal.

La déshydratation est un risque encouru par tout cheval d'endurance de haut niveau. A titre d'exemple, un cheval de 450 kg courant à une vitesse de 16 km/h pendant 130 km va perdre 20 à 40L de sueur [33]. Une étude réalisée sur la saison 2003-2004 sur 6 courses de 120 à 140 km [43], montre que parmi la population de chevaux ayant nécessité des soins pendant ou à la fin de l'épreuve, 36% présentaient des signes de déshydratation (devant les signes de fatigue, de colique et de symptômes locomoteurs). Ces éléments justifient l'importance du suivi de l'état d'hydratation en particulier pendant les jours et les semaines suivant les courses mais également pendant toute la saison. En effet, des sessions d'entraînement intenses, par temps sec et chaud ou encore la réalisation de tests d'effort sont autant d'éléments induisant des pertes hydriques et possiblement un état de déshydratation. La mesure du TRC et de la durée de persistance du pli de peau ne sont pas les seuls paramètres cliniques pouvant aider à la

détection d'un état de déshydratation débutant ou installé. Le praticien pourra également observer des muqueuses sèches, une diminution de la diurèse, des crottins secs et en faible quantité, une diminution du transit et, dans les cas les plus graves, un cheval faible ayant un pouls très peu frappé [25].

Enfin, l'état de déshydratation peut être objectivé par une simple prise de sang : la perte liquidienne engendrée par les courses entraîne une hémococoncentration. Bénamou-Smith et coll. (2006) [5] ont montré que l'hématocrite après la course était de 23 à 25 % plus élevé que celui précédant la course, et que les protéines augmentaient de 12% (résultats significatifs).

b6. Auscultation digestive

Dans notre étude, les chevaux ont présenté majoritairement des bruits digestifs d'intensité normale dans les 4 cadrans tout au long de la saison. Aucun cheval n'a présenté de colique.

Plusieurs chevaux ont présenté des bruits digestifs d'intensité augmentée dans au moins un des 4 cadrans à différents moments de la saison, principalement au début et en fin de saison :

- 4 chevaux ont présenté des bruits digestifs d'intensité augmentée à plusieurs reprises principalement entre T0 et T2. Pour 2 d'entre eux cette observation était associée à la survenue de crottins pâteux. La nervosité étant une cause avérée d'augmentation du péristaltisme intestinal et pouvant être une cause de diarrhée [53, 32], l'augmentation de l'intensité des bruits digestifs relevée à cette période pourrait être en relation avec le stress généré par l'adaptation à un nouvel environnement et le démarrage de l'entraînement.
- 5 chevaux ont présenté des bruits digestifs d'intensité augmentée en fin de saison. Cette observation est difficile à interpréter puisque, dans la majorité des cas, le reste de l'examen clinique était normal. Dans un cas, l'augmentation de l'intensité des bruits digestifs était associée à la survenue de crottins pâteux à la suite d'un changement alimentaire (changement de foin).
- L'augmentation de l'intensité des bruits digestifs s'est produite avec une répartition égale dans les 4 cadrans.

Plusieurs chevaux ont présenté des bruits digestifs d'intensité diminuée dans au moins un des 4 cadrans, principalement entre C1 et T15 et presque toujours associés à un examen clinique normal. Deux hypothèses pourraient expliquer cette diminution :

- L'intervalle T12-T15 correspond à une période de moindre activité physique pour les chevaux. En effet, T12-T14 est la phase de repos faisant suite à la 1^{ère} course et T15 correspond à la reprise de l'entraînement mais avec une intensité moins soutenue qu'avant la course, les chevaux ayant été mis principalement au marcheur. Or, le manque d'activité physique est une cause reconnue de ralentissement du transit intestinal. La diminution d'intensité des bruits digestifs pourrait donc être due à une baisse d'activité physique.
D'autre part, bien que la semaine T26 n'ait pas été considérée dans cette étude, les examens cliniques de cette semaine étaient disponibles pour les chevaux du G1 et ont montré que tous les chevaux ont eu des bruits digestifs d'intensité diminuée dans au moins un des 4 cadrans à T26, ce qui irait dans le sens de l'hypothèse précédente.
- Il est également important de rappeler que des mesures de digestibilité ont été effectuées 9j après chaque course. Ces mesures (digestibilité totale apparente de la ration, temps de transit des aliments et activité microbienne digestive) consistaient en des prélèvements réguliers de fèces pendant 4 jours. Les chevaux, habituellement au paddock la majeure partie du temps, étaient principalement au box durant ces 4 jours afin de faciliter les prélèvements. Il est probable que la baisse d'activité physique liée à l'hébergement en box ait joué un rôle dans la diminution du transit relevée à cette période.
- 4 chevaux ont présenté ponctuellement des bruits digestifs d'intensité diminuée à d'autres moments de la saison que la période C1-T15. Cette observation est difficile à interpréter puisque, dans la majorité des cas, le reste de l'examen clinique était normal. Dans un cas, cela était associé à un début de colique (douleurs abdominales) survenu 2j après l'examen clinique au cours duquel l'intensité des bruits digestifs était diminuée et qui s'est résolu rapidement.
- Les bruits digestifs ont plus souvent été augmentés en regard du cadran inférieur droit c'est à dire du caecum et du côlon ventral droit.

L'auscultation digestive, non invasive et facile à réaliser, donne une information sur l'intensité des bruits digestifs, sur la qualité de ces derniers. Certaines variations de l'intensité des bruits digestifs peuvent être physiologiques chez le cheval. C'est le cas par exemple de la diminution progressive des bruits intestinaux communément observée au cours des courses d'endurance : ce signe est considéré comme physiologique tant qu'il ne survient pas trop tôt au cours de l'épreuve ou tant qu'il n'y a pas une disparition totale des bruits digestifs [48]. D'autres facteurs tels que la nervosité, un léger changement alimentaire [53] ou une baisse modérée de la prise de boisson peuvent induire des variations du transit le plus souvent sans conséquence pour le cheval. La majeure partie des variations de l'intensité des bruits digestifs des chevaux de notre étude étaient de cet ordre là.

Cependant, une variation de l'intensité des bruits digestifs doit toujours être considérée avec soin car celle-ci peut également être le signe d'un dysfonctionnement grave et dans certains cas être une urgence chirurgicale. Des bruits digestifs d'intensité fortement diminuée ou une absence totale de bruits à l'auscultation peuvent être le signe d'un iléus, d'une stase, d'une hypoperfusion intestinale ou encore d'une péritonite [53]. A l'inverse, des bruits digestifs d'intensité fortement augmentée peuvent être le témoin d'une colique spasmodique, d'une entérite ou encore du déplacement d'un segment intestinal [53]. Enfin, le cheval athlète est prédisposé à certaines pathologies justifiant une auscultation digestive régulière. En effet, son alimentation fractionnée et riche en énergie peut conduire à un déséquilibre de l'écosystème du gros intestin pouvant être responsable de diarrhées, coliques ou entérotoxémies [21].

c) Paramètres évalués lors de l'examen locomoteur

c1. Examen statique

La majorité des chevaux ont présenté un examen statique normal sur la plus grande partie de la saison. Les principales anomalies rencontrées ont été des **affections cutanées** (crevasses majoritairement) et des **atteintes du système locomoteur** (engorgements principalement).

→ Certaines anomalies de l'examen statique sont survenues principalement suite aux efforts longs :

- Les **engorgements** (un membre ou plus) sont les anomalies qui ont été le plus fréquemment relevées dans notre étude (18 cas). Un engorgement est une déformation d'une ou plusieurs régions du membre. Elle peut être diffuse, correspondre à une effusion articulaire ou encore à une déformation des tissus mous (tendon, ligament, capsule articulaire) [45]. Les engorgements ont été présents pour plus de la moitié en regard des boulets (8 cas) mais également dans la région du canon (7 cas) (membres antérieurs dans 5 cas et postérieurs dans 1 cas, localisation non précisée dans 1 cas). Dans 3 cas, la localisation anatomique n'était pas précisée. 14 cas sur 18 sont survenus suite aux efforts longs.

Afin de comprendre et analyser les causes des engorgements observés, il est nécessaire de connaître les différentes affections pouvant entraîner un engorgement. Celles-ci ont été répertoriées sur les 2 tableaux suivants d'après [13] :

Tableau 40 : Affections pouvant entraîner un engorgement dans la région du canon d'après [13]

Engorgements de la région du canon									
Affections tendineuses			Affections péri-tendineuses						
Tendinites : + TFSD* + TFPD**	Desmopathies du ligament suspenseur du boulet	Desmopathie des ligaments accessoires : Bride carpienne Bride radiale	Œdème péri-tendineux	Trauma des structures péri-tendineuses	Stase vasculaire	Vasodilatation due à une inflammation sous-jacente	Lymphangite	Ténosynovite pure	Desmite des ligaments annulaires palmaires

* TFSD = tendon fléchisseur superficiel du doigt

** TFPD = tendon fléchisseur profond du doigt

Tableau 41 : Affections pouvant entraîner un engorgement dans la région du boulet d'après [13]

Engorgements de la région du boulet				
Affections osseuses	Affections synoviales et capsulaires	Affections ligamentaires	Affections tendineuses	Affections diverses
<ul style="list-style-type: none"> + Affections osseuses sous-chondrales de fatigue + Fractures + Ostéo-arthrose métacarpo-phalangienne 	<ul style="list-style-type: none"> + Synovite chronique proliférative + Syndrome ténosynovite digitale + Synovite métacarpo-phalangienne 	<ul style="list-style-type: none"> + Desmopathies collatérales + Desmopathie du ligament annulaire palmaire 	<ul style="list-style-type: none"> + Enthésopathies de l'appareil suspenseur du boulet (Enthésopathies interosseuses, sésamoïdiennes et palmaires) 	<ul style="list-style-type: none"> + Œdème péri-articulaire + Stase vasculaire + Vasodilatation due à une inflammation sous-jacente + Affections sous-cutanées

Les tableaux 40 et 41 montrent la diversité des affections pouvant entraîner un engorgement. Il est bien évident que dans la majorité des cas, déterminer la cause d'un engorgement nécessite la réalisation d'examen complémentaires incluant de l'imagerie en plus d'un examen physique et dynamique approfondi. Cependant, dans certains cas, le contexte et le reste de l'examen clinique nous ont permis d'orienter le diagnostic :

- Dans 6 cas, plusieurs membres étaient à la fois engorgés et atteints de crevasses (5 cas) ou de lésions croûteuses type gale de boue (1 cas). Cependant dans 2 cas le membre le plus engorgé n'était pas le plus atteint par les crevasses et la déformation se situait en région des tendons. Dans ces cas, la cause de l'engorgement n'avait pas de lien direct avec la présence de crevasses. Dans les 4 autres cas, on peut supposer que l'**engorgement** était directement **lié à l'inflammation cutanée et sous-cutanée** (vasodilatation- Cf. tableau 40).
- Dans 7 cas, une atteinte tendineuse était la cause la plus probable des engorgements observés:
 - o Dans 5 cas, l'engorgement était localisé dans la région des tendons et faisait suite à un **effort long**. La détermination précise de la structure anatomique en cause aurait nécessité un examen échographique de l'appareil tendineux, mais il est probable que celui-ci ait été en cause. En effet, l'augmentation des vitesses en course et la réalisation de séances de galop sur pistes de sable (ou sur la plage) sollicitent fortement les tendons et ont fait des tendinites une pathologie fréquente en endurance, en particulier celles du TFSD [37]. Dans notre étude, aucun cheval n'a dû être arrêté à cause d'une tendinite mais étant donné que plusieurs chevaux ont présenté des irrégularités d'allure et boiteries parfois associées à une déformation en région des tendons, l'hypothèse d'une **atteinte tendineuse**, doit être considérée.
 - o Bibor a présenté entre T9 et T10 une déformation chaude et douloureuse apparue brutalement associée à une douleur marquée du 1/3 distal du TFSD du membre antérieur D et une boiterie. D'après ces données cliniques et sachant que le TFSD est le tendon le plus superficiel et le plus exposé aux traumatismes directs et lésions de harnachement [37], nous avons suspecté une **tendinite et péri-tendinite du TFSD d'origine traumatique**.
 - o Enfin, une **ferrure mal adaptée** peut être une cause, si ce n'est de tendinite, au moins d'inconfort [45]. C'est ce qui s'est produit pour Zaaf qui a présenté en début de saison un engorgement de la gaine tendineuse du TFSD du membre antérieur G quelques jours après un changement de ferrure.
- Dans 8 cas, les chevaux ont présenté un engorgement dans la région du boulet. Dans la majorité des cas (5/8), l'engorgement des boulets est survenu **suite à un effort long**. Sur ces 5 cas, un seul était dû à la présence de crevasses. Les 4 autres cas sont survenus chez les **chevaux les plus âgés du lot** : Bibor (13 ans) a présenté des engorgements des boulets à 3 reprises dont 2 localisés au boulet postérieur G et Kebar (11 ans) a présenté un engorgement des 2 boulets postérieurs suite à la 1^{ère} course. Un examen incluant de l'imagerie aurait été nécessaire pour établir un diagnostic précis. Cependant, 2 hypothèses principales peuvent être envisagées :
 - o Tout d'abord, il est fréquent de voir apparaître le soir ou le lendemain d'une épreuve des distensions synoviales bilatérales en région du boulet accompagnées d'un engorgement important qui persiste plusieurs jours [37]. Celles-ci correspondent à une **synovite métacarpo-phalangienne**, due à la sollicitation intense de cette articulation pendant la course. Elles sont généralement plus prononcées sur les boulets antérieurs [37], ce qui n'était pas le cas dans notre étude (atteintes des boulets postérieurs uniquement ou des 4 boulets).

- La 2nde hypothèse la plus probable concernant la cause des engorgements des boulets est la présence **d'arthrose métacarpo-phalangienne**. En effet, cette pathologie est la plus rencontrée lors du suivi orthopédique des chevaux d'endurance, en raison de la durée de l'effort, la répétition du geste, l'importance des parties de course sur terrain goudronné, la ferrure souvent lourde (acier + plaques + silicone) [37]. L'arthrose du boulet est presque toujours présente chez les chevaux de plus de 10 ans ayant plusieurs saisons à leur actif [37]. Enfin, les signes d'arthrose sont souvent exacerbés lors des efforts longs (distension articulaire, douleur, chaleur, irrégularité et/ou boiterie) ce qui pourrait expliquer la survenue de la majorité des engorgements du boulet suite aux courses et tests d'effort.
- Dans 3 cas, les engorgements sont survenus suite à un effort long mais la localisation anatomique n'était pas précisée ce qui rend difficile toute interprétation.
- Les **crevasses** ont également eu une prévalence élevée. Nous avons en effet comptabilisés 11 cas de crevasses situées en regard du paturon atteignant, dans la majorité des cas plusieurs membres. Le Dr Pelissier, dans une conférence donnée en 2003 [37], nous rappelle que les crevasses font parties des principales affections rencontrées lors des épreuves d'endurance. Il précise que celles-ci n'apparaissent le plus souvent que le lendemain de l'épreuve, ce qui a en effet été le cas dans notre étude.

Concernant l'étiologie des crevasses, les résultats que nous avons obtenus nous ont permis de distinguer 2 composantes :

- D'une part une composante environnementale : la majorité des crevasses sont survenues fin septembre – début octobre et en particulier suite à la 2^{ème} course des chevaux du groupe 2 qui se déroulait à Ghlin en Belgique. Cette course s'est déroulée le 25 octobre, le temps était frais et humide et le parcours incluait des bourniers. L'association humidité, boue et protections [37] réunit la majorité des facteurs favorisant l'apparition de crevasses. Il n'est donc pas surprenant que les 3 chevaux engagés en aient présenté.
- D'autre part, une composante individuelle puisque certains chevaux ont été plus sujets aux crevasses que d'autres. Kebar a présenté des crevasses après le 1^{er} test d'effort et la 1^{ère} course, alors que les autres chevaux de son groupe dans les mêmes conditions n'en n'ont pas eu. Ce résultat suggère une sensibilité cutanée individuelle plus marquée. Kebar est également le seul cheval à avoir eu des réactions aux piqûres de tiques.

Les crevasses peuvent avoir des degrés de gravité et des conséquences cliniques variables. C'est en effet ce qui a été observé ici puisque dans certains cas elles ne causaient aucune gêne alors que dans d'autres, elles étaient responsables de boiteries et/ou engorgements avec un pouls digité plus ou moins marqué.

- Les **brûlures** observées sont toutes apparues suite aux courses. La majorité d'entre elles étaient localisées sur les zones tondues et en contact avec le matériel de harnachement (sous la selle, sur les flancs ou au niveau du passage de sangle). Etant donné la sensibilité cutanée accrue liée à la tonte, l'abondante transpiration durant les courses, et la longue durée de frottement entre le matériel de harnachement et la peau, il n'est pas surprenant d'avoir observé ces lésions. Ce phénomène est sans doute accru par le fait que les flancs sont une des localisations anatomiques au niveau de laquelle les glandes sudoripares sont le plus actives (Preveiraud 2003). Deux chevaux ont par ailleurs réagi au désinfectant utilisé pour les plaies de biopsie, provoquant de petites

brûlures en regard des sites de biopsie. Il serait donc judicieux de changer de désinfectant pour un futur protocole.

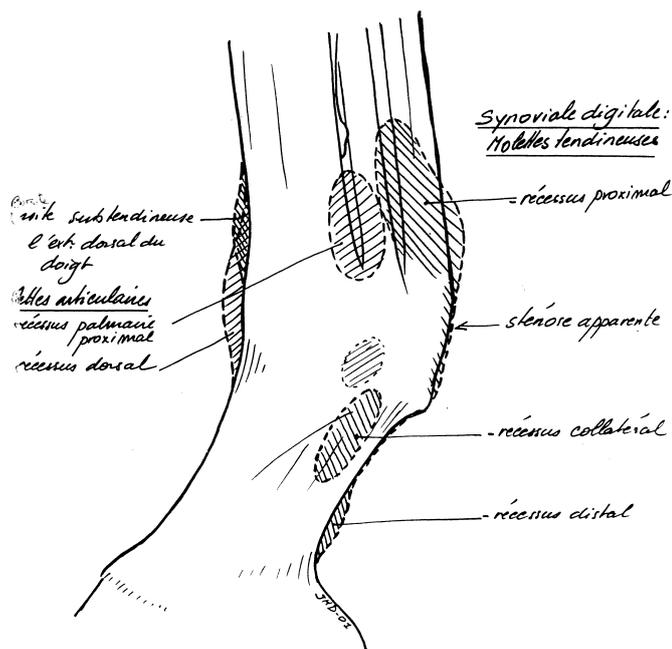
→ Certaines anomalies relevées lors de l'examen statique sont survenues indépendamment des efforts longs :

- 3 chevaux ont présenté de petites **plaies** sans gravité à différents moments de la saison, principalement situées sur les membres. Il est intéressant de constater que le cheval ayant présenté le plus de plaies (3) au cours de la saison est Bibor. Cela pourrait être lié à son tempérament nerveux et ses réactions fortes (une des plaies était due à un incident dans le marcheur, une autre à un incident avec un congénère lors de la course à Moulins-Engilbert).
- **Les suros** sont des déformations osseuses, syndesmoses intermétacarpiennes évoluant en synostose, apparaissant dans la région médiale ou latérale du métacarpe [12]. Dans notre étude, un cheval a présenté un suros situé sur le 1/3 proximal de la face interne du membre antérieur D. Bien que cette localisation suggère habituellement une surcharge du côté interne du membre [12], l'apparition brutale, la douleur et la boiterie engendrée suggèrent plutôt une origine traumatique mais cela n'a pas pu être vérifié.
- **Diverses anomalies** ont été relevées au cours de la saison. Celles-ci ont été principalement de nature **allergique** (réaction au Tifène® et aux piqûres de tiques) et **traumatique** (hématome à l'épaule, gonfle au garrot ou encore cassure de la paroi d'un sabot au cours d'une course). Pour la plupart, elles étaient sans gravité et leur résolution a été rapide.

→ Certaines anomalies relevées lors de l'examen statique sont survenues de manière permanente

Nazia a présenté des **molettes tendineuses** aux 2 membres antérieurs pendant toute la saison, plus marquées sur l'antérieur G. Ce qu'on appelle communément molette tendineuse est une distension du récessus proximal de la synoviale digitale qui se forme par une accumulation de liquide synovial causée par une inflammation d'une des formations de la gaine (inflammation des parois de la gaine, de la synoviale vaginale ou tendinite) [9]. Ce type de mollette est à distinguer des molettes articulaires qui résultent d'une distension de la synoviale articulaire métacarpo-phalangienne et qui correspondent à une inflammation de cette articulation. La figure 46 permet de faire la distinction entre les 2 :

Figure 46 : Boulet vue de profil – Tares molles d’après [12]



EXAMEN de PROFIL du BOULET
TARES MOLLES

Si l'on regarde le résultat des examens hebdomadaires dynamiques pour Nazia, on pourrait penser que les molettes tendineuses n'ont pas eu de conséquences sur sa locomotion. En effet, Nazia n'a présenté aucune boiterie lors de ces examens et une seule irrégularité d'allure, ce qui est très peu par rapport aux autres chevaux du lot. Cependant, une observation détaillée montre que Nazia a présenté une irrégularité du membre antérieur G à T7, a été éliminée pour une boiterie de ce même membre lors de la 1^{ère} course et a présenté un engorgement de la gaine tendineuse de celui-ci après la 2^{ème} course. Or, les molettes ont toujours été plus marquées sur le membre antérieur G. Donc même si les conséquences à l'entraînement n'étaient pas ou peu visibles, ces molettes révélaient tout de même une fragilité du membre antérieur G dans la région des tendons qui a été exacerbée lors des sollicitations longues et intenses.

Il est reconnu que les molette tendineuses surviennent plus fréquemment chez les chevaux âgés, soumis à un travail intense, de la fatigue, des efforts violents et/ou ayant des allures rapides. Nazia n'était pas très âgée (7 ans) relativement aux autres chevaux du lot mais il est vrai que les molettes sont apparues avec la mise à l'entraînement : elles n'étaient pas présentes à T0 et ont été relevées à partir de T4 jusqu'à la fin de la saison. Par ailleurs, les molettes sont apparues juste après un changement de ferrure. Il est donc difficile de trancher sur la cause de celles-ci: Travail trop intense, fatigue ou ferrure mal adaptée ? Dans tous les cas, un examen échographique approfondi aurait été nécessaire pour identifier la structure inflammée (tendon, gaine, synoviale) et mettre en place une stratégie thérapeutique adéquate.

c2. Examen dynamique

La plupart des chevaux ont eu un examen locomoteur dynamique normal sur la majeure partie de la saison. Les troubles locomoteurs observés se sont traduits principalement par des irrégularités d'allure mais également par des raideurs et par quelques boiteries. Les irrégularités d'allure et raideurs ont été mises en évidence en grande majorité lors de l'examen locomoteur sur le cercle, l'examen au trot en ligne droite ayant été beaucoup moins révélateur. Enfin, contrairement aux anomalies de l'examen statique, le nombre d'anomalies de l'examen dynamique, bien que plus élevé le lendemain des courses, n'était pas particulièrement élevé la semaine suivant les courses.

Dans certains cas les causes des raideurs, irrégularités d'allure et boiteries ont pu être identifiées :

→ Certaines étaient dues à des affections cutanées : **crevasses ou réactions cutanées type allergie** :

- Les 3 anomalies de l'examen dynamique de Belik étaient dues dans 2 cas à la présence de crevasses très douloureuses et dans un cas à la réaction forte au Tifène® qu'il a eu au passage de sangle. Ces anomalies ont été classées dans les irrégularités d'allure mais correspondaient plus à une retenue sur les membres douloureux ou à un déplacement très hésitant dans le cas de la réaction au passage de sangle.
- Zaaf a présenté une irrégularité et une retenue sur le membre antérieur G à T23 très probablement dues aux crevasses qu'il a eu suite au 2^{ème} test d'effort.

→ D'autres irrégularités et boiteries sont apparues après des **changements de ferrure** et ont eu des conséquences d'importance variable selon les chevaux :

- Naid a présenté une boiterie du membre AG suite à une ferrure entre T5 et T6 (pied chaud, pouls digité et sensibilité du TFSD, sensibilité au test à la pince sur les talons internes AG et AD). La boiterie s'est rapidement améliorée puis résolue suite au retrait des clous en talon. Quelques jours après le changement de ferrure suivant, il a présenté une irrégularité du membre antérieur G. Peut être que celle-ci était liée à la nouvelle ferrure ou encore à une fragilité de ce membre causée par l'épisode précédent.
- Les molettes tendineuses de Nazia sont apparues suite à un changement de ferrure en début de saison. Quelques semaines après, Nazia a présenté une irrégularité du membre sur lequel les molettes étaient le plus marquées et a été éliminée pour une boiterie de ce même membre lors de la 1^{ère} course.
- Enfin, bien que cela ait été sans conséquence au niveau de la locomotion, Zaaf a présenté un engorgement de la gaine du TFSD sur le membre antérieur G suite à la mise en place d'une nouvelle ferrure.

→ Certaines ont fait suite à un **traumatisme** :

- Bibor a présenté une tendinite et péri-tendinite du TFSD d'origine traumatique entre T9 et T10 associée à une boiterie du membre antérieur D. Elle a ensuite présenté une irrégularité du membre antérieur D à 4 reprises au cours de la saison suggérant une fragilité de ce membre suite au traumatisme.
- Kebar a eu une cassure de la paroi du sabot antérieur G lors d'une course de 40 km associée à un déplacement du fer, un engorgement de la face externe du canon en région des tendons et une irrégularité de ce membre. Bien qu'il n'ait plus présenté d'irrégularité de ce membre par la suite, celui-ci était engorgé à 2 reprises quelques semaines après cet événement.
- Halan a présenté un suros très douloureux et d'apparition brutale en fin de saison. Celui-ci était associé à une boiterie du membre concerné de grade 4/5 et l'a empêché de participer à la 2^{ème} course.

→ Bibor a été éliminée pour boiterie du membre PD lors de C2 alors qu'elle n'avait aucun antécédent sur ce membre. La survenue de cette boiterie était d'autant plus surprenante que son cavalier n'a rien ressenti sur la piste pendant la course. Nous avons suspecté un **manque d'entraînement ou une progression trop rapide** étant donné que Bibor n'avait pas travaillé les années précédentes.

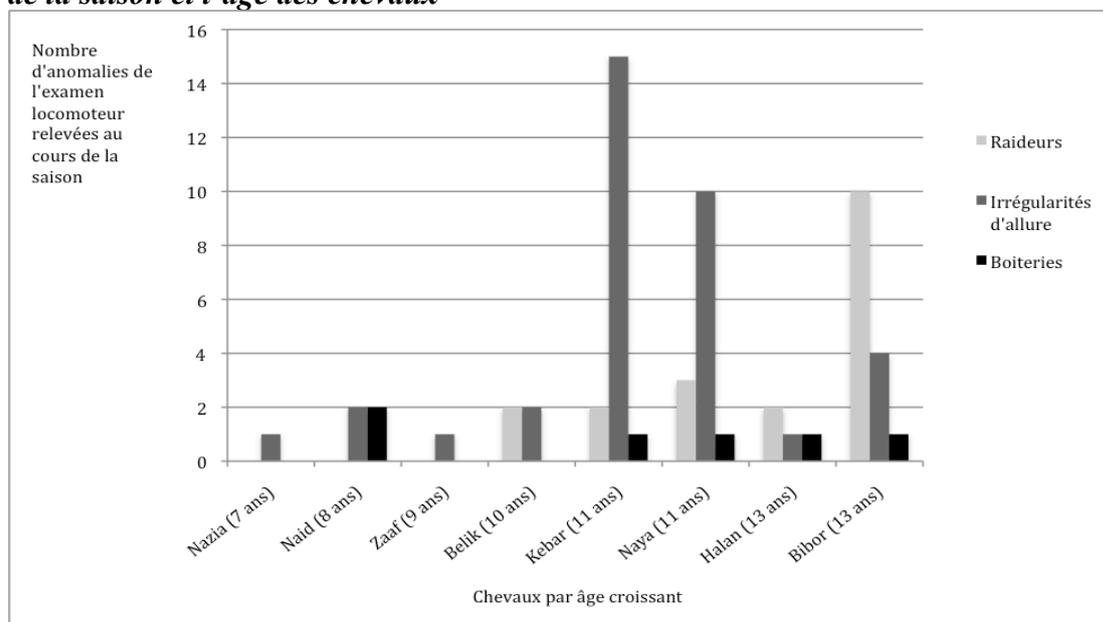
→ Dans plusieurs cas, nous n'avons pas été en mesure de déterminer les causes des troubles locomoteurs observés : Certains chevaux, notamment Kebar, ont présenté des irrégularités d'allures pendant toute la saison sans qu'il ait été possible d'en investiguer l'origine, ni de mettre éventuellement en place un traitement. Un bilan locomoteur complet incluant de l'imagerie aurait été nécessaire.

→ Dans plusieurs cas, les irrégularités et boiteries étaient probablement des **séquelles de lésions survenues précédemment dans la saison** :

- Naid a présenté une boiterie du membre antérieur D la semaine suivant C1 et a été éliminé à C2 au 2^{ème} VG pour une boiterie de ce même membre. La survenue de la boiterie en début de course suggère d'ailleurs un problème locomoteur chronique ou une blessure non résolue [17]. D'autres facteurs ont certainement favorisé l'apparition de cette boiterie : d'une part, le parcours de la course contenait beaucoup d'ornières et de changements de directions, d'autre part, Naid portait des protections neuves aux antérieurs, peut-être mal adaptées.
- Naya a présenté une boiterie du membre antérieur D la semaine suivant C1 et 2 irrégularités de ce membre ont été relevées par la suite.

→ D'autre part, comme en témoigne la figure suivante, notre étude montre une **plus grande fragilité sur le plan locomoteur des chevaux âgés de plus de 10 ans**.

Figure 47 : Relation entre le nombre d'anomalies relevées à l'examen locomoteur au cours de la saison et l'âge des chevaux



Ainsi, les chevaux âgés de plus de 10 ans ont globalement présenté plus d'anomalies à l'examen locomoteur que les chevaux de 10 ans ou moins :

- Cette observation est particulièrement marquée pour les raideurs puisqu'aucun des chevaux âgés de moins de 10 ans n'a présenté de raideurs. Les chevaux âgés de 10 à

- 11 ans ont présenté 2 à 3 épisodes de raideur et le cheval ayant présenté le nombre maximal d'épisodes au cours de la saison était âgé de 13 ans.
- Concernant les irrégularités d'allure, les 2 chevaux ayant présenté le plus grand nombre d'irrégularités d'allure étaient parmi les plus âgés (11 ans). Cependant, les 2 chevaux les plus âgés (13 ans) n'ont pas présenté un nombre particulièrement élevé d'irrégularités d'allure.
 - Enfin concernant les boiteries, nous avons constaté que Naid est le seul cheval de 10 ans ou moins ayant présenté une boiterie alors que les chevaux âgés de plus de 10 ans ont tous présenté une boiterie au cours de la saison.

Rq : les boiteries survenues lors des courses n'ont pas été comptabilisées.

Ces résultats corroborent ceux d'une étude épidémiologique menée en 2003 [25] qui a montré que les chevaux âgés, bien que plus expérimentés et mieux entraînés, présentaient des séquelles des courses antérieures, étaient moins ménagés par leur cavalier et donc plus fragiles sur le plan locomoteur. Cette plus grande fragilité pourrait également être expliquée par la prévalence très élevée des phénomènes arthrosiques chez les chevaux d'endurance de plus de 10 ans.

→ Enfin, nous avons observé une prévalence légèrement plus élevée des irrégularités d'allure et boiteries au cours de la 2nde moitié des 2 périodes d'entraînement. Ceci est dû en partie aux troubles locomoteurs survenus après les courses (semaine T12 et T25) mais également à ceux survenus entre le test d'effort et la course (en particulier au cours de E2). Cela pourrait signifier **une fatigue de l'appareil locomoteur en fin de période d'entraînement.**

L'examen statique et l'examen dynamique ont permis de mettre en évidence 2 des 3 principaux troubles rencontrés dans notre étude à savoir : les troubles locomoteurs et les affections cutanées, elles-mêmes fréquemment responsables d'irrégularités d'allure ou de boiteries. Les troubles locomoteurs ont touché les 8 chevaux de manière ponctuelle pour certains et quasi-permanente pour d'autres. Ils ont été la seule cause d'élimination ou de non participation à une course. Notre étude vient donc confirmer l'importance de la pathologie locomotrice chez le cheval d'endurance de haut niveau et de son suivi locomoteur. La réalisation d'un examen locomoteur incluant un examen statique et un examen dynamique dans différentes conditions, en particulier sur le cercle, est très informative. Dans de nombreux cas, cet examen a permis de déterminer la cause des troubles observés à l'aide du contexte et du reste de l'examen clinique : crevasses, traumatismes, sollicitations trop fortes de l'appareil tendineux lors d'un effort long, problèmes de ferrure, lésions de fatigue type mollettes tendineuses, séquelles de lésions antérieures sont autant de causes qui ont été identifiées. Cependant, pour plusieurs chevaux des examens complémentaires incluant de l'imagerie auraient été nécessaires afin d'établir un diagnostic définitif et de mettre en place une stratégie thérapeutique adéquate.

3. Interprétation des résultats de l'étude analytique

a) Evolution de tous les paramètres au cours de la saison

En 1^{er} lieu, le suivi clinique des chevaux au cours de la saison a révélé une bonne gestion et conduite du lot expérimental. En effet, les chevaux n'ont présenté aucun problème de santé majeur, pas de coliques, pas d'hyperthermie et aucun problème métabolique que ce soit en course ou à l'entraînement.

Les variations des différents paramètres ayant été détaillées et discutées précédemment, elles ne seront pas reprises ici. On peut simplement retenir que certains paramètres n'ont pas évolué au cours de la saison, d'autres ont évolué avec l'entraînement ou plus spécifiquement après les efforts longs, enfin quelques troubles sont survenues de manière exceptionnelle. Plusieurs paramètres ont montré des variations en tout début de saison et se sont stabilisés par la suite. Ces variations de début de saison correspondaient :

- soit à une phase d'adaptation des différents systèmes à la mise à l'entraînement : adaptation du système cardio-vasculaire (irrégularité de la FC au repos, stabilisation ensuite - Cf III B. 2. B) b1), adaptation mentale (Cf. III B. 2. a) a6) ;
- soit la mise à l'entraînement était révélatrice de troubles non perceptibles au repos : la légère diminution de la souplesse pour certains chevaux pourrait par exemple signer la présence de problèmes musculaires subcliniques (Cf. III B. 2. a) a6). Un autre exemple est la survenue de molettes tendineuses chez Nazia quelques semaines après la mise à l'entraînement (Cf III B. 2. c) c1.).

b) Relations entre les paramètres étudiés

b1. Etude de la relation entre le poids et l'état corporel

Notre étude a montré une bonne corrélation ($p \leq 0,01$) entre le poids et l'état corporel pour 5 des 8 chevaux et une absence de corrélation pour les 3 autres.

Dans la littérature, plusieurs auteurs s'accordent pour dire qu'il n'y a pas de corrélation entre le poids et l'état corporel [34, 49]. Ce résultat n'est pas surprenant dans la mesure où le poids est fonction d'autres paramètres que la masse adipeuse tels que les dimensions corporelles, la masse musculaire, le contenu digestif et utérin ainsi que l'état d'hydratation. Une étude récente (2006) [49] réalisée sur 9 jeunes quarter horse montre une absence de corrélation entre ces 2 paramètres. Les auteurs expliquent ce résultat par une très faible variation de ces paramètres au cours de la période expérimentale. La même explication est probable dans notre étude dans les 3 cas pour lesquels nous n'avons pas observé de corrélation entre le poids et la NEC puisque dans ces cas, les variations de la NEC étaient faibles (0,5 à 1 point). Dans les 5 cas pour lesquels le poids et la NEC étaient corrélés, les variations de la NEC étaient d'une plus grande amplitude (1 à 2 points).

Le fait que le poids et la NEC étaient bien corrélés pour 5 des 8 chevaux du lot signifie que les variations de poids observées étaient associées à des variations de la masse adipeuse mais ne permet pas d'envisager la substitution d'un de ces paramètres par l'autre. Ces 2 mesures n'ont pas la même signification et sont complémentaires.

b2. Etude de la relation entre la couleur des muqueuses oculaires et la couleur des muqueuses buccales

D'une manière générale, les muqueuses oculaires ont été jugées plus pâles que les muqueuses buccales mais la couleur des muqueuses oculaires était bien corrélée à la couleur des muqueuses buccales ($p < 0.01$). L'examen des muqueuses buccales, souvent plus facile à réaliser, en particulier sur les jeunes chevaux, pourrait donc se substituer à celui des muqueuses oculaires, le seul inscrit au règlement des courses à vitesse limitée.

b3. Etude de la relation entre le temps de recoloration capillaire et le temps de persistance du pli de peau (à l'épaule et à l'encolure)

i. Etude de la relation entre le temps de persistance du pli de peau à l'épaule et le temps de persistance du pli de peau à l'encolure

La persistance du pli de peau à l'encolure était supérieure de 0,5 à 1s à celle du pli de peau à l'épaule mais les deux mesures étaient bien corrélées ($p < 0,01$). La durée de persistance du pli de peau à l'épaule et à l'encolure traduisent donc bien tous deux l'état d'hydratation. Néanmoins, la persistance du pli de peau à l'encolure est supérieure à celle à l'épaule. En pratique, le vétérinaire peut donc utiliser les 2 pour juger de l'état d'hydratation d'un cheval, mais il est préférable d'utiliser toujours le même afin d'avoir une valeur de référence. En course d'endurance, il est systématiquement mesuré à la pointe de l'épaule [48].

ii. Etude de la relation entre le temps de recoloration capillaire, le temps de persistance du pli de peau à l'épaule et le temps de persistance du pli de peau à l'encolure

Le temps de persistance du pli de peau est bien souvent considéré comme un signe de peu fiable (moins fiable que le TRC) car lié à l'épaisseur du pli cutané [48]. Les résultats de notre étude ont pourtant montré que le TRC et les temps de persistance du pli de peau à l'épaule et à l'encolure étaient bien corrélés ($p < 0,01$). Par contre, il est vrai que les variations du temps de persistance du PP à l'épaule et à l'encolure étaient de faibles amplitudes par rapport aux variations du TRC, ce qui implique une plus grande difficulté à détecter de petites variations de l'état d'hydratation par la mesure de la durée de persistance du pli de peau. A titre d'exemple, nous avons calculé que lorsque le TRC augmentait d'une seconde, la durée de persistance du pli de peau à l'encolure augmentait de 0,1 seconde et la durée de persistance du pli de peau à l'épaule augmentait de 0,2 seconde. Il est donc facile pour le praticien de passer à côté d'un état de déshydratation discret en se basant uniquement sur la durée de persistance du pli de peau quelle que soit sa localisation anatomique. La mesure du TRC, qui se fait sur la gencive, permet en outre d'apprécier la couleur et le degré d'humidité des muqueuses buccales. Il serait donc envisageable de mesurer l'état d'hydratation uniquement à l'aide du TRC et de s'aider du pli de peau comme une mesure complémentaire en cas de nécessité.

c) Association des paramètres étudiés à la performance

Etant donné le petit effectif et la faible amplitude des différences interindividuelles, les résultats de notre étude ne permettent pas de tirer de conclusions concernant l'association des paramètres évalués avec la performance. Cependant, certaines observations peuvent être discutées en fonction des résultats trouvés dans la littérature.

c1. Paramètres de l'examen physique

i. *Poids*

Nous avons constaté que le cheval le plus léger du lot a été un des deux chevaux à être classé sur les 2 courses. Il est cependant difficile de tirer une conclusion à partir de cette observation d'autant que le 2^{ème} cheval à avoir été classé sur les 2 courses n'était pas particulièrement léger par rapport aux autres chevaux. Garlinghouse et Burill [19] ont montré que le poids n'influçait pas le classement, la vitesse ou une élimination pour causes métaboliques mais que les chevaux d'un poids plus élevé avaient plus de chance d'être éliminés pour boiterie. Les résultats obtenus ne nous ont pas permis d'arriver à cette conclusion sans doute à cause du faible effectif. D'autre part, Langlois (2006) [25] a montré que les chevaux plus légers (<410 kg) que la moyenne ont 1,2 fois plus de risque que les individus normaux de développer des troubles métaboliques. Etant donné qu'aucun des chevaux expérimentaux n'a présenté de troubles métaboliques, il n'a pas non plus été possible de vérifier cette hypothèse.

ii. *NEC*

Les variations interindividuelles et le nombre d'individus étant faible, il n'y avait pas de différence notable entre les NEC des chevaux classés et celles des chevaux éliminés. Dans la littérature, la relation entre la NEC et la performance a été étudiée par différents auteurs sur des effectifs plus importants. Lawrence et al. [27] ont démontré que les chevaux ayant les meilleures performances sur une course d'endurance de 150 miles avaient une NEC plus basse que les chevaux éliminés ou plus lents ($p < 0,05$). De même Langlois [25] a montré au travers d'une étude épidémiologique sur le développement des troubles métaboliques pendant des courses d'endurance réalisée en 2003 que les chevaux plus gras que la moyenne avaient 2,8 fois plus de risque de développer des troubles métaboliques que les individus normaux. Cependant, une NEC trop faible était également défavorable. En effet, Garlinghouse et Burill [19] ont montré que les chevaux éliminés pour des raisons métaboliques avaient une NEC plus basse que les chevaux éliminés pour boiterie ou que les chevaux qui finissaient l'épreuve. Geor [20] conclut d'après les résultats de différents auteurs qu'un cheval ayant une NEC trop faible ($< 1,7/5$) aura des réserves lipidiques insuffisantes à la réalisation d'un effort de longue durée. Il précise également qu'un cheval ayant une NEC trop élevée ($> 3,3/5$) devra fournir plus d'énergie pour une même effort étant donné l'excédent de masse adipeuse à déplacer et la difficulté accrue de la thermorégulation du fait de l'épaisseur du tissu adipeux sous-cutané. Il suggère une NEC optimale de 2,5/5.

iii. Comportement / attitude

Dans notre étude, l'individu le plus stressé et le plus méfiant avec les autres chevaux est le cheval ayant présenté les moins bonnes performances en course et le seul à avoir été éliminé lors d'une 130 km suite à un incident avec un congénère. Ce résultat confirme l'influence néfaste de la nervosité et des problèmes comportementaux sur les performances, effet largement reconnu dans toutes les disciplines équestres et peut-être majoré en endurance où le calme et la décontraction dans le travail sont des facteurs clé d'économie d'énergie et donc de performance.

c2. Paramètres de l'examen clinique

i. Fréquence cardiaque

La mesure de la FC au repos est apparue davantage liée au niveau d'entraînement et à l'expérience des chevaux qu'aux performances en course. En effet, les chevaux les plus expérimentés et les mieux entraînés ont eu les FC moyennes au repos parmi les plus basses du lot mais n'ont pas été nécessairement les chevaux les plus performants du lot. Bien qu'ils aient réalisé de bonnes performances à la 1^{ère} course qu'ils ont tous deux terminés sans difficulté, des troubles locomoteurs survenus avant ou pendant la 2^{ème} course ne leur ont pas permis de terminer ou de participer à celle-ci.

ii. Paramètres respiratoires

Etant donné que la FR a été évaluée de manière qualitative et que les chevaux ont présenté une FR normale pendant toute la saison, notre étude n'a pas mis en évidence de lien entre la FR et la performance. Dans la littérature, une étude réalisée en 2003 sur 6 courses de 120 à 144 km [43] a montré que les chevaux ayant une FR élevée au contrôle initial ont 6,4 fois plus de risque de développer des troubles métaboliques pendant la course que ceux dont la FR est normale avant le départ. Par ailleurs, les troubles respiratoires sont une cause avérée de contre-performance. Dans notre étude, plusieurs chevaux ont présenté des troubles respiratoires subcliniques avec quelques épisodes cliniques. Bien que les seules causes d'élimination aient été les boiteries, il est difficile de dire si ces troubles ont affecté la performance. On peut supposer que l'absence de troubles respiratoires aurait permis aux chevaux de courir et de récupérer plus vite mais cela ne peut pas être affirmé.

iii. Autres paramètres de l'examen clinique

Concernant les autres paramètres de l'examen clinique, à savoir la couleur des muqueuses, le TRC, la durée de persistance du pli de peau, l'auscultation digestive et la température rectale, nous n'avons trouvé aucune association avec la performance. La plupart de ces paramètres ont été plus utiles pour l'évaluation de la qualité de la récupération (Cf. III. B. 3. d.) que pour l'évaluation du niveau d'entraînement ou de performances à venir.

c3. Paramètres de l'examen locomoteur

L'examen locomoteur des semaines précédant les courses nous a permis d'expliquer une élimination ou une impossibilité de participer à une course dans 3 cas sur 5 : traumatisme dans un cas (suos actif), séquelle d'une lésion antérieure dans le 2^{ème} et conséquence d'une lésion chronique (molettes tendineuses) aggravée lors d'un effort long dans le dernier cas. Nous avons par ailleurs constaté qu'un des 2 chevaux à avoir été classé aux 2 courses n'a présenté qu'une anomalie à l'examen locomoteur au cours de la saison et celle-ci était liée à la présence de crevasses. Ces résultats suggèrent une bonne corrélation entre les paramètres de l'examen locomoteur et les performances en course.

Cependant, dans d'autres cas, il était surprenant d'observer une prévalence élevée d'irrégularités d'allure au cours des examens hebdomadaires, en particulier sur le cercle, sans que cela ne semble gêner les chevaux en compétition. Cette observation a d'ailleurs été rapportée très récemment dans un article de Robert et coll. [44]. L'exemple le plus marquant de notre étude est Kebar qui était le cheval le plus irrégulier au cours de la saison et qui a pourtant été classé aux 2 courses. Robert et Sena [43] dans une étude réalisée en 2003-2004 sur 6 courses de 120 à 144 km ont pourtant montré que les animaux qui présentaient des allures irrégulières lors des 1ers contrôles étaient prédisposés aux éliminations pour boiterie ou troubles métaboliques. Les auteurs expliquent cela par l'effort supplémentaire qui doit être fourni par les chevaux pour compenser leur asymétrie locomotrice, les fatiguant plus vite et favorisant le développement de troubles secondaires. Il serait intéressant de réaliser des études complémentaires visant à déterminer l'effet des irrégularités d'allure présentes pendant les périodes d'entraînement sur les performances en compétition.

Nous avons par ailleurs constaté que les 2 chevaux ayant présenté le plus grand nombre d'irrégularités d'allure au cours de la saison étaient parmi les plus expérimentés (11 ans) et les mieux entraînés du lot. On peut donc se demander si les irrégularités étaient vraiment sans influence sur leurs performances ou si leur niveau d'entraînement et leur condition physique ont permis de compenser celles-ci pendant la course.

La récurrence des problèmes locomoteurs au cours de l'entraînement, le fait que les seules causes d'élimination en course aient été les boiteries et le fait que plusieurs causes de non-performance aient pu être expliquées grâce à l'examen locomoteur effectué les semaines précédentes, montre qu'il existe une association entre les résultats de l'examen locomoteur hebdomadaire et les performances en course. Cependant, cette association n'est pas absolue puisque plusieurs chevaux ont fréquemment présenté des allures irrégulières, en particulier sur le cercle, sans que cela ne semble les gêner en compétition. La réalisation d'études complémentaires visant à déterminer l'impact de la qualité des allures avant course sur les performances serait nécessaire.

d) Evolution des paramètres étudiés au cours des phases de récupération

d1. Récupération cardiaque

Dans une intervention récente, le Dr Robert (2011) [42] énonce que :

- le temps nécessaire à ce que la FC descende au-dessous de 64 bpm est souvent de moins de 5 minutes pour les chevaux d'endurance de haut niveau ;
- la FC est généralement ≤ 64 bpm à 10 minutes et ≤ 50 bpm à 30 minutes.

D'après ces valeurs, les chevaux expérimentaux ont présenté une récupération cardiaque rapide lors des tests d'effort puisque leur FC était inférieure à 60 bpm dans les 5' et à 48 bpm dans les 15'. De la même manière, les temps de récupération en course (temps d'entrée aux vêts) étaient en majorité bas ($\leq 6'$ et temps cumulés $< 30'$). Cependant lors de la 1^{ère} course, les chevaux ont tous eu au moins un temps de récupération $> 7'$. En particulier les 3 chevaux du groupe 1 qui ont eu des difficultés de récupération au 4^{ème} vet avec des temps de récupération compris entre 9' et 13'. Cette difficulté pourrait s'expliquer par le fait que la course était la 1^{ère} de la saison, que le parcours était technique (beaucoup de virages et de grimpettes) et que la température était élevée ce jour-là (T° moyenne de 27°C).

Par ailleurs, les résultats de notre étude ont montré une relation positive entre la qualité de la récupération cardiaque et le niveau d'entraînement ainsi qu'une progression de la condition physique de plusieurs chevaux au cours de la saison :

- D'une part la récupération cardiaque a été plus rapide lors du 2^{ème} test d'effort par rapport au 1^{er} test d'effort pour les chevaux du groupe 1 (données manquantes pour les chevaux du groupe 2).
- D'autre part, les chevaux les plus expérimentés (Naya et Halan) ont présenté les meilleurs temps de récupération. Au contraire, le cheval le moins entraîné du lot (Bibor qui n'avait pas été entraînée depuis plusieurs années) a présenté des difficultés de récupération dès le 2^{ème} VG de la course à laquelle elle a participé et a été éliminée au 3^{ème} VG.
- Enfin, 2 chevaux parmi les plus jeunes du lot (Nazia 7 ans et Zaaf 9 ans) ont présenté de meilleurs temps de récupération lors de la 2^{ème} course, suggérant une progression entre les 2 courses.

Ces résultats confirment ceux de la littérature. En effet, la relation entre la qualité de la récupération cardiaque et le niveau d'entraînement est aujourd'hui largement reconnue et celle-ci est un des outils utilisés pour évaluer la condition physique d'un cheval (Cf. introduction). En 1994 Noël de Burlin et col. [36] avaient déjà montré l'effet de l'entraînement sur la récupération cardiaque : leur étude consistait à évaluer différents paramètres dont la FC au cours et après 2 tests d'effort standardisés sur tapis roulant à 4 mois d'intervalle sur 7 chevaux d'endurance de haut niveau. Pendant ces 4 mois, les chevaux suivaient un programme d'entraînement. Les auteurs ont obtenu une FC à l'effort significativement plus basse lors du 2^{ème} test et une FC après l'effort également plus basse lors du 2^{ème} test. Ils ont conclu que la FC à l'effort et pendant la récupération était un index fiable pour détecter les améliorations de la condition physique des chevaux générées par l'entraînement. Cette amélioration de la récupération cardiaque est expliquée par le Dr Van Erck-Westergren par la dilatation physiologique du cœur induite par l'entraînement ainsi qu'une augmentation du tonus parasympathique s'exerçant après l'effort [50]. En outre, l'athlète équin conserve son acquis plus facilement que l'athlète humain d'une saison à l'autre malgré les mois de repos [28] ce qui explique pourquoi les chevaux les plus expérimentés ont présenté la récupération cardiaque la plus rapide même en début de saison.

Enfin, nous avons constaté une augmentation de la FC entre la semaine précédant la course (T10 et T23) et la semaine suivant la course (T12 et T25). Cette augmentation (significative entre T10 et T12 – $p < 0.05$ et non significative entre T23 et T25) traduit sans doute la douleur et / ou l'inflammation générée(s) par les différents troubles survenus après la course : troubles locomoteurs, cutanés et respiratoires. Parmi les 3 chevaux ayant présenté l'augmentation de FC la plus élevée entre la semaine précédant la course et la semaine suivant la course :

- un cheval était atteint de crevasses marquées et douloureuses, des brûlures sur les flancs et présentait des irrégularités d'allure (Kebbar) ;
- un cheval présentait un boulet postérieur engorgé et une très grande raideur (Bibor) ;
- le dernier présentait des troubles respiratoires d'origine allergique (Halan).

Les chevaux ont tous retrouvé leur FC d'avant la course en moins de 2 semaines excepté Kebbar qui a conservé une FC supérieure aux valeurs habituelles pendant 3 semaines. Les crevasses étaient très marquées et ont mis un peu de temps à guérir, d'autre part Kebbar a présenté un œdème au genou G suite à une piqûre de tique à T14 ce qui lui a sans doute occasionné de la douleur.

d2. Reconstitution des réserves hydriques et énergétiques

i. Restauration de l'état d'hydratation

Malgré le risque de déshydratation encouru par les chevaux d'endurance de haut niveau lors des compétitions, aucun cheval n'a présenté de déshydratation alarmante pendant ou après la course. La semaine suivant la course seulement 1 à 2 chevaux présentaient encore de discrets signes de déshydratation (PPenc=3s, PPep=2s). Après 2 semaines, aucun cheval ne présentait plus de signes de déshydratation mais plusieurs (8 cas) avaient des bruits digestifs d'intensité diminuée. Bien que la déshydratation puisse entraîner une diminution du transit intestinal, il est peu probable que la diminution de l'intensité des bruits digestifs observée à T13 et T26 soit due à une déshydratation persistante. En effet, les chevaux ne présentaient plus de signes de déshydratation (ou très discrets) et lorsqu'ils en présentaient au cours des semaines précédentes, l'auscultation digestive était normale. Ce ralentissement du transit pourrait s'expliquer par la diminution de l'activité physique lors des semaines de repos ou être causé par les manipulations de digestibilité effectuées à cette période (Cf. III. B. 2. b) b6).

Etant donné l'absence de données dans la littérature sur l'évolution de l'état d'hydratation au cours des semaines suivant les courses, il est difficile de comparer nos résultats à d'autres.

ii. Reconstitution des réserves adipeuses : évolution de la NEC

Nous avons observé une diminution de la NEC pour la majorité des chevaux suite aux courses, en particulier suite à la 1^{ère} course. Cependant cette baisse d'état s'inscrit plutôt dans un processus global que comme un effet direct des courses. En effet, la NEC a diminué par phases pendant toute la saison et les baisses les plus marquées n'étaient pas forcément celles faisant suite aux courses. Les chevaux ont par exemple eu une baisse significative ($p < 0.05$) d'état en début de saison avec une perte de plus d'1 point en quelques semaines pour certains. La reprise d'état observée de T12 à T13 pour la majorité des chevaux n'a d'ailleurs été que transitoire. Deux chevaux sont même descendus à 2/5 en fin de saison. Il est important de se demander comment éviter cette perte progressive d'état au cours de la saison et comment aider les chevaux à reconstituer leurs réserves adipeuses. Les chevaux ont reçu une supplémentation en graisses mais seulement 30j avant chaque course et à hauteur d'un total de 5% de matière grasse dans la ration. Une des solutions aurait peut-être été une supplémentation continue en matières grasses au cours de la saison ou une augmentation progressive et limitée du taux de matière grasse de la ration jusqu'à 7 à 8% notamment pendant les périodes de compétition (Cf III B. a)).

iii. Evolution du poids

Les chevaux ont tous eu des pertes de poids marquées après les courses (>10kg) exceptés 2 chevaux qui n'ont pas été jusqu'au bout de la course. Les variations de poids des chevaux qui ont terminé les courses représentaient 2,2 à 5,6% du poids d'avant la course. D'après Langlois (2006) [25], la production de sueur au cours d'une compétition d'endurance est de 10 à 15 L par heure soit 2 à 3,5% du poids vif du cheval. Les variations de poids observées seraient donc en grande partie dues aux pertes liquidiennes.

La plupart des chevaux ont récupéré leur poids d'avant C1 en 2 à 4 semaines mais ont ensuite continué de prendre du poids pendant plusieurs semaines. Ils ont globalement atteint leur poids maximal autour de T20. Les premières semaines de prise de poids correspondent à la reconstitution des réserves liquidiennes et énergétiques utilisées pendant la compétition et paraissent tout à fait justifiées. La 2^{ème} phase de prise de poids correspondrait plus aux semaines du mois d'août au cours desquelles les chevaux ont beaucoup été mis au marcheur car les personnes chargées de l'entraînement étaient moins présentes. Cette phase est plus discutable et sera abordée dans la partie « Pistes d'amélioration du protocole » (III. C. 2.).

d3. Evolution des troubles survenus pendant ou après les courses

i. Troubles locomoteurs

Les chevaux ont globalement bien récupéré sur le plan locomoteur puisque 2 semaines après les courses, les examens locomoteurs étaient normaux pour la quasi-totalité des chevaux alors que le lendemain des courses plus de la moitié des chevaux présentaient au moins un trouble locomoteur allant de la simple raideur à une boiterie prononcée. Cependant, s'arrêter à cette conclusion serait insuffisant. En effet, bien qu'aucune boiterie n'ait été persistante, nous avons constaté que des lésions de l'appareil locomoteur pendant ou après les courses pouvaient entraîner des séquelles à plus long terme sur le membre concerné (cas de Kebar et Naid). Nous avons également observé qu'une séquelle ou que la fragilité d'un membre n'était pas forcément visible à l'entraînement (ou discrète) ni même au cours des tests d'effort mais qu'elle pouvait être révélée lors des courses du fait de la sollicitation intense de l'appareil locomoteur et causer l'élimination du cheval (cas de Naid à C2 ou Nazia à C1). Cette observation conduit à reconnaître l'importance du suivi locomoteur des chevaux pendant la saison d'entraînement. Elle invite également à ne pas prendre à la légère une simple anomalie de l'examen statique type molettes ou une irrégularité d'allure discrète. Il est préférable de mettre en œuvre les examens complémentaires nécessaires au diagnostic et un traitement adéquat si nécessaire que d'essayer une élimination en course causée par un trouble locomoteur qui aurait pu être traité au préalable.

Enfin, si certaines séquelles de l'effort sur l'appareil locomoteur ont pu être mise en évidence au cours de la saison, on peut supposer que les chevaux ont eu d'autres séquelles qui ne seront visibles qu'au cours des saisons à venir d'où l'intérêt d'envisager une étude sur plusieurs années.

ii. Affections cutanées

Deux types de lésions cutanées sont survenues après les courses : les crevasses et les brûlures. Malgré une guérison rapide pour la majorité des chevaux, les crevasses ont été très douloureuses dans plusieurs cas, jusqu'à provoquer des boiteries, irrégularités d'allure et engorgements. Deux chevaux ont par ailleurs présenté des crevasses pendant plusieurs semaines consécutives. Les crevasses sont survenues principalement après les courses ce qui rend leur prévention difficile. En effet, si les sorties en terrains boueux par temps froid et humide peuvent être évitées à l'entraînement, il est plus difficile de choisir le terrain d'une course et le climat le jour de la compétition. La seule manière de prévenir l'apparition de crevasses lors des courses serait de nettoyer et sécher avec soin les pâturons à chaque vet-gate en particulier si les conditions climatiques et le terrain y sont propices ou si le cheval y ait prédisposé. Dans les cas les plus sévères, un traitement aurait pu être mis en place. L'approche thérapeutique la plus commune est de laver et sécher minutieusement les pâturons avant d'appliquer une crème grasse cicatrisante.

Les brûlures ont toutes guéri en quelques jours. La majorité sont apparues en regard des zones en contact avec le matériel de harnachement. Des solutions pour prévenir l'apparition de celles-ci pourraient être envisagées à l'avenir comme par exemple l'utilisation de talc lorsque les chevaux sont montés. D'autre part, étant donné que 2 chevaux ont réagi au désinfectant utilisé pour les plaies de biopsie (mélange teinture d'iode - alcool), il serait judicieux d'en changer pour un futur protocole.

iii. Troubles respiratoires

Trois chevaux ont présenté de la toux 1 à 2 semaines après une des 2 courses mais n'ont pas eu d'autres signes cliniques respiratoires ultérieurement. Cela n'indique pas pour autant une résolution de ces troubles. En effet, bien que les signes cliniques soient apparus majoritairement après les courses, les troubles respiratoires étaient déjà présents avant les courses à l'état subclinique (Cf. II. B. 1. b. b2.). Ils ont simplement été révélés par l'effort. De la même manière, même si l'épisode de toux n'a duré chez aucun des 3 chevaux, cela ne signifie pas que les troubles respiratoires ont disparu ; ils sont plus probablement redevenus subcliniques.

C. Apports de l'étude

⇒ L'originalité et l'intérêt de notre étude tiennent tout d'abord dans l'aspect longitudinal du travail réalisé : aucune étude ne s'est encore penchée sur le suivi clinique de chevaux d'endurance de haut niveau pendant toute une saison d'entraînement et de compétitions. La durée du suivi (plus de 6 mois) et la standardisation des conditions de vie rendent la mise en place d'un tel protocole difficile et limitent la taille de l'effectif. **Le 1^{er} apport de ce travail est donc de montrer comment les paramètres suivis ont évolué au cours de la saison.** Les résultats obtenus, bien que non applicables à l'ensemble de la population équine d'endurance du fait de la faible taille de l'effectif, pourront être utilisés à titre de comparaison dans le cadre de futures études et donner une idée de la tendance évolutive des paramètres aux cavaliers, entraîneurs et praticiens.

⇒ Les informations fournies par le suivi des différents paramètres ont été plus ou moins pertinentes et de nature variée. Certains paramètres tels que la FC au repos, l'évaluation de la récupération cardiaque ainsi que l'évaluation qualitative de la condition physique reflétaient directement le niveau de forme et d'entraînement des chevaux. L'examen locomoteur statique et dynamique (en particulier sur le cercle) ainsi que la vigilance concernant l'apparition de symptômes respiratoires ont largement contribué à la détection des principales affections rencontrées à savoir, troubles locomoteurs, cutanés et respiratoires. Le suivi de l'état corporel, du poids et l'évaluation du comportement ont contribué à détecter et résoudre des problèmes relatifs à la gestion des chevaux tant sur le plan nutritionnel, environnemental, comportemental qu'au niveau de l'intensité de l'entraînement. L'ensemble de ces paramètres est donc apparu pertinent dans le cadre du suivi médico-sportif des huit chevaux expérimentaux.

Les autres paramètres suivis, à savoir, l'appétit, l'aspect des crottins, la couleur des muqueuses, l'état d'hydratation, la température rectale, la fréquence respiratoire et l'auscultation digestive ont montré de faibles variations, dans les normes physiologiques pour la plupart et donc difficilement interprétables. Ces paramètres qui peuvent être très informatifs lorsque l'état général est altéré, qu'une pathologie est présente ou encore le lendemain d'un effort long, le sont peu lorsque l'état général est bon, quelque soit le niveau de forme. Les chevaux ont présenté un bon état général pendant toute la saison : ils n'ont eu aucun problème de santé majeur, aucun trouble métabolique ou de coliques et aucun épisode d'hyperthermie n'a été relevé ce qui explique les faibles variations de ces paramètres ainsi que leur caractère peu informatif dans notre étude. Faut-il pour autant les supprimer du suivi médical hebdomadaire des chevaux de haut niveau ? Difficile de répondre dans la mesure où ces paramètres font partie intégrante de tout examen clinique. Une alternative pourrait être de ne pas les évaluer en routine lorsque l'état général du cheval est bon mais de ne pas hésiter à procéder à un examen clinique complet en cas de doute ou à la suite d'un effort long.

Le tableau 42 reprend la classification des paramètres selon la nature des informations apportées.

En conclusion, les paramètres dont le suivi a été le plus pertinent dans notre étude ont été :

- **la FC au repos et la récupération cardiaque après effort**
- **l'évaluation qualitative de la condition physique**
- **l'examen locomoteur statique et dynamique**
- **la détection de symptômes respiratoires**
- **le suivi du poids et de la NEC**
- **l'évaluation du comportement**

Tableau 42 : Classification des paramètres suivis en fonction du type d'information apporté

Paramètres reflétant directement le niveau de forme	Paramètres ayant contribué à la détection des principales pathologies rencontrées	Paramètres ayant contribué à détecter et résoudre des problèmes relatifs à la gestion des chevaux	Paramètres dont le suivi a été peu informatif
<ul style="list-style-type: none"> - Mesures répétées de la FC au repos - Evaluation de la récupération cardiaque - Evaluation qualitative de la condition physique 	<ul style="list-style-type: none"> - Examen statique et locomoteur - Surveillance symptômes respiratoires 	<ul style="list-style-type: none"> - NEC - Poids - Evaluation qualitative de la condition physique - Evaluation du comportement - Surveillance symptômes respiratoires 	<ul style="list-style-type: none"> - Appétit - Aspect des crottins - Couleur des muqueuses - Etat d'hydratation - Température rectale - Fréquence respiratoire - Auscultation digestive

⇒ Notre étude permet également d'attirer l'attention des cavaliers, entraîneurs et praticiens sur certains moments clés de la saison, soit parce que les paramètres suivis ont subi des variations plus marquées qu'à d'autres moments de la saison, soit parce que la prévalence des affections rencontrées a augmenté. Ces périodes clés, nécessitant une vigilance soutenue, sont:

- **La mise à l'entraînement ;**
- **Les périodes précédant et suivant une échéance ;**
- **Les semaines de récupération.**

⇒ Par ailleurs l'étude des **corrélations** entre différents paramètres a montré que certains paramètres pourraient être substitués à d'autres lors de l'examen clinique :

- L'examen des muqueuses buccales, souvent plus facile à réaliser, en particulier sur les jeunes chevaux, pourrait se substituer à celui des muqueuses oculaires étant donné la bonne corrélation entre la couleur des muqueuses oculaires et la couleur des muqueuses buccales ($p < 0.01$).
- L'évaluation de l'état d'hydratation pourrait se faire uniquement avec le TRC, limitant l'utilisation de la durée de persistance du pli de peau à une mesure complémentaire à effectuer en cas de doute ou d'impossibilité à mesurer le TRC (Cf. III 3. b) b3 ii.).

⇒ L'étude de la relation entre les paramètres suivis et la performance, a été peu informative étant donné la petite taille de l'effectif et le peu de différences entre les chevaux éliminés et les chevaux classés. Une observation intéressante peut cependant être faite concernant la relation entre le statut locomoteur des chevaux au cours de la saison et leur performance en course. La récurrence des problèmes locomoteurs au cours de l'entraînement, le fait que les seules causes d'élimination en course aient été les boiteries et le fait que plusieurs causes de non-performance aient pu être expliquées grâce à l'examen locomoteur effectué les semaines précédentes, montre qu'il existe une association entre les résultats de l'examen locomoteur hebdomadaire et les performances en course. Cependant, plusieurs chevaux ont fréquemment présenté des allures irrégulières, en particulier sur le cercle, sans que cela ne semble les gêner en compétition. La réalisation d'études complémentaires visant à déterminer l'impact de la qualité des allures avant course sur les performances serait nécessaire.

⇒ Enfin, ce travail a permis d'étudier la récupération juste après l'effort mais également plusieurs jours et semaines après l'effort, nous donnant ainsi une vision de la récupération à plus long terme et des principaux troubles survenant à la suite des courses. Ainsi, nous avons constaté que si le retour à la normale des paramètres suivis s'était fait rapidement pour la plupart des paramètres (1j à 2 semaines), les courses pouvaient laisser des séquelles physiques à long terme en particulier sur le plan locomoteur. Dans 2 cas, les boiteries survenues suite aux courses ont été non persistantes mais ont laissé un membre fragilisé pour le reste de la saison. Par ailleurs, les principaux troubles survenus à la suite des compétitions ont été, par ordre d'importance, des troubles locomoteurs, cutanés et respiratoires. Ceci confirme la nécessité de laisser un temps de repos suffisant au cheval après une course avant la reprise de l'entraînement. Dans le souci de préserver la santé et la longévité sportive du cheval, la remise au travail ne devrait avoir lieu que lorsque l'ensemble de l'examen clinique est redevenu normal, en particulier l'examen locomoteur.

C. Perspectives

1. Vers un suivi médico-sportif complet du cheval d'endurance

Le suivi médico-sportif longitudinal a longtemps été réservé aux athlètes humains. Celui-ci est d'ailleurs régi par la loi pour le sportif de haut niveau (décret n°2004-120 du 6 février 2004) qui est soumis à une batterie d'examens obligatoires allant d'un simple examen clinique à une épreuve maximale d'effort en passant par de nombreux examens complémentaires dont certains sont spécifiques à la discipline pratiquée. Le suivi médico-sportif de l'athlète équin commence à se développer. Il a d'abord concerné les chevaux de course avant de s'étendre aux chevaux de CSO puis de CCE et aujourd'hui aux chevaux d'endurance.

Notre étude a montré l'utilité des examens physiques, cliniques et locomoteurs au cours de la saison. Le suivi médico-sportif complet inclut bien évidemment d'autres examens complémentaires à commencer par des prises de sang régulières qui permettent un suivi hématologique et biochimique.

Le Dr Robert, dans une intervention récente [42] propose le schéma général suivant, à adapter en fonction du niveau du cheval, de son âge et des échéances choisies pour lui :

→ Suivi des paramètres physiques, cliniques et locomoteurs :

- prise quotidienne de la FC et de la température rectale pendant les 3 semaines avant une échéance ;
- examen clinique complet chaque semaine après un jour de repos et avant chaque gros travail ;
- suivi du poids avec une balance ou par la mesure du périmètre thoracique (Cf. III. B. a) a1) ;
- suivi de l'état d'embonpoint par la mesure de l'épaisseur du pli cutané au minimum 2 fois / mois ;
- suivi de la récupération cardiaque et de l'hydratation après chaque grosse séance ;
- examen des allures en ligne droite et sur le cercle avant et après chaque gros travail.

→ Suivi hématologique :

- en début de saison pour avoir une base de départ individuelle ;
- après 8 semaines de travail pour évaluer la réponse à l'entraînement ;
- 2 à 3 semaines avant la course pour savoir si le cheval est en forme avant de l'engager ;
- 24 à 48h après la course si le cheval semble fatigué, afin d'évaluer les lésions et de mettre en place un traitement si nécessaire ;
- ou 8 à 15 jours après la course si tout s'est bien passé, le but est alors de juger si le cheval est apte à reprendre l'entraînement.

Il est par ailleurs souhaitable d'intégrer des tests d'effort dans le suivi des chevaux d'endurance. Ceux-ci présentent un triple intérêt :

- ils participent à la mise en condition du cheval ;
- ils permettent la mesure de nombreux paramètres utiles à l'évaluation de la condition physique (Cf. Introduction) ;
- ils peuvent aider à la détection précoce de troubles subcliniques responsables de contre-performance.

Enfin, de nouveaux outils pourraient être inclus à l'avenir dans le suivi médico-sportif du cheval d'endurance. L'étude de la transcriptomique est un de ces outils. Ce procédé vise à mettre en évidence les modifications d'expression de gènes liés à l'inflammation et/ou aux perturbations du métabolisme et est permis par l'extraction de l'ARN sanguin et musculaire. A terme, il pourrait être un outil de détection précoce d'adaptations morphologiques et fonctionnelles à l'entraînement et de processus inflammatoires ou oxydatifs avec des effets délétères sur la performance [40]. La respiration musculaire mesurée sur un échantillon de muscle prélevé par micro-biopsie est une autre piste en cours d'exploration. D'après le Dr Robert [42], la respiration musculaire augmente avec l'entraînement et présente des valeurs plus élevées chez les chevaux les plus performants. L'exploration de ces 2 domaines a fait partie du projet PEPCE.

2. Pistes d'amélioration du protocole

Le plus grand point faible du protocole était la petite taille de l'effectif expérimental. En effet, travailler sur un petit nombre de sujets induit une faible puissance des tests statistiques et ne permet pas d'étendre les conclusions tirées à une population plus large. Les résultats obtenus ont plus vocation à apporter des pistes de recherche qui devront être explorées par des études à plus grande échelle. Une manière d'augmenter à moindre frais la taille de l'échantillon serait d'effectuer le suivi de chevaux de particuliers sur une saison d'entraînement. La standardisation de l'entraînement, des conditions de vie et de l'alimentation serait perdue mais les résultats obtenus seraient plus facilement transposables à l'ensemble de la population équine d'endurance. En outre, il serait intéressant de réaliser un protocole pluriannuel qui permettrait une vision plus globale des adaptations physiologiques du cheval d'endurance à l'entraînement.

Le 2ème point faible du protocole concerne le suivi locomoteur des chevaux. En effet, plusieurs chevaux ont présenté des troubles locomoteurs dès le début de la saison sans que l'origine n'ait été identifiée ni qu'un traitement n'ait été mis en place. Ces troubles locomoteurs ont pu être responsables de boiteries survenues en course et d'éliminations. Dans le cadre d'un nouveau protocole, il faudrait prévoir un bilan locomoteur complet en début de saison incluant de l'imagerie et permettant la mise en place de traitements adaptés.

Un 3ème point mérite d'être souligné : la régularité de l'entraînement. Pendant le mois d'août, à cause des vacances, les chevaux ont eu un entraînement moins intense et beaucoup de séances de marcheur. Or, le marcheur ne représente qu'un moyen complémentaire, et non un exercice de substitution à une sortie montée en terrain varié de même durée. Pendant cette période la plupart des chevaux ont pris du poids et perdu du muscle. Ils ont ensuite repris le travail de manière peut-être trop intensive entre L2 et C2 car la 2ème échéance du groupe 1 était en septembre. Alors que la 1ère course du groupe 1 s'était bien déroulée, la 2ème a été très décevante puisque 3 chevaux sur 4 ont été éliminés. Bien que l'origine de cette contre-performance soit multifactorielle (long transport, course technique et difficile, troubles respiratoires subcliniques...), l'irrégularité de l'entraînement durant le mois d'août est une des hypothèses principales. Pour un prochain protocole, il serait bon de ne pas prévoir de course au mois de septembre afin de laisser le temps aux chevaux de retrouver une condition physique optimale par un entraînement progressif et régulier.

Enfin, étant donné la prévalence des troubles respiratoires subcliniques, il serait nécessaire d'envisager :

- une amélioration de la ventilation des écuries si l'expérience devait se reproduire dans le même lieu ;
- la mise en place rapide d'un traitement pour les chevaux les plus atteints ;
- la diminution du nombre d'intubations naso-gastriques incluses dans le protocole car celles-ci pourraient favoriser et entretenir les infections observées ;
- lors des périodes de changement des stocks de foin, il serait peut être judicieux de vider et de désinfecter les boxes

CONCLUSION

Le suivi médico-sportif, à la différence d'un examen clinique classique, ne vise pas seulement à la détection et au diagnostic de pathologies éventuelles. L'athlète doit, certes, être en bonne santé mais il doit également présenter une condition lui permettant, par le biais d'un entraînement adapté, d'atteindre le niveau de performance souhaité. Le moindre trouble, débutant ou même subclinique, qui n'aurait pas ou peu d'importance pour une activité de loisir, peut être très nuisible aux performances de l'athlète de haut niveau et mérite d'être détecté rapidement. Ce suivi peut en outre aider les cavaliers et entraîneurs à adapter leur stratégie d'entraînement, de gestion du cheval, des compétitions et des phases de récupération. Il est depuis longtemps pratiqué et légiféré pour les athlètes humains et commence progressivement à se mettre en place pour les chevaux d'endurance de haut niveau.

Notre étude a montré que le suivi physique, clinique et locomoteur de chevaux d'endurance de haut niveau, le plus souvent simple à réaliser et non invasif, était informatif sur le niveau de forme du cheval, sur son état de santé et contribuait à améliorer sa gestion. Nous avons constaté qu'au cours de certaines périodes de la saison telles que la mise à l'entraînement, les périodes précédant et suivant une échéance et les phases de récupération, les variations notables de certains paramètres ou la survenue fréquente de troubles justifiaient un suivi plus soutenu. Par ailleurs, les principaux troubles rencontrés ont été d'ordre locomoteur, cutané et respiratoire. Ce résultat invite à une vigilance particulière sur ces points, tant au niveau du suivi clinique, des moyens employés pour le diagnostic que de la prévention et du traitement le cas échéant. Enfin, ce travail a permis de mettre en évidence des corrélations entre plusieurs paramètres, d'amener des pistes de recherche concernant l'association entre les paramètres suivis et la performance, d'apporter une meilleure connaissance de la récupération à court et à plus long terme et des séquelles physiques pouvant survenir au cours de la carrière d'un cheval d'endurance de haut niveau.

Notre étude ne couvre qu'une partie du suivi médico-sportif. Un suivi complet inclura également des bilans hématologiques réguliers, l'utilisation d'examen complémentaires si nécessaire ainsi que la réalisation de tests d'effort à intervalles réguliers. De nouvelles techniques d'évaluation du niveau de forme seront sans doute utilisées à l'avenir. La mesure de la respiration musculaire ou encore l'étude de la transcriptomique sont deux pistes dont l'utilisation chez le cheval est en cours d'exploration.

-

BIBLIOGRAPHIE

1. ARNAUD G, DUBROEUCQ H, RIVOT D. (1997) Notation de l'état corporel des chevaux de selle et de sport – Guide pratique. *Institut de l'élevage*. 40p.
2. ART T, AMORY H, LEKEUX P. (2000) Notions de base de physiologie de l'effort. *Prat. Vét. Eq.* **32 numéro spécial**, 7-10.
3. Association Française des Vétérinaires d'Endurance Equestre (AFVEE). Manuel du vétérinaire 2006.
4. BENAMOU-SMITH A. (2003) Affections médicales du cheval d'endurance. *Sessions endurance. Longue conférence. In : Proceedings of the Congr Assoc Vet Equ Fr (AVEF) 2003,* 203-206.
5. BENAMOU-SMITH A, ROBERT C, BARREY E. (2006) Time-induced changes in hematological and biochemical parameters over a 140 km endurance race in a group of national level horses. *7th International Conference on Equine Exercise Physiology 2006*.
6. CHAUFFAUX C. (2008) Prise en charge diagnostique et thérapeutique d'une hyperthermie apparemment isolée chez le cheval adulte. *Th. Med. Vet. Lyon* : 176p.
7. COUETIL L. (2009) How do we define poor performance ? *Proceedings of the 4th World Equine Airways Symposium. Berne August 5-7th 2009*.
8. COUETIL L. (2011) Les tests de fonction respiratoire chez le cheval. *Prat. Vet. Eq.* **43**, 7-14.
9. CREVIER DENOIX N. (2007) Tendons et gaines de la main. In : *UP d'anatomie. ENVA*. 6p.
10. DAHL S. (2005) Contribution à l'étude de la récupération active chez le trotteur français à l'entraînement. *Th. Med. Vet. Alfort* : 166p.
11. DEMONCEAU T. (1992) Guide de formation aux contrôles vétérinaires des raids équestres d'endurance. *Prat. vet. eq.* **24**, 145-149.
12. DENOIX JM. (2001) Extérieur et examen physique du cheval. *CIRALE – ENVA*. 247p.
13. DENOIX JM, AUDIGIE F. (2002) Entités pathologiques générales. *CIRALE – ENVA*. 184p.
14. DIETSCH P. (1996) Elevage et entraînement du cheval d'endurance : étude d'un exemple en Haute-Provence. *Th. Med. Vet. Nantes*: 138p.
15. DUNKEL B, WILKINS A. (2004) Nutrition in critically ill equine patients. *Clinics of North America Equine Practice* **20**(1):107-126.

16. ESSER M, LIDNER A. (2008) Relation between resting and recovery heart rate. *Proceeding European Veterinary Conference Voorjaarsdagen 2008*. Equine Posters 7.
17. FLAMINIO MJ, GAUGHAN EM, GILLEPSIE JR. (1996) Exercise intolerance in endurance horses. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* **12**, 565-580.
18. FRAIPONT A, VAN ERCK E, ART T, LEKEUX P. (2009) Détection d'affections subcliniques induisant des baisses de performance chez les chevaux d'endurance grâce à un test d'effort de terrain adapté. *Proceedings Journées AVEF, Deauville. 2009*. 152-154.
19. GARLINGHOUSE SE, BURILL MJ. (1999) Relationship of body condition scores on completion rates during 160-km endurance races. *Equine vet. J. Suppl.* **30**, 591-595.
20. GEOR RJ. (2005) Nutritional Management of Endurance Horses. In : *9^e Congrès de Médecine et Chirurgie Equine de Genève*. Décembre 2005.
21. GOACHET AG. (2010) L'Alimentation du cheval d'endurance. Présentation ACA – Agro sup Dijon.
22. HODGSON DR. (2000) Thermorégulation chez le cheval à l'effort. *Prat. Vét. Eq.* **32**, 15-20.
23. JAYR L. (2009) Prédilection à la rhabdomyolyse d'effort chez le trotteur français : analyse génomique. *Thèse med. Vet. Alfort* : 84p.
24. LABORDE-LAROQUE M. (2004) L'entraînement du cheval d'endurance: pratiques actuelles d'après une enquête de terrain. *Th. Med. Vet. Nantes* : 130p.
25. LANGLOIS C. (2006) Développement de troubles métaboliques chez les chevaux d'Endurance lors de courses de longue distance : Etude Epidémiologique sur les épreuves Françaises en 2003. *Th. Med. Vet. Alfort* : 113p.
26. LANGLOIS C, ROBERT C. (2008) Epidémiologie des troubles métaboliques chez les chevaux d'endurance. *Prat. Vet. Equine.* **40** (157) :51-60.
27. LAWRENCE L, JACKSON S, KLINE K, MOSER L, POWELL D, BIEL M. (1992) Observations on body weight and condition score of horses in a 150-mile endurance ride. *J. Eq. Vet. Sci.* **12**, 320-324.
28. LECLERC JL. (1998) La préparation du cheval d'endurance: principes élémentaires. *Prat. vet. eq.* **30**, 15-17
29. LECLERC JL. (2003) Particularités de l'entraînement du cheval d'endurance. *Session endurance AVEF 2003 – courte communication*. In : *Proceedings of the Congr Assoc Vet Equ Fr (AVEF) 2003*, 168-172.
30. LECLERC JL. (2003) L'Endurance équestre. *Session d'endurance AVEF 2003 – courte communication*. In : *Proceedings of the Congr Assoc Vet Equ Fr (AVEF) 2003*, 156-157.
31. LECLERC JL. (2009) L'entraînement de cheval d'endurance : notions fondamentales et évolution. *Prat. vet. eq.* **41**, 7-9.

32. LESTER GD. (2004) Gastrointestinal diseases of performance horses. In: *Equine sport medicine and surgery*. Saunders Editions. 1037-1048.
33. MARLIN D, NANKERVIS K. (2002) Thermoregulation. In : *Equine Exercise Physiology*. Blackwell Publishing. 291p.
34. MENAGER S. (2010) Méthodes d'évaluation du poids chez le cheval d'endurance. Détermination expérimentale du « poids de forme ». *Thèse med. Vet. Afort* : 74p.
35. MUNOZ A, CUESTA I, RIBER C, GATA J, TRIGO P, CASTEJON FM. (2006). Trot asymmetry in relation to physical performance and metabolism in equine endurance rides. In : *7th International Conference on Equine Exercise Physiology*. Fontainebleau, France. August 26-31. 2006.
36. NOEL DE BURLIN A, ART T, AMORY H, VOTION D, LEKEUX P. (1994) Tests standardisés de routine pour l'évaluation de la condition physique chez les chevaux d'endurance. *Prat. vet. eq.* **26**, 25-30
37. PELISSIER C. (2003) Dominantes pathologiques du cheval d'endurance : volet orthopédique. *AVEF 2003 Longue conférence session endurance*. In : *Proceedings of the Congr Assoc Vet Equ Fr (AVEF) 2003*, 199-202.
38. RICHARD EA, FORTIER GD, DENOIX JM, LEKEUX PM, VAN ERCK E. (2008) Relevance of exercise tests for the detection of sub-clinically respiratory diseases in trained French Standardbred trotters . In : *Proceeding of the 10th International Congress of World Equine Veterinary Association, Moscow, Russia*, 462-464.
39. RICHARD EA, FORTIER GD, PITEL PH, DUPUIS MC, VALETTE JP, ART T, DENOIX JM, LEKEUX PM, VAN ERCK E. (2010) Sub-clinical diseases affecting performance in Standardbred trotters : Diagnostic methods and predictive parameters. *The Vet. J.* **184**, 282-289.
40. ROBERT C. (2008) Présentation du projet PEPCE (Physiologie de l'Entraînement et de la Performance chez le Cheval d'Endurance).
41. ROBERT C. (2008) Topographie abdominale du cheval – Application à la clinique. In : *UP d'anatomie. ENVA*. 13p.
42. ROBERT C. (2011) Suivi médico-sportif du cheval d'endurance : quels paramètres évaluer ? *Résumé de l'intervention – Journées Fédérales Endurance – Poitiers – 15 janvier 2011*.
43. ROBERT C, SENA A. (2009) Quels sont les critères les plus pertinents pour déterminer le cheval « à risque » en endurance ? *Prat. Vét. Eq.* **41**, 23-30.
44. ROBERT C, LECLERC JL, VAN ERCK-WESTERGEN E, MATHEWS-MARTIN L, VOTION D, RICHARD E. (2011) Le test d'effort chez le cheval d'endurance. *Prat. vet. eq.* **43**, 23-26.
45. ROSSIER Y. (2007) Problèmes myoarthrosquelettiques et diagnostic de boiterie. In : *Cours de médecine des équins – Université de Montréal*.
46. SAUDEMONT JP. (1998) Les différentes catégories de vétérinaires en endurance et leur rôle. *Prat. vet. eq.* **30**, 9-14.

47. SCHOTT HC, MARLIN DJ, GEOR RJ ET COLL. (2006) Changes in selected physiological and laboratory measurements in elite horses competing in a 160 km endurance ride. *Equine Vet. J. Suppl.* **36**, 37-42.
48. SEGUIN A. (2009) Contrôles vétérinaires en course d'endurance : critères d'alerte. *Prat. vet. eq.* **41**, 17-21.
49. STELLMAN SM, E. M. MICHAEL-ELLER EM, GIBBS PG, POTTER GD. (2006) Meal size and feeding frequency influence serum leptin concentration in yearling horses. *J. Anim. Sci.* **84**, 2391-2398.
50. VAN ERCK-WESTERGERN E. (2011) Comment estimer la capacité cardiaque d'un cheval athlète ? *Prat. Vét. Eq.* **43**, 33-38.
51. VAN ERCK E, ART T. (2009) Respiratory Inflammation in Endurance Horses. In : *Proceedings of the 4th World Equine Airways Symposium. Berne August 5-7th 2009.*
52. VAN ERCK E, JAKESOVA V, LEKEUX P, ART T. (2006) Field evaluation of poor performance in Standardbred trotters. *Pferdeheilkunde.* **22**, 625-631.
53. VRINS A. (2007) Système digestif. In : *Cours de Médecine des équins – Université de Montréal.*

Annexe 1

Fiche d'examen hebdomadaire des chevaux

Physiologie de l'Entraînement et de la Performance chez le Cheval d'Endurance EXAMEN HEBDOMADAIRE DES CHEVAUX

CHEVAL NARA Date: 15.04.08
 Heure: 9H30
 Evalueur: LPT

Examen physique :				
Poids :	<u>435</u>	Note d'état :	<u>4</u>	
Condition physique :	excellente	<u>bonne</u>	moyenne	insuffisante
Appétit :	<u>très bon</u>	normal	capricieux	←→ faible
Crottins :	secs	<u>normaux</u>	pâteux	
Comportement/attitude : entourer le terme le plus adapté				
• au box :	vif	alerte	<u>calme</u>	très calme
• à pied :	vif	<u>alerte</u>	calme	très calme
• avec les autres CVx :	agressif	méfiant	indifférent	amical
• au montoir :	s'échappe	se creuse	<u>ne bouge pas</u>	se raidit
• monté :	sur le gaz	<u>alerte</u>	calme	mou
• à froid :	très souple	<u>souple</u>	raide	très raide
• à chaud :	très souple	<u>souple</u>	raide	très raide
• réaction à l'imprévu :	forte	<u>modérée</u>	faible	absente

Examen clinique :				
Problème depuis le dernier examen :		oui / <u>non</u>	<i>si oui, faire un rapport détaillé</i>	
FC (bpm)	<u>30</u> <u>BAV</u>		FR (mpm)	<u>N</u>
Muqueuses oculaires	± congestive	rose	rose pâle	<u>pâle</u>
Muqueuses buccales	± congestive	rose	<u>rose pâle</u>	pâle
TRC (sec)	<u>1,5</u>			
pli peau épaule (sec)	<u>1</u>		pli peau encolure (sec)	<u>1</u>
bruits digestifs	<u>N</u> <u>N</u>		<i>intensité : ↓ N ou ↑</i>	
température rectale	<u>37,5</u>		<i>qualité : gaz N ou liquide</i>	

Examen locomoteur :	
Examen statique : noter la présence éventuelle d'une plaie, atteinte, problème de ferrure...	
Examen dynamique : noter si cheval régulier, irrégulier ou boiteux - préciser le membre et l'intensité	
• huit au pas :	
• trot ligne droite :	
• cercle main G :	<u>N</u> <u>irrégulière AG</u>
• cercle main D :	<u>N</u>

Commentaires libres : _____

Annexe 2a

Semaine d'entraînement Tn au cours de laquelle la fréquence cardiaque maximale a été relevée par cheval au cours de la première période d'entraînement (E1) et éléments anormaux de l'examen clinique associés

G1 / G2	FC max E1	Semaine d'entraînement	Eléments anormaux de l'examen clinique correspondant à la semaine ou la FC max a été relevée
Kebar	36	C1, T12	<u>C1</u> : RAS <u>T12</u> : PPencolure=2s ; engorgement boulets postérieurs; crevasses paturon antérieurs et postérieurs, brûlures flancs, irrégularité AD en ligne droite, irrégularité PD sur cercle à main G.
Naid	40	T0	T° max = 37,7°C FR élevée
Naya	35	C1	RAS
Bibor	38	T2, T3	<u>T2</u> : RAS <u>T3</u> : RAS
<i>Halan</i>	35	T12 (recup. C1)	Toux sèche Coloration légèrement jaune des muqueuses oculaires et buccales ; TRC = 2s – PP encolure = 2s Brûlures au niveau des jugulaires
<i>Nazia</i>	34	T0, T3, T5	<u>T0</u> : TRC=2s; muqueuses buccales sèches, intensité des bruits digestifs augmentée dans les quatre cadrans. <u>T3</u> : TRC=2s <u>T5</u> : RAS
<i>Zaaf</i>	34	T3, T5, T9	<u>T3</u> : TRC=2s. <u>T5</u> : bruits digestifs d'intensité augmentée dans les quatre cadrans. <u>T9</u> : RAS

Nb : Belik ne figure pas dans le tableau car il est arrivé en cours de saison et a suivi l'entraînement uniquement pendant la période E2.

Annexe 2b

Semaine d'entraînement Tn au cours de laquelle la fréquence cardiaque maximale a été relevée par cheval au cours de la deuxième période d'entraînement (E2) et éléments anormaux de l'examen clinique associés

G1 / G2	FC max E2	Semaine d'entraînement	Eléments anormaux de l'examen clinique correspondant à la semaine où la FC max a été relevée
Kebar	38	T13	Crevasse et brûlures en voie de guérison, Irrégularité AD ligne droite, Irrégularité PD cercle à main G, Œdème genou G suite à une piqûre de tique.
Naid	34	T22	PP encolure=2s
Naya	34	T25	PP encolure=2s, Boiterie PG au trot en ligne droite – Boulet PG chaud, Brûlures flanc G.
Bibor	40	T25 (récup. C2)	Raideur sur le cercle à main G et main D – brûlures sur les flancs et sous la selle suite à la course.
<i>Halan</i>	33	T15	TRC=2s PP encolure=2s
<i>Nazia</i>	40	T15	TRC = 2s
<i>Zaaf</i>	36	T20	RAS
<i>Belik</i>	34	T13, L2	<u>T13</u> : RAS <u>L2</u> (course 90km) : crevasse +++ AG et AD. PP encolure = 2s.

Annexe 3a

Semaine d'entraînement Tn au cours de laquelle la température maximale a été relevée par cheval au cours de la première période d'entraînement (E1) et éléments anormaux de l'examen clinique associés

	T° max	Semaine d'entraînement	Eléments anormaux de l'examen clinique correspondant à la semaine ou la T°max a été relevée
Kebar	37,3	T10, T12 (après C1)	T10 : TRC=2s, PPenc=2s, irrégularité PD T12 : PP encolure=2s, engorgements boulets postérieurs, crevasses pâturons antérieurs et postérieurs, brûlures flancs, irrégularité AD ligne droite et PD sur cercle à main G.
Naid	37,7	T0, T5	T0 : FC max = 40, FR élevée T5 : crottins peu nombreux et box défait, course de 40km la veille de l'examen clinique.
Naya	37,7	T0	RAS
Bibor	37,7	T0	Muqueuses buccales congestives
<i>Halan</i>	37,7	T7	RAS
<i>Nazia</i>	37,8	T5	RAS
<i>Zaaf</i>	37,7	T5 T7	T5 : RAS T7 : TRC=2s, PP encolure=2s.

Annexe 3b

Semaine d'entraînement Tn au cours de laquelle la température maximale a été relevée par cheval au cours de la deuxième période d'entraînement (E2) et éléments anormaux de l'examen clinique associés

	T° max	Semaine d'entraînement	Eléments anormaux de l'examen clinique correspondant à la semaine ou la T°max a été relevée
Kebar	37,4	T25 (après C2)	- FC = 35 - PP encolure = 2-3 s - Muqueuses oculaires et buccales pâles - Crevasses pli du pâturon membres antérieurs
Naid	37,6	T13	- Bruits digestifs d'intensité diminuée dans le cadran inférieur droit.
Naya	37,9	T25 (après C2)	- FC = 34 - Boulet PG chaud et irrégularité PG au trot en ligne droite - brûlures flanc gauche sous la selle
Bibor	37,9	T17	- FC = 36 - plaie AD + irrégulière AD sur cercle à main droite
<i>Halan</i>	37,7	T23	- TRC =2s, PP encolure = 2s, suros actif face interne tiers proximal canon AD + boiterie 4/5 au trot en ligne droite.
<i>Nazia</i>	37,5	L2	-RAS
<i>Zaaf</i>	37,6	T14	RAS
<i>Belik</i>	38,0	T15	- condition physique moyenne, se déplace difficilement : réaction importante au Tifène® au passage de sangle.

Annexe 4a

Différentiels du poids, de la notation d'état corporel, de la durée de persistance du pli de peau à l'encolure et de la fréquence cardiaque entre la semaine précédant et la semaine suivant les courses et nombre de semaines nécessaire au retour du paramètre à sa valeur d'avant course pour les chevaux du groupe 1

G1	Paramètres	Avant C1 (T10)	Après C1 (T12)	Différentiel	Nb de semaines nécessaire au retour de la valeur du paramètre à sa valeur avant l'effort	Avant C2 (T23)	Après C2 (T25)	Différentiel
Kebar	Poids (kg)	368	353	-15	2	371	357	-14
	NEC (/5)	3	2,75	-0,25	1	2,5	2,5	0
	PPenc (s)	2	2	0	0	1	2,5	+1,5
	FC (bpm)	30	36	+6	3	32	35	+3
Naid	Poids (kg)	465	439	-26	12	450	451	+1
	NEC (/5)	3	2,75	-0,25	1	2,5	2,75	+0,25
	PPenc (s)	2	1	-1	10	1	1	0
	FC (bpm)	32	34	+2	1	30	31	+1
Naya	Poids (kg)	420	405	-15	4	417	395	-22
	NEC (/5)	3	2,5	-0,5	1	2,25	2	-0,25
	PPenc (s)	1	1	0	0	1	1	0
	FC (bpm)	30	30	0	0	Donnée manquante	34	Donnée manquante
Bibor	Poids (kg)	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	383	372	-11
	NEC (/5)	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	2,75	2,75	0
	PPenc (s)	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	0,5	1	+0,5
	FC (bpm)	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	33	40	+7

Annexe 4b

Différentiels du poids, de la notation d'état corporel, de la durée de persistance du pli de peau à l'encolure et de la fréquence cardiaque entre la semaine précédant et la semaine suivant les courses et nombre de semaines nécessaire au retour du paramètre à sa valeur d'avant course pour les chevaux du groupe 2

G2	Paramètres	Avant C1 (T10)	Après C1 (T12)	Différentiel	Nb de semaines nécessaire au retour de la valeur du paramètre à sa valeur avant l'effort	Avant C2 (T23)	Après C2 (T25)	Différentiel
<i>Halan</i>	Poids (kg)	508	497	-11	2	Sans objet	Sans objet	Sans objet
	NEC (/5)	3	2,5	-0,5	3	Sans objet	Sans objet	Sans objet
	PPenc (s)	1,5	2	+0,5	6	Sans objet	Sans objet	Sans objet
	FC (bpm)	30	35	+5	1	Sans objet	Sans objet	Sans objet
<i>Nazia</i>	Poids (kg)	437	430	-7	3	444	419	-25
	NEC (/5)	3	2,5	-0,5	N'est pas revenu à 3	2,75	2	-0,75
	PPenc (s)	0,5	2	+1,5	6	1	2	+1
	FC (bpm)	27	28	+1	0	34	33	-1
<i>Zaaf</i>	Poids (kg)	433	420	-13	3	433	414	-19
	NEC (/5)	3	2,75	-0,25	1	2,75	Donnée manquante	Donnée manquante
	PPenc (s)	1	1	0	0	1	2	+1
	FC (bpm)	32	34	+2	1	30	33	+3
<i>Belik</i>	Poids (kg)	absent	absent	absent	absent	401	384	-17
	NEC (/5)	absent	absent	absent	absent	2,75	2,5	-0,25
	PPenc (s)	absent	absent	absent	absent	1	2	+1
	FC (bpm)	absent	absent	absent	absent	32	32	0

Annexe 5a

Résultats des examens cliniques des chevaux le lendemain de C1 et les deux semaines suivant C1 (T12 et T13)

G1 / G2	C1+1j	T12	T13
Kebar	Fatigue, discrets signes de déshydratation, engorgements des boulets postérieurs, crevasses en regard des paturons, BAD au trot.	TRC=1,5s, PPenc=2s, engorgements des boulets postérieurs, crevasses en regard des paturons, irrégularité AD et PD mais plus de boiterie.	Crevasses en voie de résolution, irrégularité AD et PD.
Naid	Fatigue, discrets signes de déshydratation, raide à froid.	Boiterie AD.	Bruits digestifs d'intensité diminuée dans le cadran inférieur droit.
Naya	Fatigue, discrets signes de déshydratation, irrégularité AG.	TRC=2s, engorgement en regard de la face interne des 2 antérieurs, légère boiterie AD (disparue le lendemain).	TRC=1,5s, bruits digestifs d'intensité légèrement diminuée dans le cadran inférieur droit.
<i>Halan</i>	Légers signes de déshydratation.	Toux sèche (Halan a été mis sous Ekypulmyl®), muqueuses légèrement jaunes, légers signes de déshydratation toujours présents.	PPenc=2s, bruits digestifs d'intensité diminuée dans les cadrans inférieur gauche et supérieur droit.
<i>Nazia</i>	Pouls digité augmenté AG, boiterie AG toujours présente mais mieux que la veille.	TRC=2s, PPenc=2s, bruits digestifs d'intensité diminuée dans les 2 cadrans droits, molettes tendineuses redevenues comme avant la course, pas de boiterie.	TRC=2s, bruits digestifs d'intensité diminuée dans les 4 cadrans.
<i>Zaaf</i>	Muqueuses légèrement jaunes.	RAS	RAS

Annexe 5b

Résultats des examens cliniques des chevaux le lendemain de C2 et les deux semaines suivant C2 (T25 et T26)

G1 / G2	C2+1j	T25	T26
Kebar	N'a pas consommé tout le foin distribué la veille, ni bu beaucoup dans la nuit, FC = 41 bpm, PPep=2s, muqueuses un peu sèches, raide à la sortie du box, très raide au trotting, crevasses en regard du pli du paturon des membres antérieurs.	Signes de déshydratation toujours présents (PPenc=2-3s, PPep=1,5s), petites crevasses en regard du pli du paturon des membres antérieurs.	Appétit capricieux, bruits digestifs d'intensité diminuée dans le cadran supérieur droit, PPenc=2s, toux.
Naid	Examen clinique normal, ne présentait plus de boiterie	Légèrement gêné sur le cercle à main droite.	Bruits digestifs d'intensité diminuée dans les 2 cadrans droits.
Naya	PPep=1,5s, raide PG, difficultés à avancer au trot. Nb : C2+2j : postérieur G très engorgé, traitement : Meflosyl®, Naquadem®.	Enervée au box, TRC=1,5s, PPep=2s, boulet PG chaud, irrégularité PG.	Bruits digestifs d'intensité diminuée dans les 2 cadrans droits.
Bibor	N'a pas consommé tout le foin distribué la veille, ni bu dans la nuit, FC = 44 bpm, traces de sueur dans la région lombo- sacrée, boiterie PG (2/5) toujours présente.	FC=40 bpm, engorgement du boulet PG, très raide sur le cercle aux deux mains.	FC=40 bpm, TRC=1,5s, bruits digestifs d'intensité diminuée dans les cadrans supérieur gauche et inférieur droit, raide.
<i>Nazia</i>	Engorgements des boulets, boiterie PD, crevasses en regard des pâturons (Equipalazone® pour la douleur)	PPenc=2s, pouls digité AD, crevasses AD > AG, engorgement de la gaine tendineuse AG	Données non disponible
<i>Zaaf</i>	Légers signes de déshydratation, transit diminué dans les cadrans supérieurs, engorgement des boulets, défaut d'extension du carpe persistant au pas, crevasses en regard des pâturons (Equipalazone® pour la douleur).	Baisse de l'appétit, crevasses en regard des pâturons des membres antérieurs sans engorgement ni pouls digité.	Données non disponible
<i>Belik</i>	Crevasses en regard des paturons (Equipalazone® pour la douleur).	Crevasses en regard des pâturons des membres antérieurs sans engorgement ni pouls digité, lésion face interne du boulet PD avec engorgement et douleur.	Données non disponible

CONTRIBUTION A LA DÉTERMINATION DE PARAMÈTRES CLINIQUES PERTINENTS POUR L'ÉVALUATION DU NIVEAU DE FORME CHEZ LE CHEVAL D'ENDURANCE

PERTOKA-BOURASSET Vidya

Résumé

Ce travail a consisté en un suivi longitudinal de paramètres physiques, comportementaux, cliniques et locomoteurs sur un groupe de huit chevaux d'endurance de haut niveau pendant une saison d'entraînement et de compétitions. Les paramètres suivis ont évolué de manière différente au cours de la saison. Certains n'ont pas subi de variation notable, d'autres ont varié de manière ponctuelle ou systématique à des moments clés tels que la mise à l'entraînement, la période post-effort immédiate et les phases de récupération. Seule la note d'état corporel a diminué tout au long de la saison. Par ailleurs, les principales affections rencontrées ont été respectivement, par ordre d'importance, les troubles locomoteurs, cutanés et respiratoires. En outre, ce travail a permis de mettre en évidence des corrélations entre plusieurs paramètres, d'apporter des pistes de réflexion concernant l'association entre les paramètres suivis et la performance et de mieux connaître la récupération au cours des semaines suivant une course. Les résultats obtenus montrent qu'il est pertinent de suivre le poids, l'état corporel, le comportement et de réaliser des examens cliniques et locomoteurs réguliers au cours de la saison. Le suivi de ces paramètres s'avère simple, peu coûteux et informatif tant sur le niveau de forme du cheval que sur son état de santé. La prévalence élevée des troubles locomoteurs, cutanés et respiratoires invite à une vigilance soutenue sur ces points ainsi qu'à certains moments clés de la saison tels que la mise à l'entraînement, les jours précédant et suivant une échéance et les phases de récupération.

**Mots clés : ENTRAINEMENT / PERFORMANCE / EFFORT / ENDURANCE /
PARAMETRES CLINIQUES / SUIVI MEDICO-SPORTIF / EQUIDE / CHEVAL DE
SPORT**

Jury :

Président : Pr.

Directeur : Dr. ROBERT Céline

Assesseur : Pr. BENET Jean-Jacques

CONTRIBUTION TO IDENTIFICATION OF RELEVANT CLINICAL PARAMETERS FOR THE ASSESSMENT OF THE FITNESS LEVEL OF ENDURANCE HORSES

PERTOKA-BOURASSET Vidya

Summary

This study consisted in a longitudinal follow-up of physical, behavioral, clinical and locomotor parameters on eight high-level endurance horses throughout one training and competition season. The studied parameters showed various changes during the season. Some parameters did not change, others varied occasionally or systematically at key moments such as the first weeks of training, immediate post-effort periods and recovery periods. Body condition score was the only one to decrease continuously throughout the season. The main conditions encountered were, in order of importance, locomotor, skin and respiratory disorders. Furthermore, this work showed correlations between some parameters. It has also proposed research perspectives regarding the association between the studied parameters and performance and has given a better understanding of recovery during the weeks following a ride. The results show that it is relevant to follow weight, body condition score, behavior and to perform regular clinical and locomotor examinations during the season. Follow-up of these parameters is simple, inexpensive and gives information on the fitness level of the horse but also its health. The high prevalence of locomotor, skin and respiratory disorders calls for continuous vigilance on these points. Key moments of the season such as beginning of training, the days before and after a ride and recovery periods also requires attention.

**Keywords : TRAINING / PERFORMANCE / EFFORT / ENDURANCE / CLINICAL
PARAMETERS / MEDICAL FOLLOW-UP / EQUIDAE / HORSE / SPORT HORSE**

Jury :

President : Pr.

Director : Dr. ROBERT Céline

Assessor : Pr. BENET Jean-Jacques