



**Maëlle  
Bonhomme**

Diplômée Médecin vétérinaire par l'ULiège en 2019 (Belgique)

Interne à la Clinique Equine de Meslay (France)  
Interne à la Clinique Via Nova Equine (Belgique)

Doctorante à l'ULiège, aspirante FNRS depuis octobre 2021.

[maelle.bonhomme@uliege.be](mailto:maelle.bonhomme@uliege.be)

#### Partenaire(s)



#### Financier(s)



## Importance du métabolisme lipidique chez le galopeur

Maëlle Bonhomme<sup>1</sup>, Florence Patarin<sup>1</sup>, Caroline-J. Kruse<sup>1</sup>, Anne-Christine François<sup>1</sup>, Irène Tosi<sup>1</sup>, François Boemer<sup>2</sup>, Jean-Paul Cheramy-Bien<sup>2</sup>, Claire Leleu<sup>3</sup>, Anne Couroucé<sup>4,5</sup>, Benoît Renaud<sup>1</sup>, Joël Pincemail<sup>2</sup>, Clovis Wouters<sup>1</sup>, Dominique-M. Votion<sup>1</sup>

<sup>1</sup>FARAH, Faculté de Médecine vétérinaire, ULiège,

<sup>2</sup>CHU, ULiège,

<sup>3</sup>Equi-Test,

<sup>4</sup>Oniris,

<sup>5</sup>Biotargen.

#### Type de présentation : poster – projet de recherche

#### Ce qu'il faut retenir :

Les galopeurs sont capables de courir à plus de 60 km/h sur des distances allant de 900 à 4 000 m pour les courses de plat et de 2 800 à 7 300 m pour les courses d'obstacles. Afin de réaliser de tels efforts, l'approvisionnement en énergie recourt à différentes voies métaboliques dont la contribution dépend de l'intensité et de la durée de l'effort. Une étude de terrain, incluant 11 galopeurs Pur-sang, a été réalisée afin d'évaluer l'implication du métabolisme lipidique lors d'une séance d'entraînement et de déterminer quels marqueurs seraient potentiellement utiles au suivi de l'entraînement. Les analyses biochimiques classiques confirment l'implication du métabolisme lipidique dans l'apport énergétique lors de l'exercice chez le galopeur. Cependant, les informations relatives à leur métabolisation restent limitées. Le recours à de nouveaux marqueurs, tel que le profil en acylcarnitines, apparaît comme un outil intéressant pour investiguer le métabolisme énergétique. Outre l'acquisition de nouvelles connaissances relatives à l'implication des différentes voies métaboliques au cours de l'effort, la détermination du profil des acylcarnitines pourrait s'avérer utile au suivi médico-sportif du galopeur.



© C. Losfeld

## 1 Contexte et objectifs

Le savoir-faire des éleveurs et entraîneurs des chevaux de course a produit des athlètes capables de courir à plus de 60 km/h sur des distances allant de 900 à 4 000 m pour les courses de galop de plat et de 2 800 à 7 300 m pour les courses d'obstacles. Pour réaliser ces efforts, les galopeurs doivent développer, en plus de leur vitesse, des capacités d'endurance. Ainsi, l'approvisionnement en énergie chez le cheval de course recourt aux voies anaérobies (*i.e.* ne nécessitent pas d'oxygène) et aérobies (*i.e.* qui consomment de l'oxygène pour produire de l'énergie) avec une contribution respective dépendant de l'intensité et de la durée de l'effort (1). Les lipides sont des substrats particulièrement intéressants en termes de rendement énergétique or le métabolisme lipidique est peu étudié chez le galopeur (2). Les objectifs de cette étude étaient d'évaluer l'implication du métabolisme lipidique lors d'une séance d'entraînement chez le galopeur et de déterminer quels marqueurs seraient potentiellement utiles au suivi de l'entraînement.

## 2 Méthodes

Dans le cadre de leur suivi médicosportif, des prélèvements sanguins ont été effectués chez 11 chevaux Pur-sang avant (T0) et à 5 (T1), 30 (T2), 60 (T3) et 120 minutes (T4) après leur séance d'entraînement. Deux groupes ont été constitués *a posteriori* sur base de l'intensité de l'effort réalisé : intense pour le groupe 1 (G1 ; n = 6) correspondant à un « galop » vs. un effort modéré pour le groupe 2 correspondant à un « petit canter » (G2 ; n = 5) selon le jargon de la discipline. Les chevaux étaient équipés d'un cardiofréquence-mètre-GPS H10 (Polar®), relié à l'interface Wook® (Equi-Test®). Les paramètres hématologiques et biochimiques usuels ont été déterminés par les méthodes de routine tandis que la lactatémie a été mesurée par un analyseur portable (Lactate Scout 4, EKF Diagnostics®). Le profil des acylcarnitines (ACs ; *i.e.* des intermédiaires du métabolisme énergétique) a été établi par spectrométrie de masse en tandem (Sciex® TQ5500) sur plasma héparine obtenu par centrifugation et congélation immédiate. Les analyses statistiques ont été réalisées via le logiciel R (R version 4.1.2). Des analyses univariées et multivariées (*i.e.* analyse en composante principale [ACP] et analyse discriminante par régression des moindres carrés [PLS-DA]) ont été effectuées afin d'évaluer l'effet de l'exercice ainsi que de l'intensité.

## 3 Résultats

Tableau 1 : Caractéristiques des groupes

	Groupe 1	Groupe 2
Âge moyen (années)	2,5 ± 0,5	3,6 ± 0,9
Nombre de chevaux	6	5
Nombre de femelles	3	4
Nombre d'hongres	3	1
Expérience (années)	0,7 ± 0,8	1,8 ± 1,3

Tableau 2 : Caractéristiques des exercices

Paramètres	Groupe 1	Groupe 2
Vitesse moyenne (km/h)	48,2 ± 1,1	27,0 ± 2,3
Vitesse maximale (km/h)	61,0 ± 3,1	35,2 ± 1,6
Fréquence cardiaque maximale (bpm)	209,3 ± 8,8	180 ± 4,3
Durée du travail (sec)	107,4 ± 38,4	342,8 ± 49,7
Lactatémie 5 min post-exercice (mmol/L)	8,1 ± 1,5	<0,5

Les tableaux 1 et 2 reprennent les caractéristiques des groupes et des exercices réalisés (moyenne ± écart-type). La cortisolémie, l'hématocrite, la concentration en acide urique et en créatinine, la glycémie et l'activité enzymatique des créatines kinases (CK) étaient significativement augmentés à T2 (et à T4 pour les CK) pour G1.

### 3.1 Évaluation de la contribution du métabolisme lipidique par des analyses biochimiques classiques

Le taux en acides gras non estérifiés (AGNE), de cholestérol total, de cholestérol de haute densité et de basse densité ne présentaient pas de modifications significatives après l'effort. Les taux de triglycérides (TG) et de lipoprotéines de très basse densité (*i.e.* transporteurs de TG) étaient significativement augmentés à T2 pour G1.

### 3.2 Évaluation de la contribution du métabolisme lipidique par l'analyse du profil des acylcarnitines

L'ACP réalisée sur les concentrations des ACs mesurées à T0 et à T2 pour les deux groupes a réparti les différents échantillons selon deux composantes expliquant respectivement 47,9% et 14,1% de la variance des données. Cette analyse suggère que le profil des ACs est modifié par l'exercice (Figure 1). Une seconde ACP réalisée sur les concentrations des ACs mesurées à T2 pour les deux groupes réparti les différents échantillons selon deux composantes, expliquant respectivement 36,0% et 22,1% de la variance des données. La figure 2 suggère qu'après effort, les deux groupes ont un profil des ACs similaire. Néanmoins, une PLS-DA a permis de discriminer les données sur base de l'intensité de l'effort réalisé.

Figure 1 : Analyse en composante principale sur les concentrations des acylcarnitines mesurées au repos (T0) et 30 minutes post-exercice (T2)

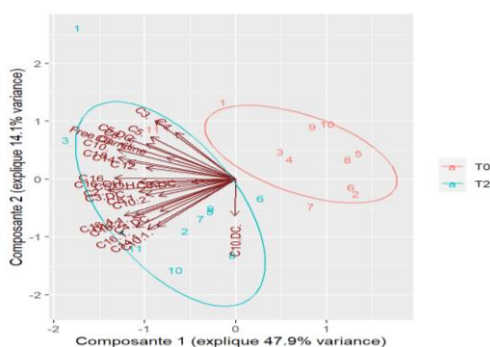
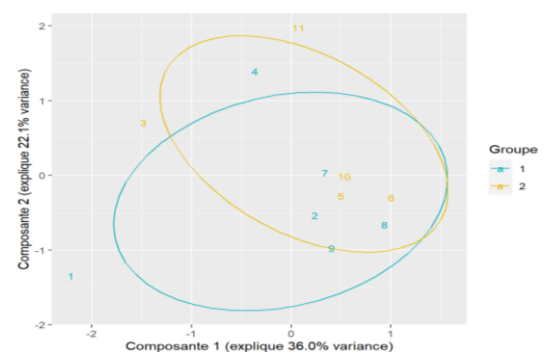


Figure 2 : Analyse en composante principale sur les concentrations des acylcarnitines mesurées 30 minutes post-exercice



## 4 Conclusions et applications pratiques

La réponse physiologique à l'exercice est un événement coordonné qui implique l'intégration des voies aérobies et anaérobies pour assurer le renouvellement de l'énergie nécessaire à l'activité des muscles. Les substrats énergétiques sont les hydrates de carbone, les lipides et les protéines (1). La contribution de ces différents substrats varie selon l'intensité, le type et la durée de l'exercice et est influencée par l'alimentation et l'entraînement.

La force de cette étude réside dans la volonté de s'accorder aux conditions de terrain. Les chevaux inclus dans l'étude témoignent de l'hétérogénéité présente au sein d'une écurie de course (divers âges, sexes, historiques médicaux et expériences). Afin de ne pas interférer avec la routine d'entraînement, l'exercice réalisé n'a pas été standardisé et suivait le programme d'entraînement type avec réalisation d'un « petit canter » ou d'un « galop ». Les données objectives permettent de les classer respectivement comme exercice modéré (G2) et exercice de courte durée et d'intensité élevée (G1), ce dernier induisant des modifications significatives des paramètres mesurés.

### 4.1 Implication du métabolisme lipidique chez le galopeur : évaluation par des analyses biochimiques classiques

La première étape de l'utilisation des lipides à des fins énergétiques est l'hydrolyse des TG en AGNE et en glycérol qui sont libérés dans la circulation sanguine pour être acheminés vers la cellule musculaire. Les chevaux se distinguent des autres animaux de sport par une augmentation des TG circulant pendant l'exercice (3). Ces TG libérés par le foie seraient synthétisés en réponse à l'augmentation de l'apport des AGNE au foie. Les résultats de notre étude confirment le recourt au métabolisme lipidique pour le G1 où l'intensité de l'exercice est élevée (*i.e.* augmentation des TG à T2). Cette observation n'était pas associée à des modifications du taux d'AGNE tandis que le dosage du glycérol n'a pas été réalisé. Les modifications de ces 3 paramètres sont le reflet de phénomènes concomitants : la lipolyse (*i.e.* la mobilisation des réserves lipidiques), l'oxydation des acides gras (*i.e.* l'utilisation comme substrat énergétique par les muscles) et la synthèse de TG à partir des AGNE (3,4). Les dosages de notre étude ayant été réalisés sur un unique prélèvement effectué 30 minutes après l'exercice, il est difficile de définir si les observations correspondent à la réalisation de l'effort ou à la récupération.

## 4.2 Implication du métabolisme lipidique chez le galopeur : évaluation par l'analyse du profil des acylcarnitines

La carnitine est un cofacteur indispensable au transport des acides gras à travers la membrane interne de la mitochondrie, l'organelle permettant la production d'énergie à partir des acides gras. Les ACs sont des intermédiaires du métabolisme lipidique et la détermination de leur profil est utilisée, en routine, en médecine humaine pour la détection de maladies métaboliques innées (5). Le profil sanguin des ACs donne une image instantanée des flux continus entre les différentes voies métaboliques et entre différents organes. Ce profil est influencé par de nombreux facteurs dont l'exercice (6–8) mais à notre connaissance, il n'a pas été étudié chez le galopeur.

L'ACP suggère que le profil des ACs est modifié par l'exercice chez le galopeur. Les groupes d'intensité différentes étaient représentés de façon homogène, cependant, la PLS-DA discriminait les groupes d'intensité d'efforts différents grâce à la modification de certains ACs. Il est à noter que l'individu numéro 1 présentait un profil des ACs éloigné de celui des autres individus, à la fois à T0 et T2. Une périostite des canons antérieurs a été diagnostiquée pour ce cheval dans la semaine suivant l'étude.

Cette étude de suivi médicosportif a mis en évidence l'implication du métabolisme lipidique lors de différentes séances d'exercice chez le galopeur dans des conditions de terrain. Les marqueurs de biochimie classique apportent des informations incomplètes quant à l'utilisation des lipides. Cette étude confirme les limites de ces marqueurs et la nécessité du recours à d'autres plus pertinents. La détermination du profil des ACs apparaît comme un indicateur potentiellement intéressant du métabolisme énergétique. Outre l'acquisition de nouvelles connaissances relatives à l'implication des différentes voies métaboliques au cours de l'effort, la détermination de ce profil pourrait s'avérer utile au suivi médicosportif du galopeur. En effet, des défauts dans les voies d'approvisionnement en énergie contribuent à la diminution des performances (1).

## 5 Remerciements

Les auteurs remercient le Fonds de la Recherche Scientifique (FNRS ; Belgique) et l'Institut français du cheval et de l'équitation (IFCE ; France) pour leur soutien ainsi que Gina Rarick et Jérôme Seignot (DMV) pour leur collaboration.

## 6 Pour en savoir plus

- (1) Votion et al., Muscle energetics in exercising horses. *Equine and Comparative Exercise Physiology*. 2007;4:105-18.
- (2) Nolazco Sassot et al., The lipidome of Thoroughbred racehorses before and after supramaximal exercise. *Equine Vet J*. 2019;51(5):696-700.
- (3) Pösö et al., Exercise-induced transient hyperlipidemia in the racehorse. *Zentralbl Veterinarmed A*. oct 1989;36(8):603-11.
- (4) Snow et Mackenzie. Effect of Training on some Metabolic Changes associated with Submaximal Endurance Exercise in the Horse. *Equine Veterinary Journal*. 1977;9(4):226-30.
- (5) McHugh et al., Clinical validation of cutoff target ranges in newborn screening of metabolic disorders by tandem mass spectrometry: A worldwide collaborative project. *Genet Med*. 2011;13(3):230-54.
- (6) Westermann et al., Plasma acylcarnitine and fatty acid profiles during exercise and training in Standardbreds. *American Journal of Veterinary Research*. nov 2008;69(11):1469-75.
- (7) Peters et al., Acylcarnitine ester utilization by the hindlimb of warmblood horses at rest and following low intensity exercise and carnitine supplementation. *Vet Q*. 2015;35(2):76-81.
- (8) Van der Kolk et al., Serum acylcarnitine profile in endurance horses with and without metabolic dysfunction. *The Veterinary Journal*. 2020;255:105419.

## En partenariat avec :

