

---

## Bilan Médico-Sportif de l'athlète canin sur le canicross longue distance

**Auteur :** Duez, Clémence

**Promoteur(s) :** Art, Tatiana

**Faculté :** Faculté de Médecine Vétérinaire

**Diplôme :** Master en médecine vétérinaire

**Année académique :** 2021-2022

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/15049>

---

### *Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---

**BILAN MEDICO SPORTIF DE L'ATHLETE  
CANIN SUR LE CANICROSS LONGUE  
DISTANCE**

***SPORT MEDICINE REPORT OF THE CANINE  
ATHLETE ON THE LONG DISTANCE  
CANICROSS***

Clémence Duez

Travail de fin d'études

Présenté en vue de l'obtention du grade  
de Médecin Vétérinaire

ANNÉE ACADÉMIQUE 2021/2022

Le contenu de ce travail n'engage que son auteur

**BILAN MEDICO SPORTIF DE L'ATHLETE  
CANIN SUR LE CANICROSS LONGUE  
DISTANCE**

***SPORT MEDICINE REPORT OF THE CANINE  
ATHLETE ON THE LONG DISTANCE  
CANICROSS***

Clémence Duez

Tuteur : Dr Tatiana Art

Travail de fin d'études

présenté en vue de l'obtention du grade  
de Médecin Vétérinaire

ANNÉE ACADÉMIQUE 2021/2022

Le contenu de ce travail n'engage que son auteur

# BILAN MEDICO SPORTIF DE L'ATHLE CANIN SUR LE CANICROSS LONGUE DISTANCE

## RESUME ET OBJECTIFS

Le canicross et ses dérivés (caniVTT, canitrottinette, ...) est un sport récent, et en plein essor. Cependant, la physiologie des chiens de canicross a été peu étudiée jusqu'à présent : les connaissances scientifiques existantes en médecine sportive canine concernent les chiens d'endurance (traîneau) et de sprint (lévriers). Un premier but de ce travail est de décrire le chien de canicross dans sa morphologie, sa physiologie lors de l'effort et d'exposer brièvement quelques pathologies métaboliques engendrées par ce type d'activité. Puis, dans un second temps, d'analyser des données récoltées sur dix chiens lors d'un canicross longue distance au mois de décembre afin de pouvoir appréhender les modifications physiologiques engendrées par cet effort. Les paramètres mesurés comprenaient : la fréquence cardiaque et respiratoire, la température rectale, la lactatémie, la glycémie, la protéinémie, l'ionogramme, l'hématologie et la biochimie au repos, immédiatement et une heure post-effort. L'étude réalisée a permis de mettre en lumière que l'effort du canicross long induisait une augmentation significative de la température rectale, de la fréquence cardiaque et de l'hématocrite ainsi qu'une diminution significative de la magnésémie immédiatement post-effort par rapport aux valeurs de repos. D'autres paramètres comme le nombre de lymphocytes circulants et la protéinémie ont montré une diminution significative une heure post-effort par rapport aux valeurs de repos. Aucun effet de l'effort n'a été observé sur de la créatine kinase, la lactatémie, la glycémie, ni sur les autres types de globules blancs.

Cette étude préliminaire vise, sur le long terme, à mieux comprendre comment ces chiens, en fonction de leur entraînement, race, âge et poids, réagissent à ce type d'exercice et ce, afin de les accompagner dans le respect de leur santé et bien-être, de les prendre en charge, et conseiller les propriétaires sur leur gestion lors d'une course

# **SPORT MEDICINE REPORT OF THE CANINE ATHLETE ON THE LONG DISTANCE CANICROSS**

## **PURPOSE OF THE WORK**

Canicross and its declinations (bikejoering, scotter, ...) is a recent sport, and in full swing. However, the physiology of canicross dogs has been poorly studied until now: the scientific knowledge in canine sports medicine concerns endurance (sled) and sprint (greyhound) dogs. A first objective of this work is to describe the canicross dog in its morphology, its physiology during the effort and to briefly expose some metabolic pathologies generated by this type of activity. Then, in a second step, to analyze data observed on ten dogs during a long distance canicross in December in order to be able to understand the physiological changes caused by this effort. Parameters measured included: heart and respiratory rate, rectal temperature, blood lactate, blood glucose, serum protein, electrolytes, hematology and biochemistry at rest, immediately and one hour post-exercise. The study highlighted that long canicross effort induced a significant increase in rectal temperature, heart rate and hematocrit as well as a significant decrease in magnesium immediately post-exercise compared to rest values. Other parameters such as the number of circulating lymphocytes and serum protein showed a significant decrease one hour after exercise compared to resting values. No effect of exercise was observed on creatin kinase, lactate, blood sugar, or other types of white blood cells.

This preliminary study aims, in the long term, to better understand how these dogs, depending on their training, breed, age and weight, react to this type of exercise, in order to support them in respecting their health and well-being, taking care of them, and advising owners on their management during a race

## REMERCIEMENTS

# BILAN MEDICO SPORTIF DE L'ATHLETE CANIN SUR LE CANICROSS LONGUE DISTANCE

## Table des matières

<b>PREMIERE PARTIE : LE CHIEN DE CANICROSS .....</b>	
1. INTRODUCTION .....	
2. MORPHOLOGIE, RACE ET PREDISPOSITIONS.....	
2.1. Morphologie .....	
2.2. Les races prédisposées pour cet effort .....	
3. PHYSIOLOGIE DU CHIEN DE SPORT.....	
3.1. Le muscle : fonctionnement et métabolisme.....	
3.2. Modifications physiologiques à l'effort.....	
3.2.1. Musculosquelettique.....	
3.2.2. Cardiorespiratoire.....	
3.2.3. Thermique.....	
3.2.4. Stress oxydatif .....	
3.3. Les pathologies métaboliques fréquentes.....	
3.3.1. La rhabdomyolyse d'effort .....	
3.3.2. La déshydratation.....	
4. BESOIN DU CHIEN DE CANICROSS : ENERGIE ET ALIMENTATION.....	
<b>DEUXIEME PARTIE : Etude sur terrain – Canicross longue distance de Spa .....</b>	
1. INTRODUCTION.....	
2. MATERIEL ET METHODES.....	
3. RESULTATS.....	
4. DISCUSSION.....	
5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....	
<b>LISTE DES ANNEXES .....</b>	
<b>LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	

## PREMIERE PARTIE : LE CHIEN DE CANICROSS

### 1. INTRODUCTION

Au 21<sup>e</sup> siècle, un foyer sur 4 possède au moins un chien. Qu'il soit compagnon de vie, de travail, de berger, de sport, il occupe une place importante dans notre quotidien.

Concernant les chiens de sport, de nombreux articles scientifiques traitent de la physiologie de l'effort des chiens de traîneaux ou encore des Greyhounds de course. Cependant, d'autres disciplines canines sportives existent mais les connaissances sur celles-ci sont faibles. C'est le cas du canicross, discipline sportive en plein essor, dans laquelle le chien est attelé à son maître dans le but de réaliser une course à pied en nature, type cross, sur une distance en compétition de 2 à 7 kilomètres. Les meilleurs binômes réalisent cet effort avec une moyenne de 17 à 20 kilomètres par heure.

Toutes les races/morphologies de chien peuvent être inscrites sur les compétitions, dans la mesure où ces derniers sont capables de réaliser l'effort demandé. Pour entrer en compétition les chiens doivent répondre aux conditions suivantes :

- Présenter un bon état de santé
- Avoir l'âge légal de participation : le chien doit avoir minimum 12 mois pour réaliser un canicross et 15 mois pour les épreuves de caniVTT, canitrottinette, ski-joering
- Identification : le chien doit être porteur d'une puce d'identification déclarée au fichier national d'identification des carnivores domestiques
- Garantir un état sanitaire : le chien doit être vacciné contre la toux du chenil, la rage, la maladie de carré et le parvovirus (depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2017)
- Posséder le matériel adéquat, qui sera susceptible d'être contrôlé lors de la course : un harnais adapté à la morphologie du chien, une ligne de trait élastique reliant le chien à son maître, et un baudrier pour le coureur
- Respect du bien-être animal et des capacités physiques de son chien.



*Figure 1 : Photo de 3 binômes participant à l'étude (Hans et Sparta – Danny et Datter – Céline et Ridley)*

## 2. MORPHOLOGIE, RACE ET PREDISPOSITIONS

Bien qu'il existe plusieurs races de chien aptes à la pratique du canicross, le chien doit tout d'abord correspondre à son coureur par sa puissance physique et par son caractère, afin d'éviter les blessures pour l'un ou pour l'autre. Toutefois, dans la recherche de la performance, il est plus fréquent de voir certaines races monter sur les marches du podium. Il s'agit de chiens à la fois puissants, rapides mais endurants, et possédant une bonne motivation pour fournir ce type d'effort.

### 2.1. Morphologies

Il existe une multitude de morphologie chez les chiens mais seules les plus adaptées pour le canicross vont être présentées ici.

Il existe 3 types de morphologie de tête pour catégoriser les chiens : dolicoéphales, mésocéphales, brachycéphales (du plus long profil de tête au plus court). Les races brachycéphales présentent un palais mou plus long : celui-ci causerait une augmentation de la résistance du flux d'air intranasal au niveau des narines (Grand et Bureau 2011) et donc un apport d'oxygène moins efficace aux poumons. Par conséquent, les chiens les plus aptes à la

pratique du canicross seraient les chiens possédant une tête allongée, un palais mou de taille normale, et des cavités nasales plus rectilignes. Les dolichocéphales et mésocéphales seraient donc favorisés aux brachycéphales.

Le thorax du chien se compose d'une cavité thoracique protégeant les organes vitaux qu'il contient : les poumons, le cœur et ses gros vaisseaux. Un thorax profond contenant des grands poumons sera favorable à la réalisation d'un effort physique. Un abdomen court, levreté constitué d'une sangle abdominale rigide et bien musclé sera également approprié.

Pour ce qui est des membres, les longs os, rectilignes et de bons aplombs sont indispensables dans la réalisation de mouvements efficaces. Une musculature importante, homogène et symétrique est également requise.

## 2.2. Les races prédisposées pour cet effort

Un grand gabarit peut être nécessaire car l'effort consiste tout de même à tracter un humain dont le poids est non négligeable même si celui-ci est entraîné.

Les races de chien qui répondent aux critères précédents sont nombreuses, en voici quelques exemples :

- **Les chiens de berger** : Berger Hollandais, Berger Malinois, Border Collie, ...  
Ils sont intelligents, travailleurs, sportifs, agiles et réceptifs. Toujours à l'écoute de leur maître. Ces qualités en font des bons partenaires de canicross
- **Les chiens de chasse** : Braque, Pointer Anglais, Drahthaar, ...  
Ce sont des chiens très tenaces, endurant et rapides à la fois, puissants peu importe le terrain. Ils sont habitués à réaliser des efforts seuls ou en binôme avec leur maître. Ces qualités sont recherchées pour la pratique de la discipline
- **Les chiens nordiques** : Husky, Alaskan Husky, ... Très endurants, ils sont habitués à réaliser des efforts intenses et longs. Bien qu'ils ne soient pas les plus rapides, ils sont robustes et ont le goût de l'effort

Depuis quelques années, l'Homme est en quête de performance, avec le désir de toujours progresser. C'est pourquoi des croisements de chiens ont été réalisés, afin de créer des races toujours plus prédisposées à la pratique du canicross.

Commenté [CD1]: Pas trouvé de ref pour cette partie

Ces races ne sont pas reconnues par la Fédération Canine Internationale (FCI) :

- **Les Greyster** est un croisement entre le Lévrier Greyhound, et le Braque Allemand à poil court. Ces chiens bénéficient du mental et de la puissance du chien de chasse, et des aptitudes sportives du Lévrier. Ils sont un croisement idéal pour pratiquer le canicross. D'autant plus qu'ils sont des compagnons de vie très équilibrés, aussi bien à la maison qu'au travail.
- **L'European Sled Dog (ESD) ou Eurohound** est un croisement entre un Alaskan Husky et un Pointer. Tout comme le Greyster, l'ESD est le partenaire de canicross idéal.

Leur ligne et morphologie répondent à tous les critères cités précédemment. Ce sont des chiens mesurant de 62 à 75cm au garrot pour des poids variant de 25 à 40kg. Ces chiens sont faits pour travailler et courir. Une fois leurs besoins comblés, ils se révèlent fidèles, intelligents et très équilibrés psychologiquement. En bref, la combinaison parfaite pour tout canicrosser passionné.

Selon GRANDJEAN, les chiens présentant les meilleures conformations couraient plus longtemps et présentaient moins de pathologies traumatiques (Grandjean et al., 2005).



*Figure 2: Ice - Greyster – photo prise par Benoit Delaplace*



*Figure 3 : Orna – European Sled Dog – photo prise par Mathilde Duez*

### 3. PHYSIOLOGIE DU CHIEN DE SPORT

#### 3.1. Le muscle : fonctionnement et métabolisme

Par rapport au poids corporel, la masse musculaire représente environ 40%, et jusqu'à 60% pour les chiens type Lévrier (Grandjean, 2005).

La principale caractéristique du tissu musculaire, du point de vue fonctionnel, est son aptitude à transformer une énergie chimique (sous forme d'ATP) en énergie mécanique. Grâce à cette propriété, les muscles sont capables d'exercer une force (Martani, 2016).

L'Adénosine Triphosphate (ATP) est indispensable pour réaliser une contraction musculaire. Lorsqu'une tête de myosine fixe de l'ATP, elle la catalyse et l'hydrolyse ce qui permet de fournir l'énergie nécessaire à la tête pour changer d'orientation, se fixer sur les sites de liaison de l'actine et former des ponts d'union. Une fois le complexe actine/myosine formé, les produits de l'hydrolyse sont libérés, la tête revient à sa position de repos : c'est le coup de rame nécessaire au mouvement relatif des filaments. Puis une nouvelle molécule d'ATP vient se fixer sur la tête ce qui permet le détachement de la myosine. Un autre cycle peut alors commencer. Si l'ATP ne se détache pas de la tête, la myofibrille reste contractée.

Les ions calcium interviennent aussi dans la contraction musculaire : ils se fixent sur la troponine (protéine qui se trouve en surface de l'actine). Sans cette fixation, les ponts d'union actine-myosine ne se forment pas.

Lorsque le signal nerveux arrive au niveau de la synapse neuromusculaire, les neurotransmetteurs sont libérés sur la membrane post synaptique, et les ions calciums sont libérés à proximité des myofibrilles. L'hydrolyse de l'ATP qui libère de l'énergie et le mouvement qui en consomme, constituent un couplage énergétique qui implique une conversion d'énergie chimique (portée par l'ATP) en énergie mécanique (mouvement). L'actine et la myosine sont les acteurs moléculaires de ce couplage (N. Fabien, 2017).

Il existe plusieurs filières pour synthétiser de l'ATP. Ces filières sont recrutées en fonction de la durée de l'effort.

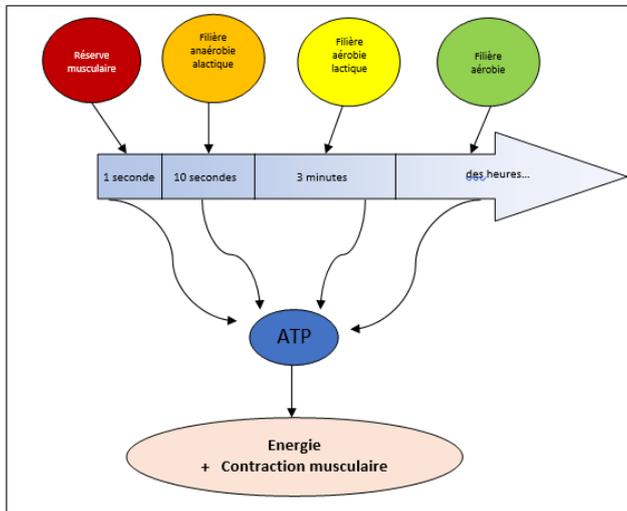


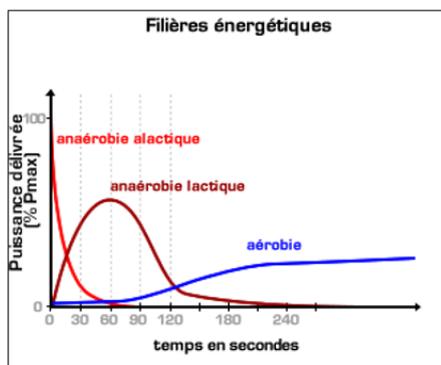
Figure 4: réalisée personnellement - montrant les différentes filières produisant de l'ATP en fonction de la durée de l'effort

**La filière anaérobies alactiques** est utilisée pour un effort allant jusque 10 secondes, en absence d'oxygène. Elle utilise ADP pour la resynthétiser en ATP en présence de créatine kinase (CK). Le dosage de la CK dans le sang est un bon indicateur de lésions musculaires.

**La filière anaérobie lactique** utilise le glycogène musculaire dégradé au cours de la glycolyse anaérobie jusqu'au stade du pyruvate puis du lactate. Le délai de mise en route est bref, au plus quelques secondes. Faute d'apport suffisant en O<sub>2</sub>, les corps réduits formés ne peuvent être oxydés : pour éviter leur accumulation en excès, ainsi que celle du pyruvate, un ion H<sup>+</sup> est transféré au pyruvate, le transformant en lactate.

**La filière aérobie** est utilisée pour des efforts de plusieurs minutes à plusieurs heures. Elle est basée sur l'oxydation de substrats énergétiques tels que hydrates de carbones et acide gras (P. Bacquaert, 2014).

Aussi, plusieurs filières peuvent cohabiter lors d'un même effort. Lors d'une course de lévrier, la filière anaérobie lactique est la plus sollicitée, suivie de la filière aérobie.



*Figure 5 : Courbe d'Howald – Filières énergétiques utilisées en fonction du temps d'effort (en secondes)*

### 3.2. Modifications physiologiques à l'effort

#### 3.2.1. Musculosquelettique

La physiologie musculaire des chiens a suscité un intérêt scientifique particulier au cours des dernières décennies. Le muscle est le tissu le plus rapidement et spectaculairement adaptable avec de l'entraînement. Il peut soit s'hypertrophier, soit se remodeler. Lors de l'hypertrophie, le volume musculaire augmente contrairement au remodelage où la machinerie enzymatique du muscle change, et donc sa biologie et sa physiologie également.

Avec de l'entraînement en endurance, les paramètres suivants s'améliorent : vascularisation, capacité aérobie, résistance à la fatigue.

Pour comprendre la physiologie musculaire, il est important de connaître la nature de ces fibres. D'abord, des études ont mis en évidence un métabolisme musculaire oxydatif élevé des chiens, qui est responsable de leur remarquable capacité d'endurance (Rivero et al., 1994). Ensuite, plusieurs procédés de typage ont permis de mettre en évidence ces différents types :

- **Coloration à l'adénosine triphosphatase (ATPase)** : mise en évidence de la présence de fibres de type I (lente) et de type II (rapide) (Cardinet et al., 1983). Les fibres rapides canines ont été initialement classées en fibres IIa et en fibres « Ildog », car ces dernières étaient propres au chien et ne correspondaient pas aux fibres IIb classiques observées chez d'autres espèces (Latorre et al., 1993). Plus tard, d'autres études (Smerdu et al., 2005) ont suggéré que les fibres Ildog

**Commenté [CD2]:** Ref d'issues de la thèse d'Irene, demander les biblio completes

correspondaient en fait aux fibres hybrides Ila / IIX. Aussi, la prédominance de fibres rares 2m (ou MHC-m, ou isoforme masticatrice) a été constatée dans les muscles masticateurs des chiens (Toniolo et al 2007).

- **Histochimie, immunohistochimie, réaction en chaîne par polymérase de transcription inverse (RT-PCR)** : Confirmation de la présence de fibres IIX soit sous une forme pure, soit sous la forme hybride IIX (Toniolo et al., 2007).
- **Marquage avec immunofluorescence utilisée en combinaison avec marquage des membranes basales des fibres** : depuis peu, cette technique préférable aux deux autres (Busse et al. 2021).

En bref, les muscles des membres et du tronc canins expriment :

- Des fibres pures MHC-I (fibres lentes) : leur contraction est lente, leur force et leur fatigabilité est faible. Elles sont peu volumineuses et utilisent un métabolisme oxydatif
- Des fibres IIA : ce sont les plus abondantes dans les muscles du tronc et des membres du chien (Toniolo et al., 2007). Leur métabolisme est à la fois oxydatif et glycolytique : leur fatigabilité est réduite. Aussi leur contraction est rapide et leur force modérée
- Des fibres IIX : elles sont un intermédiaire entre les fibres I et Ila (ce qui n'est pas classique chez les mammifères (Acevedo et Rivero, 2006)) et elles présentent une capacité oxydative élevée, ce qui les rend plus résistants à la fatigue que les autres mammifères
- Des fibres hybrides I-IIA et IIX (= IIXdog) en nombre inhabituellement élevé par rapport aux autres espèces, ce qui permet au muscle d'affiner son efficacité pour répondre plus efficacement aux demandes fonctionnelles (Stephenson, 2001).

La proportion de ces fibres lentes et/ou rapides dans le muscle est génétiquement fixée (Fouriez et Lablee, 2004). Elle varie en fonction de la race mais aussi de l'effort physique réalisé par le chien. Par exemple, les muscles des membres du lévrier contiennent principalement (80 à 100 %) fibres musculaires de type IIA à contraction rapide et quelques fibres à contraction lente fibres, tandis que les chiens de races mixtes contiennent plus (c'est-à-dire 20 à 100 %) fibres de type I (Armstrong et al. 1982). C'est pourquoi certaines races sont naturellement plus aptes à pratiquer le canicross que d'autres.

### 3.2.2. Cardiorespiratoire

Lors d'un effort physique, les systèmes cardio-vasculaire et respiratoire vont rencontrer des adaptations qui ont pour objectifs :

- D'assurer l'apport en oxygène et en nutriments nécessaires à l'activité musculaire,
- De permettre l'élimination des déchets en particulier gaz carbonique et la chaleur, produits par le métabolisme musculaire

Les modifications de la fonction circulatoire pendant le travail vont permettre d'accroître le débit sanguin et par conséquent l'apport en oxygène vers les tissus qui ont un métabolisme accru, en particulier les muscles. Ce sont l'augmentation de la fréquence cardiaque et la diminution du volume d'éjection systolique qui vont faire que le débit cardiaque augmente. Le débit cardiaque peut s'élever de manière considérable et atteindre 10 fois son niveau de repos (Grandjean, 2005).

Aussi, pour faciliter et favoriser les échanges sang/muscle, une vasodilatation se produit dans les muscles alors qu'une vasoconstriction a lieu dans les organes non nécessaires à l'effort physique, notamment au niveau des organes digestifs dont le débit sanguin peut chuter de 80% (Grandjean, 1992) ou de la peau. Une splénocontraction a également lieu : des globules rouges sont libérés dans la circulation, par conséquent l'hématocrite et le volume circulant augmentent. Ce phénomène permet d'augmenter l'oxygénation des tissus car le transport de dioxygène est amélioré (Gogny, Souilem, 1995).

D'un point de vue respiratoire, lors de l'effort il y aura une augmentation de la fréquence respiratoire et de son amplitude de mouvement : ceci permet d'apporter plus de dioxygène et d'éliminer plus de dioxyde de carbone. (Toll, et al., 2010)

Ces modifications cardio-respiratoires sont donc très importantes pour le métabolisme aérobie.

### 3.2.3. Thermique

Comme il a été exposé précédemment, une vasoconstriction a lieu dans la peau du chien au moment de l'effort, c'est un facteur limitant à la sudation et donc à une bonne thermorégulation. Aussi, contrairement au cheval, le chien possède peu de glandes sudoripares au niveau de la peau (seulement quelques-unes au niveau des coussinets), ce qui limite une fois de plus la thermorégulation. Pour compenser, une vasodilatation se fait au niveau de la surface de la langue, par évaporation d'eau. Ainsi le chien peut évacuer sa chaleur et réguler sa température corporelle (Gogny, Souilem, 1995).

#### 3.2.4. Stress oxydatif

Le stress oxydatif est un état de déséquilibre entre la production des espèces réactives de l'oxygène et les capacités antioxydantes de l'organisme (Michel et al. 2008).

En effet, lors de l'utilisation du dioxygène, des déchets sont libérés : les espèces réactives de l'oxygène (ERO), plus communément appelés radicaux libres. Ils sont toxiques pour les cellules et peuvent altérer les lipides par peroxydation, les protéines par dénaturation, les enzymes par désactivation, et les glucides par oxydation du glucose.

Ce stress oxydatif a majoritairement lieu lors d'un effort d'endurance et cause :

- Une altération des membranes des érythrocytes
- Une baisse d'activité de certaines protéines
- Des dommages cellulaires

L'accumulation de ces radicaux peut provoquer des vieillissements cellulaires accélérés et sur du plus long terme des pathologies digestives, inflammatoires, rénales, ... (Grandjean, 2005).

Ce stress oxydatif peut être réduit avec un entraînement modéré et répété. Un effort trop intense produira des lésions oxydatives importantes, il est donc préférable de réaliser un entraînement varié et régulier, ceci aura un effet anti-oxydant sur le long terme.

#### 3.3. Les pathologies métaboliques fréquentes

Bien que la plupart des races utilisées en canicross sont des lignées de travail, il est important d'entraîner son chien pour limiter le risque de blessures. Il est bon de savoir que l'intensité de l'activité, plutôt que la durée, peut jouer un rôle plus important dans le développement des blessures (Lafuente et Whyte 2018).

Certains facteurs tels que l'obésité, l'âge avancé, le manque de préparation physique peuvent favoriser les blessures, il ne faut donc rien négliger.

### 3.3.1. La rhabdomyolyse d'effort

Cette pathologie est synonyme de myoglobulinurie paroxystique. Elle est causée par la lyse de fibres musculaires striées squelettiques, ce qui engendre la libération de substances dans la circulation générale, telle que la myoglobine ou le potassium. Elle se compose de 3 formes (Mallet, 2019):

- Suraigüe : arrêt immédiat de l'effort avec de fortes difficultés locomotrices voire des déficits proprioceptifs, mort en 48 heures.
- Aigüe : séquelles musculaires graves.
- Subaigüe : douleur localisée aux membres et au dos seulement avec difficultés locomotrices mais n'apparaissant que 24 à 48 heures après l'effort. On observe une régression spontanée en trois à quatre jours.

Le stress, l'excitation du chien, les conditions de transport, l'absence d'échauffement, les températures chaudes sont des facteurs favorisant à l'apparition de cette pathologie.

Lors d'un effort, si les conditions thermiques sont modifiées, la lactatémie peut être multipliée par 20 lors d'exercice anaérobie, ce qui engendre : une diminution du flux sanguin intramusculaire, un déficit potassique intracellulaire, une nécrose cellulaire progressive (Grandjean, 2005). Ceci explique les signes cliniques cités précédemment.

Plus la masse musculaire du chien est développée, plus il est prédisposé à cette pathologie.

Le traitement de la rhabdomyolyse doit inclure : une réhydratation importante, un refroidissement des masses musculaires, administration d'anti-inflammatoires et analgésiques, du repos et une supplémentation en potassium (Grandjean, 1995). Un entraînement adéquat et une gestion du stress vont de pair pour prévenir cette affection.

### 3.3.2. La déshydratation

L'eau est un élément nutritionnel essentiel. Elle représente 60 à 75% du poids vif du chien. (Reece et Rowe, 2017).

Tout comme chez les humains, les risques de déshydratation du chien sont augmentés lors d'effort important. Lors d'un effort, 75 à 80% de l'énergie est transformée en chaleur et va être éliminée au niveau des voies respiratoires supérieures du chien ce qui peut également conduire à une déshydratation (Puhl et Buskirk, 1994).

Or, une déshydratation conduit à une baisse de performance, et augmente le risque d'apparition des crampes. Il est donc important de la prendre en charge. Il est possible d'estimer cliniquement le pourcentage de déshydratation du chien. En fonction de ce pourcentage de déshydratation, l'attitude à adopter sera différente (Fig. 6).

**Estimation clinique du degré de déshydratation chez le chien.**

Pourcentage de déshydratation	Examen clinique	Attitude à adopter
≤ 5	Aucune modification clinique	Abreuvement
6	Légère persistance du pli cutané (a)	Réhydratation orale
8	Importante persistance du pli cutané Temps de remplissage capillaire de 2 à 3 secondes (b) Légère endophtalmie Sécheresse des muqueuses buccales	Perfusion
10-12	Sévère persistance du pli cutané Temps de remplissage capillaire supérieur à 3 secondes Endophtalmie prononcée – extrémités froides Myospasmes – Tachycardie occasionnelle	Perfusion
12-15	État de choc Mort imminente	Urgence

*Figure 6 : Grandjean, 2005 « estimation clinique du degré de déshydratation chez le chien » - page 353)*

Pour prévenir la déshydratation, il est recommandé de donner à boire à volonté avant, pendant et après un effort physique à un chien (Puhl et Buskirk, 1994).

#### 4. BESOIN DU CHIEN DE CANICROSS : ENERGIE ET ALIMENTATION

Les chiens présentent des besoins alimentaires qualitatifs et quantitatifs. Les besoins qualitatifs correspondent à un régime complet, c'est à correspondant aux besoins journaliers sur 24h, et contient tous les nutriments nécessaires aux dépenses de l'animal.

Les besoins quantitatifs quant à eux correspondent à un régime équilibré : tous les éléments essentiels s'y trouvent mais sous les bonnes proportions.

Afin de juger si le chien reçoit une ration équilibrée, la *World Small Animal Veterinary Association* (WSAVA) (Annexe 1) a mis en place une échelle de mesure de l'état corporel des chiens adultes, en leur attribuant une cote de 1 (cachexie) à 9 (obésité sévère), c'est ce qu'on appelle le Body Score Condition (BCS). Il est à associer à la palpation de l'animal. Pour l'étude de terrain qui va suivre, nous avons utilisé cette échelle. L'idéal est un score de 5/9, qui correspond d'après la WSAVA à : « Côtes palpables sans excès couverture grasse. Tour de taille observé derrière les côtes vue de dessus. Abdomen retroussé vu de côté ».

En maintenance, le chien a normalement besoin de 132 kilocalories d'énergie métabolisable par kilogramme de poids corporel élevé à la puissance 0,75. Néanmoins, ces besoins peuvent varier en fonction de l'activité du chien. Par exemple pour un Greyhound de course, les besoins s'élèvent de 150 à 190 kcal d'énergie métabolisable par kilogramme de poids corporel élevé à la puissance 0,75 (Grandjean, 2005). Pour un chien de canicross pesant 20kg, les besoins représentent environ 1300 à 1800 kcal d'énergie métabolisable par jour en conditions climatiques neutres, ce qui est proche des besoins d'entretien.

Pour ce qui est du rationnement du chien, d'après Dominique Grandjean, l'idéal est de lui fournir un aliment sec (type croquette de bonne qualité) réhydraté avec de l'eau tiède. Un quart de sa ration quotidienne doit être distribuée minimum 3 heures avant un effort et le reste peut être distribuée minimum 2 heures après un effort, ce qui limite les problèmes digestifs à l'effort et certaines pathologies telles que le syndrome de dilatation torsion d'estomac (SDTE).

Certains chiens étant très actifs, il est possible que leurs aliments ne couvrent pas les besoins en vitamines et minéraux, c'est pourquoi il est parfois nécessaire de compléter leurs rations. Sont concernées la vitamine C, la vitamine E et la superoxyde dismutase : elles vont permettre de diminuer la production excessive de radicaux libres dans le cadre du métabolisme des lipides dont nous parlions précédemment (Cline, Reynolds, 2005).

## **DEUXIEME PARTIE : Etude sur terrain – Canicross longue distance de Spa**

### **1. INTRODUCTION**

Le canicross est un sport en plein essor depuis quelques années. Bien que la physiologie des chiens pratiquant cette activité se rapproche de celle des chiens de traîneaux ou des lévriers de course, connue du grand public, il existe des différences qui sont encore ignorées.

C'est pourquoi augmenter les savoirs sur la physiologie des chiens de canicross était indispensable dans le cadre de ce mémoire. Plus les connaissances sur le sujet sont grandes, au plus il est possible d'accompagner les athlètes canins, de les prendre en charge, de conseiller les propriétaires et ainsi améliorer leur performance.

Pour que ces résultats d'analyse soient parlants, ils seront souvent comparés à ceux des chiens de traîneaux ou aux lévriers de course

### **2. MATERIEL ET METHODES**

Cette étude a été réalisée le 18 décembre 2021, lors du canicross de Spa, en association avec le personnel du Service de Médecine Sportive de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'ULiège. Le protocole a été approuvé par la Commission d'Ethique Animale de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège (N° 2395). Le parcours réalisé par les athlètes mesurait 5,7 kilomètres avec 180 mètres de dénivelé positif. La température extérieure était de 5 degrés Celsius et l'humidité relative de 80%.

10 athlètes canins ont participé à l'étude, sur base de volontariat de la part de leur propriétaire : le choix des candidats était donc aléatoire. 8 chiens ont réalisé le canicross long et 2 le caniVTT (même distance et même parcours mais le chien tracte un VTT dirigé par son maître). Les propriétaires des chiens ont préalablement signé un consentement éclairé (Annexe 2) pour autoriser l'utilisation des données récoltées sur leurs chiens. Ensuite, ils ont complété un premier questionnaire sur leur niveau sportif et celui de leur chien (Annexe 3) et un second sur leur ressenti de la course (Annexe 4).

Quant aux chiens, ils ont fait l'objet d'un examen clinique et de prises de sang prélevées à trois moments différents : avant la course (T0), immédiatement après la course (T1), puis 1h après celle-ci (T2).

Les paramètres suivants ont été mesurés :

- Fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, température rectale à T0, T1 et T2
- A T0: Hématocrite, Protéines totales et électrophorèse, Na, Cl, K, P, Ca, Mg, CK, LDH, AST, GGT, Urée, Créatinine, ALP, bilirubine, glucose et lactate directement sur place (par lactomètre et glucomètre), troponine I cardiaque (pour 3 chiens sur 10)
- A T1: hématocrite, protéines totales, lactate et glycémie, ions (Na-Cl-K), troponine (pour 3 chiens sur 10)
- A T2: hématocrite, protéines totales, CK, glycémie et lactatémie, troponine (pour 3 chiens sur 10)

Une analyse statistique des valeurs récoltées a été réalisée, dans le but de savoir si ces modifications physiologiques sont significatives ou non. Dans un premier temps, la normalité des données a été testées à l'aide du test Shapiro-wilk : ces données se sont avérées être distribuées normalement. Ensuite, des tests paramétriques réalisés sur le logiciel GraphPad Prism (version 9.3.1) ont permis de calculer la significativité des paramètres récoltés :

- Test ANOVA 1 voie avec données paires pour les valeurs mesurées à 3 moments (T0, T1, T2)
- Test de Student avec données paires pour les valeurs mesurées à 2 moments (T0, T1)

Le seuil de significativité utilisé était de 0,05.

Concernant le matériel utilisé pour réaliser l'étude :

- Les fréquences cardiaques et respiratoires ont respectivement été prises à l'aide d'un stéthoscope et à l'œil
- La température rectale prise avec un thermomètre
- La lactatémie et la glycémie ont été mesurées avec des analyseurs portables rapides
- L'hématocrite a été mesurée par à l'aide d'un micro hématocrite centrifuge
- L'hématologie, la biochimie, les protéines totales, les globulines, l'ionogramme, ont été analysées par le laboratoire SynLab



*Figure 7 : Photo prise par Dominique Votion – Récolte de sang sur terrain immédiatement après la course (T1).*

### 3. RESULTATS.....

Les coureurs ont été subjectivement répartis en trois groupes, sur base de leur vitesse moyenne de course : moyen (inférieur à 10km/h de moyenne), bon (entre 10 et 14km/h de moyenne), avancé (supérieur à 14km/h de moyenne). Les chiens ont ensuite été classés en fonction de leur temps réalisé à la course (du plus rapide au plus lent), comme indiqué dans le tableau 1.

Tous les chiens sont nourris avec des croquettes (avec ou sans céréales), selon le questionnaire préalablement complété.

Par soucis de clarté, dans le tableau et sur les graphiques suivants, les chiens ayant réalisés le caniVTT sont en bleu, les chiens ayant un binôme à niveau « avancé » en vert, à binôme « bon » en jaune, à binôme « moyen » en rouge.

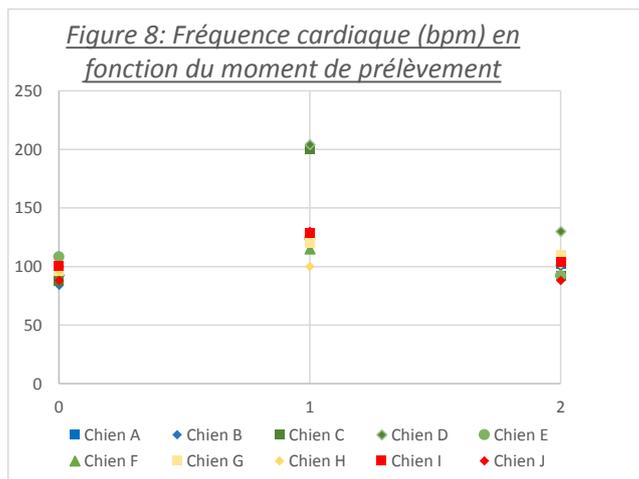
	Sexe	Race	Age	BSC	Condition physique du chien	Condition physique du coureur	Chrono réalisé
Chien A	Male	ESD	2,5 ans	4/9	Très bon	Avancé (VTT)	15' 14''
Chien B	Femelle	ESD	2,5 ans	4/9	Très bon	Avancé (VTT)	18' 43''
Chien C	Male	Braque allemand	5 ans	5/9	Très bon	Avancé	21' 04''
Chien D	Femelle	Greyster	4 ans	5/9	Très bon	Avancé	21' 04''
Chien E	Femelle	Eurohound	2,5 ans	4/9	Très bon	Avancé	21' 22''
Chien F	Femelle	Eurohound	2,5 ans	4/9	Très bon	Avancé	24' 20''
Chien G	Femelle	Eurohound	5,5 ans	4/9	Très bon	Bon	31' 46''
Chien H	Femelle	Dobermann	3,5 ans	5/9	Très bon	Bon	32' 34''
Chien I	Male	Dalmatien	4,5 ans	5/9	Bon	Moyen	34' 33
Chien J	Male	Samoyède	2 ans	6/9	Bon	Moyen	39' 33

*Tableau 1 : Tableau exposant les caractéristiques des chiens ayant participé à l'étude*

Les paramètres ayant connu le plus de modifications vont être cités ci-dessous, et interprétés

- **Fréquence cardiaque**

Rappel : la fréquence cardiaque (FC) d'un chien au repos se situe entre 70 et 140 bpm. Pendant un effort intense elle peut atteindre jusqu'à 240 bpm.



A T0, tous les chiens étaient dans la norme de FC. A T1, il y a eu une augmentation significative ( $p=0,0241$ ) de la FC, les chiens C et D ont atteint 200 bpm. A T2, c'est-à-dire après récupération il y a eu une diminution significative ( $p= 0,0185$ ) de la FC était revenue dans la norme, mais légèrement plus élevée qu'avant la course (non significatif).

- **Fréquence respiratoire**

Rappel : la fréquence respiratoire (FR) normale d'un chien se situe entre 15 à 25 respirations par minute (rpm).

Tout comme la FC, la FR a augmenté significativement ( $p= 0,0185$ ) à T1. Tous les chiens haletaient immédiatement post effort. Les moins rapides d'entre eux haletaient également plusieurs minutes post effort, alors que les plus rapides retrouvaient une fréquence respiratoire entre 20 et 30 très rapidement (environ 3 minutes). A T2, toutes les fréquences respiratoires étaient revenues dans la norme (diminution significative de la FR entre T1 et T2,  $p= 0,0290$ ), sauf le chien J qui était excité.

- **Température (°C)**

	Chien A	Chien B	Chien C	Chien D	Chien E	Chien F	Chien G	Chien H	Chien I	Chien J
T0	38	38,2	38,7	37,7	38,4	38,6	37,8	38,2	38,5	39
T1	39,1	39,7	39	38,1	41	40,9	38,5	37,9	38,9	39,8
T2	37,9	37,2	37,4	37,9	38,4	37,1	38,1	38,3	37,6	38,5
$\Delta T1 - T0$	1,1	1,5	0,3	0,4	2,6	2,3	0,7	-0,3	0,4	0,8
$\Delta T1 - T2$	-1,2	-2,5	-1,6	-0,2	-2,6	-3,8	-0,4	0,4	-1,3	-1,3
$\Delta T2 - T0$	-0,1	-1	-1,3	0,2	0	-1,5	0,3	0,1	-0,9	-0,5

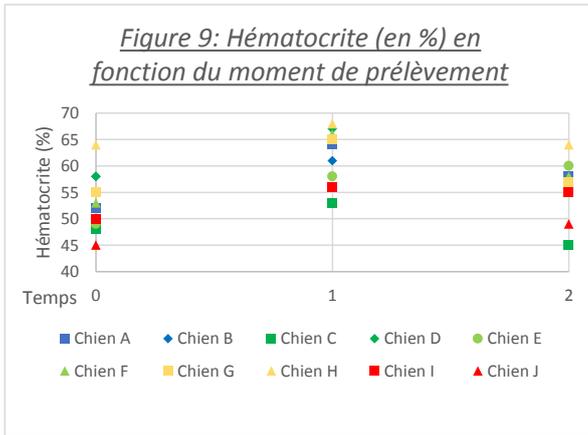
Tableau 2 : Températures rectale (degrés Celsius) de chaque chien en fonction du moment de mesure

Rappel : La norme de la température corporelle chez le chien se situe entre 38,5 et 39,5 degrés Celsius. Une très nette augmentation de la température rectale à l'effort (+ 0,3 à 2,6°C) a été observée, sauf pour le chien G qui a perdu 0,3°C. A T2, quasiment tous les chiens ont retrouvé une température rectale dans les normes, majoritairement plus basse que celle à T0.

**Commenté [CD3]:** Pas d'analyse stat pour ces valeurs ?

- **Hématocrite**

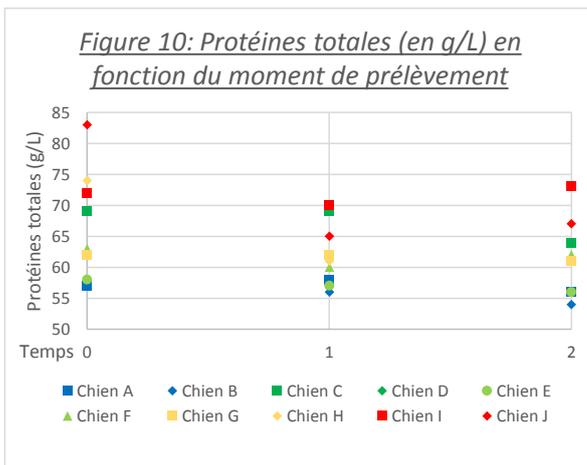
Rappel : un hématicrite normal chez le chien se situe entre 37% et 55%.



Tous les chiens de l'étude présentaient un hématicrite supérieur à la norme à T0, et augmenté significativement ( $p= 0,001$ ) à T1. A T2, l'hématicrite était significativement ( $p= 0,0035$ ) inférieur à T1.

- **Protéines totales**

Rappel : le taux de protéines totales normal chez le chien se situe entre 60 et 80 g/L.

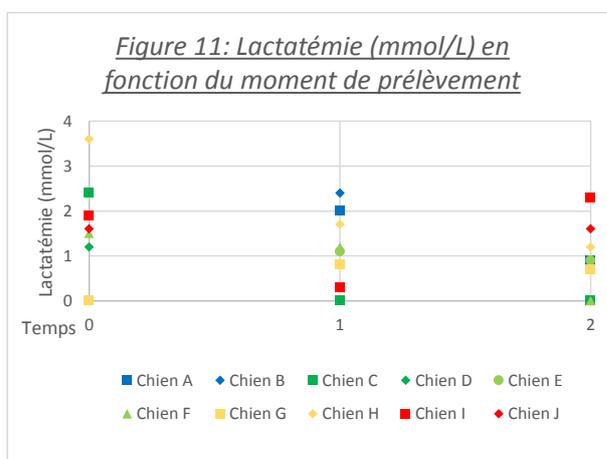


Les taux de protéines totales avant et après l'effort étaient dans les valeurs usuelles pour la majorité des chiens. Une diminution significative ( $p= 0,0457$ ) du taux de protéines totales a été observée entre T0 et T1.

La valeur observée pour le chien J semble artificielle.

- **Lactatémie**

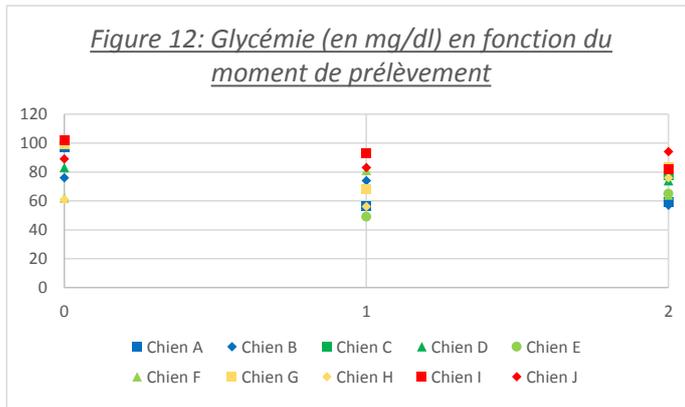
Rappel : une lactatémie normale se situe sous 2,5mmol/L.



La lactatémie était augmentée dès T0 pour la majorité des chiens, mais dans la norme. A T1, elle a augmenté plus fortement pour les chiens ayant réalisé la meilleure performance. A T2, la lactatémie de ces derniers avait diminué jusqu'à atteindre moins de 1 mmol/L alors pour les moins rapides les lactates étaient toujours élevés. Ces modifications sont non significatives.

- **Glycémie**

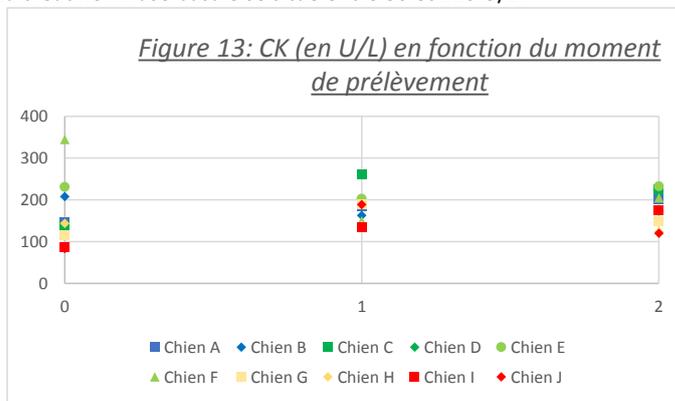
Rappel : une glycémie normale se situe entre 75 et 120 mg/dl.



Une diminution de la glycémie à T1 a été observée, chez tous les chiens, par rapport à T0, sans cependant observer de valeur en dessous des normes (hypoglycémie). La glycémie a augmenté de nouveau post effort. Ces modifications sont non significatives.

- **Créatine kinase (CK)**

Rappel : la créatine kinase basale se situe entre 80 et 210 U/L.



Lors de l'étude, deux chiens avaient déjà les CK à la limite supérieure des normes à T0. A T1, l'augmentation des CK était limitée par rapport à T0 (max 250 U/L) **mais non négligeable**. Pour les chiens les plus rapides, l'augmentation des CK était plus forte. A T2, soit une heure post effort, les CK ont déjà diminué par rapport à T1. Ces modifications sont non significatives.

- **Ionogramme**

	Sodium (mmol/L)		Potassium (mmol/l)		Chlorures (mmol/L)		Calcium total (mmol/L)		Phosphore (mmol/L)		Magnésium (mmol/L)	
	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1
<b>Chien A</b>	147	147	4,81	5,06	115	114	2,32	2,20	1,48	1,12	0,77	0,63
<b>Chien B</b>	147	149	4,84	4,93	115	116	2,23	2,17	1,07	0,93	0,89	0,79
<b>Chien C</b>	147	148	4,99	4,79	112	113	2,35	2,42	1,24	1,44	0,82	0,82
<b>Chien D</b>	147	149	4,69	4,45	113	114	2,13	2,24	1,27	1,23	0,87	0,76
<b>Chien E</b>	149	149	4,62	4,24	110	114	2,20	2,32	1,13	0,86	0,84	0,80
<b>Chien F</b>	149		4,71		111		2,43		1,27		0,90	
<b>Chien G</b>	148	148	4,76	5,01	110	114	2,37	2,37	1,15	1,34	0,87	0,83
<b>Chien H</b>	151	150	5,06	4,66	112	110	2,26	2,42	1,30	1,58	0,89	0,82
<b>Chien I</b>	149	149	4,52	4,71	110	113	2,46	2,35	1,17	41	0,85	0,84
<b>Chien J</b>	147	143	4,91	4,86	116	114	2,58	2,34	1,24	0,92	0,86	0,72

*Tableau 3 : Résultats des ionogrammes pour chaque chien à T0, T1, T2*

Les modifications des ionogrammes étaient faibles : seul le magnésium a diminué significativement ( $p=0,0035$ ) entre T0 et T1 (en restant dans la norme) pour tous les chiens.

- **Les leucocytes**

Rappel : les leucocytes se situent normalement entre 6000 et 15000/mm<sup>3</sup>

	Chien A	Chien B	Chien C	Chien D	Chien E	Chien F	Chien G	Chien H	Chien I	Chien J
T0	9680	12540	10540	6710	8170	8970	8890	7700	13080	11770
T1	<b>10350</b>	12030	<b>15090</b>	<b>7868</b>	<b>10050</b>	<b>9330</b>	8740	<b>8490</b>	<b>13600</b>	11650
T2	9270	12310	12090	6550	7740	8530	<b>8900</b>	8660	11290	<b>12200</b>

*Tableau 4 : Nombre de leucocytes par mm<sup>3</sup> de chaque chien en fonction du moment de mesure*

Une augmentation non significative des globules blancs totaux (leucocytose) immédiatement post l'effort est remarquable sur cette étude pour 9 des 10 chiens. Par ailleurs, une diminution du taux de lymphocytes circulants est significative entre T0 et T2 ( $p=0,0006$ ) et T1 et T2 ( $p=0,0123$ ).

**Commenté [CD4]:** Est-ce que j'ajoute un tableau pour les lympho et je supprime celui pour les leuco ?

- **La troponine**

La troponine a été mesurée chez 3 des chiens ayant participé à l'étude. Il s'agit d'un marqueur spécifique et très sensible des lésions myocardiques. Chez un animal sain, la troponine I est indétectable, ou du moins inférieure à 80 ng/L.

Troponine I	Datter	Sparta	Meeko
T0	3,5	9,3	<2,0
T1	5,7	10,4	2,3
T2	7,1	12	3,8

Tableau 5 : Mesure de la troponine I chez 3 des chiens ayant concouru, en fonction du moment de mesure

Une augmentation de la troponine I après l'effort est remarquable à T1, et cette augmentation se poursuit encore à T2.

#### 4. DISCUSSION.....

- **Fréquence cardiaque et fréquence respiratoire**

Lors de la course, il y a eu une augmentation de la FC et de la FR à T1, ce qui est logique car le débit sanguin et donc la fréquence cardiaque doivent augmenter afin d'alimenter les muscles en oxygène. Les chiens C et D avaient la plus haute FC (200 bpm), mais celle-ci a été mesurée immédiatement après la fin de la course, alors que pour les autres chiens 2 à 3 minutes se sont écoulées avant de réaliser la mesure. La récupération des chiens les plus entraînés est très rapide, 4 à 5 minutes suffisent pour qu'ils retrouvent une fréquence cardiaque dans la norme.

- **Température (°C)**

Tous les chiens présentaient une température rectale augmentée. Cette nette augmentation peut être expliquée par le fait que le système de thermorégulation du chien est très limité comme il a été expliqué précédemment.

Sauf pour le chien G qui a perdu 0,3°C, il s'agissait du seul chien maintenu dans une pièce chauffée avant la course, alors que les autres chiens étaient gardés en cage dans les véhicules (rappel : la température extérieure était de 5 degrés).

Une heure post effort, quasiment tous les chiens sont retournés en cage et ont retrouvé une température rectale dans les normes, majoritairement plus basse que celle à T0. En effet, la voiture semblait être plus froide en fin de journée plutôt qu'en début car elle venait de faire le trajet (voir en fonction des stat si c'est significatif ou pas)

- **Hématocrite**

Tous les chiens de l'étude présentaient un hématocrite déjà supérieur à la norme à T0, et encore plus augmenté à T1: cela s'explique soit par une splénocontraction (libération de globules rouges dans le courant sanguin, les éléments figurés du sang augmentent alors), soit par une diminution des fluides circulants (déshydratation en tant que telle). Une autre étude a démontré que les chiens de traîneau avec un hématocrite supérieur ont une plus grande probabilité de terminer ces types de courses que les chiens avec un hématocrite plus faible (Love et al. 2010).

Commenté [CD5]:

Il a déjà été rapporté chez les lévriers ou chien de traîneaux avant une course, que le transport et la course produisent un certain stress et excitation chez le chien, et ceci a pour impact une splénocontraction et donc une augmentation de l'hématocrite.

Une autre hypothèse peut expliquer cet hématocrite élevé dès T1 : l'hématocrite basal varie en fonction de la race, par exemple, les lévriers ont un hématocrite plus élevé que les chiens de berger (Miglio et al. 2020). Dans cette étude, la moitié des chiens sont issus de croisement et possèdent certains gènes/caractéristiques de lévriers, il est possible qu'ils étaient hérités d'un hématocrite basal plus élevé que la norme rapportée.

Il est difficile d'objectiver la déshydratation uniquement avec l'hématocrite, le taux de protéines total est plus approprié pour déterminer l'état de déshydratation du chien.

- **Protéines totales**

Une diminution significative des protéines totales a été observées entre T0 et T2.

Chez les chevaux, il est rapporté que le taux de protéines totales augmente à l'effort (Sow et al. 2016) et il est connu que les fortes concentrations des protéines totales et de l'albumine indiquent le degré de déshydratation chez le cheval après l'exercice (Kedzierski et al., 2009). Ici, l'effort semble trop court pour que les chiens soient déshydratés.

Une hypothèse a été rapportée sur les chiens de traîneaux pratiquant les longues distances pour expliquer cette diminution des protéines totales : lors d'effort physique prolongé, un bilan énergétique négatif peut engendrer une augmentation du cortisol sanguin, ce qui cause une protéolyse. Aussi, les chiens (de traîneau pour cet article) ont des besoins énergétiques élevés et peuvent ne pas être capables de les combler totalement avec l'alimentation, en conséquence leur néoglucogenèse augmente et le taux de protéines totales diminue par consommation excessive (Fergestad et al. 2015).

- **Lactatémie**

Globalement la lactatémie pour les chiens était augmentée à T0. Pour les chiens les plus rapides elle était encore plus haute à T1 et diminuée à T2 alors que c'était l'inverse pour les chiens les moins rapide.

Il est fréquent d'observer une lactatémie augmentée chez les chiens de sport sortant de cage après le transport (Ref = cours de Tania) . C'est probablement le cas ici.

Commenté [T16]: référence ?

Le chien H est le chien ayant la plus haute valeur de lactatémie à T0, mais celle-ci était en déplacement libre en intérieur avant la course, et non au calme en voiture.

Aussi, il est rapporté que la lactatémie augmente fortement lors d'effort très intense chez les lévriers réalisant une course de vitesse : jusqu'à 26 mmol/L post effort (Dobson et al. 1988).

Cela peut être expliqué par ce fait que les fibres de types II (celles produisant le lactate) sont peu utilisées pour cet effort, contrairement aux fibres de type I. Ce qui signifie que l'effort fourni lors de la course était de type endurance pour les chiens.

D'après une étude menée chez des cyclistes (Messonnier et al. 2013), l'entraînement en endurance augmente les capacités de production et d'élimination des lactates. Cela peut expliquer pourquoi la lactatémie des meilleurs athlètes canins était redescendue dans les normes à T2, alors que pour les moins bons, la lactatémie a augmenté à T2 et non à T1.

- ***Glycémie***

La glycémie avait diminué de manière non significative à T1 sans tomber en hypoglycémie. Théoriquement, l'exercice augmente l'activité du récepteur GLUT4 : le glucose peut diminuer dans le sang car il est plus vite absorbé par les fibres musculaires (Adams 2013). Au cours d'un effort physique, une augmentation de la glycémie est observée suite à un effort court et intense chez le Greyhound (Snow, Harris, et Stuttard 1988). Cette augmentation n'est pas observée dans les études portant sur des exercices plus longs, de type endurance, tels que le sport de traîneau, la chasse, ou la course sur tapis roulant (Chanoit et al. 2001). En effet, les lipides sont le substrat largement responsable de l'apport énergétique lors d'un exercice sous-maximal, et, à mesure que l'intensité de l'exercice augmente, la contribution de l'oxydation des glucides augmente proportionnellement à la diminution de l'oxydation des lipides (Purdom et al. 2018). Ici, il faut prendre en compte que les chiens n'ont pas mangé depuis plusieurs heures (7 heures), ceci peut expliquer la faible glycémie à T2.

- ***Créatine kinase (CK)***

Il n'y a pas eu de modifications significatives des CK lors de l'étude mais 2 chiens étaient déjà à la norme supérieure à T0 : cette variabilité ainsi que sa signification sont d'origine inconnue, cela peut être liée à un entraînement de base différent, à un âge, à une race ou à une alimentation différente. Cela peut être juste aussi une trouvaille due à une variabilité inter

individuelle sans signification clinique, comme décrit chez le cheval ou chez l'homme (Stucchi et al. 2019).

La créatine kinase est une enzyme libérée au niveau musculaire, et dont l'augmentation est liée à des dommages musculaires importants (Chanoit et al. 2001).

Une étude démontre que les chiens de traîneau avec des CK inférieure à 400 U/l ont une plus grande probabilité de terminer types de courses que les chiens avec un CK plus élevé. Plus les CK sont élevées et moins les chiens ont de chance de terminer la course (Love et al. 2010).

A T2, les CK avaient déjà commencé leur décroissance : cela diffère des chevaux. Chez ces derniers, la concentration sanguine de CK culmine en 4 à 6 heures et sa demi-vie est de 90 à 120 minutes (M. Buzala, 2015.). La cinétique des CK chez les chiens semble donc différente de celle des chevaux.

A ce jour, des études mettent en évidence que l'alimentation des chiens peut avoir un impact sur l'augmentation des CK à l'effort et donc sur les lésions musculaires (Grandjean, 2055):

- un taux de protéine faible dans l'alimentation augmente le nombre de chiens blessés au cours d'une course de chiens de traîneau (Reynolds et al. 1999)
- la supplémentation en vitamine E ne suffit pas à réduire l'émergence des lésions (Piercy et al. 2001).

- **Ionogramme**

La température était fraîche lors de l'étude, les chiens n'ont pas haleté sur de longues périodes, et leur mécanisme de sudation étant très limité, ils ont rencontré peu de désordres électrolytiques, hormis une diminution significative de la magnésémie à T1.

Il a été démontré que l'exercice à court terme et à haute intensité est associé à une augmentation des concentrations sériques ou plasmatiques de magnésium, tandis que l'exercice d'endurance à long terme entraîne une diminution des concentrations (Bohl et Volpe 2002). Des recherches ont montré que l'exercice induit une redistribution de magnésium dans le corps pour répondre aux besoins métaboliques : en conséquence les pertes urinaires et sudoripares sont augmentées (Bohl et Volpe 2002).

**Commenté [CD7]:** Est-ce que je laisse cette phrase ici ou je la mets dans la partie « résultats » des CK ?

- **Les leucocytes**

Une leucocytose a été observée pour tous les chiens après l'effort. Il s'agirait d'un phénomène se produisant généralement après tout type d'exercice. En effet, la réalisation d'un effort a un grand impact sur la physiologie d'un athlète et, comme tous les stimuli stressants, peut déclencher une réponse immunitaire innée et une inflammation, qui fait partie d'une stratégie d'adaptation plus large de l'hôte pour rétablir l'homéostasie (Cappelli et al. 2020).

La leucocytose d'effort est considérée comme une pseudoleucocytose car cette réaction n'est pas liée à une augmentation de production de nouvelles cellules mais plutôt à une libération, dans le courant sanguin, des leucocytes marginés (en raison de l'augmentation de la sécrétion d'adrénaline) (Andriichuk et Tkachenko 2017).

- **La troponine**

Globalement, le taux de troponine a augmenté à T1. Une étude sur le Greyhound (Andriichuk et Tkachenko 2017) et une autre sur les chiens de traîneaux (McKenzie et al. 2007) montrent également une augmentation de la troponine I après une course (moyenne à 560ng/l dans l'étude de McKenzie), avec un retour aux valeurs de base en moins de 24 heures. Cette variation peut être expliquée par une augmentation de la perméabilité des cardiomyocytes entraînant une fuite de macromolécules sans lésions cellulaires.

- **Limites**

La limite principale de cette étude repose sur la subjectivité des données récoltées. Premièrement, l'échantillon sélectionné pour la réalisation de l'étude n'est pas optimal. En effet, 10 chiens choisis au hasard et sur base de volontariat n'est pas représentatif de la population des chiens réalisant le canicross long de manière général. Le groupe est hétérogène, il se compose de males et de femelles, de niveau d'entraînement différent, de races et d'âges différentes (entre 2 et 5 ans). Certaines races étant plus prédisposées que d'autres à la pratique du canicross : cela pourrait expliquer l'étendue des données pour certains paramètres tels que la lactatémie.

Aussi, l'existence d'une arythmie sinusale respiratoire chez le chien exempt de pathologie cardiaque est également à prendre en compte, cela peut influencer la mesure de fréquence cardiaque et la rendre moins objective.

**Commenté [CD8]:** A-t-on une explication pour la lymphopénie ?

**Commenté [CD9]:** McKenzie : se baser sur ses valeurs de références car il s'agit de chien sportif jusqu'à 1.2 NG/ml (x1000) donc 1200 donc norme repos 100

De plus, lors de l'étude, les conditions climatiques étaient relativement tempérées (5°C avec un bon pourcentage d'humidité). Il serait intéressant de réaliser une autre étude dans des conditions plus chaudes et à différents pourcentages d'humidité afin de voir comment les paramètres telles que l'ionogramme, l'hématocrite, les protéines totales et les CK peuvent être influencées.

Enfin l'effort est coureur dépendant : plus le coureur attelé au chien est rapide, plus le chien pourra exploiter ses capacités physiques naturelles et donc fournir un effort plus conséquent. Les chiens qui couraient avec un propriétaire moins entraîné ont réalisé le parcours en petit trot, alors que les premiers étaient constamment au galop. L'activité physique fournie par ceux-ci est donc moindre que pour les binômes les plus rapides. A l'inverse, le niveau d'entraînement du chien est également à prendre en compte car il permet d'améliorer la cinétique des lactates et la vitesse de récupération. De plus, certains chiens ont bénéficié d'une récupération active, alors que d'autres ont été remis en cage directement après la course : ceci peut influencer les valeurs à T2. Ce dernier argument peut une fois de plus expliquer l'étendue des valeurs récoltées.

## 5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....

Cette étude de terrain représente une première approche dans les connaissances sur la physiologie des chiens de canicross long.

En vue de l'augmentation minimale ou absente de la lactatémie, ce type d'effort semble se dérouler majoritairement sous un régime aérobie.

Les chiens ayant réalisé les meilleurs temps produisent plus de lactate que les autres : cela peut être dû au fait qu'ils sont plus rapides, donc qu'ils recrutent probablement plus de fibres rapides que les moins rapides. Une composante génétique peut également faire varier ce paramètre : en effet, certains chiens de l'étude sont « croisés hound », il est possible que ceux-ci possèdent un pourcentage de fibres rapide plus importante qu'un Dalmatien ou Samoyède. De même, plusieurs facteurs peuvent influencer les différences de lactatémies observées entre les chiens : le niveau d'entraînement, la génétique (et donc aussi probablement le type de fibres musculaires prédominantes), l'âge ainsi que l'expérience de la course, la présence ou non de récupération active. Le facteur binôme ne doit pas être négligé : en effet, l'effort fourni par un chien ne sera pas le même en fonction de la créativité du coureur (s'il se laisse tracter ou s'il avance facilement). Même si les chiens étaient limités par le coureur, ils possédaient déjà tous une bonne condition physique (mis en évidence par une récupération très rapide après l'effort).

Il est à notifier que ce type d'effort ne semble pas causer de grand déséquilibre ionique hormis la légère diminution du magnésium. Il ne semble pas non plus déshydrater les chiens comme en témoignent les valeurs de protéines totales. L'hématocrite a été grandement influencé par le stress des chiens. La température corporelle des chiens est le paramètre le plus critique de cette étude, d'où l'importance de refroidir les chiens après un effort et de limiter les activités par temps chaud.

Par ailleurs, plusieurs aspects de cette étude mériteraient d'être développés de manière plus approfondie. Il serait intéressant de réaliser la même étude, sur les mêmes chiens mais dans des conditions climatiques non clémentes, et d'observer si ces conditions prédisposent à l'apparition de pathologies telles que la rhabdomyolyse d'effort. Ou à l'inverse : étudier des chiens présentant des pathologies et voir comment leur organisme répond à l'effort.

De même, réaliser cette expérience sur une population plus grande et homogène permettrait d'obtenir des résultats statistiques plus fiables et parlants.

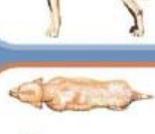
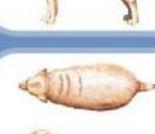
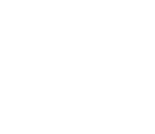
Il reste de mise que l'utilisation de matériel adapté à la morphologie du chien, un entraînement et une récupération qualitatifs ainsi qu'une alimentation adaptée au chien sont indispensables pour le bon déroulement de cette discipline sportive et le bien-être de chaque binôme à 6 pattes.

#### CE QUI MANQUE :

- Ref de la thèse d'Irene
- Quelques refs du cours de T. Art
- Remerciements
- Numérotation de page
- Refaire la biblio

## Annexes

### Annexe 1 : Les systèmes de notation de la condition corporelle (BCS) pour les chiens

TOO THIN	1	Ribs, lumbar vertebrae, pelvic bones and all bony prominences evident from a distance. No discernible body fat. Obvious loss of muscle mass.	
	2	Ribs, lumbar vertebrae and pelvic bones easily visible. No palpable fat. Some evidence of other bony prominence. Minimal loss of muscle mass.	
	3	Ribs easily palpated and may be visible with no palpable fat. Tops of lumbar vertebrae visible. Pelvic bones becoming prominent. Obvious waist and abdominal tuck.	
IDEAL	4	Ribs easily palpable, with minimal fat covering. Waist easily noted, viewed from above. Abdominal tuck evident.	
	5	Ribs palpable without excess fat covering. Waist observed behind ribs when viewed from above. Abdomen tucked up when viewed from side.	
TOO HEAVY	6	Ribs palpable with slight excess fat covering. Waist is discernible viewed from above but is not prominent. Abdominal tuck apparent.	
	7	Ribs palpable with difficulty; heavy fat cover. Noticeable fat deposits over lumbar area and base of tail. Waist absent or barely visible. Abdominal tuck may be present.	
	8	Ribs not palpable under very heavy fat cover, or palpable only with significant pressure. Heavy fat deposits over lumbar area and base of tail. Waist absent. No abdominal tuck. Obvious abdominal distention may be present.	
	9	Massive fat deposits over thorax, spine and base of tail. Waist and abdominal tuck absent. Fat deposits on neck and limbs. Obvious abdominal distention.	

The BODY CONDITION SYSTEM was developed at the Nestlé Purina Pet Care Center and has been validated as documented in the following publications:

Mawby D, Bartsch JW, Moyers T, et al. Comparison of body fat estimates by dual-energy x-ray absorptiometry and deuterium oxide dilution in client owned dogs. *Compendium* 2001; 23 (9A): 70

Lafreniere DP. Development and Validation of a Body Condition Score System for Dogs. *Canine Practice* July/August 1997; 22:10-15

Annexe 2 : Formulaire de consentement éclairé



**BILAN MEDICO SPORTIF DE L'ATHLETE CANIN SUR LE CANICROSS DE LONGUE DISTANCE**  
**Université de Liège**  
**Service de médecine sportive**  
*Fiche de consentement éclairé*

Service de médecine sportive  
Université de Liège – Faculté de Médecine vétérinaire  
Avenue de Cureghem, 7A (Bât. B42)  
Quartier Vallée 2 b\_4000 Liège 1 (Sart Tilman)

Le 18 décembre 2021

Object : Formulaire de consentement éclairé

Etude clinique : « BILAN MEDICO SPORTIF DE L'ATHLETE CANIN SUR LE CANICROSS DE LONGUE DISTANCE »

« Je, soussigné ..... (Nom Prénom), demeurant à .....  
..... (Adresse) reconnaît avoir été informé(e) par le service de médecine sportive de la faculté de médecine vétérinaire de Liège de l'intégralité des procédures mises en jeu lors de l'étude clinique « BILAN MEDICO SPORTIF DE L'ATHLETE CANIN SUR LE CANICROSS DE LONGUE DISTANCE » dans lequel j'accepte librement que le chien soit inclus

Nom ..... Numéro de puce ..... Race ..... Age : .....

J'atteste avoir compris les bénéfices attendus et les risques potentiels (cf listing ci-dessous) liés à la mise en œuvre de cette étude et qui m'ont été clairement énoncés. J'ai noté que la participation à l'étude clinique n'occasionne aucun frais à ma charge et qu'elle ne s'accompagne pas non plus d'une rémunération associée. Je suis averti que mon animal sera confié à des étudiants de master pour la réalisation d'examen sous la supervision d'un clinicien.

J'ai été prévenu(e) que j'ai le droit à tout moment et sans notifier la raison, de retirer mon animal de l'étude mais les données obtenues avant le retrait de l'étude pourront être exploitées à des fins scientifiques. J'autorise l'équipe de médecine sportive de l'université de Liège à utiliser les données issues des prélèvements de mon animal de manière anonyme dans le but d'améliorer l'état des connaissances scientifiques sur le sujet. J'autorise également le service de médecine sportive à utiliser des photos de mon chien afin d'illustrer les résultats de l'étude. Je consens cependant à la levée de l'anonymat si celle-ci est demandée par les autorités publiques.

Je déclare avoir eu de la part du service de médecine sportive de la FMV toutes les réponses à mes questions

Fait à ....., le ..... 20...

Signature du propriétaire ou détenteur de l'animal,

Risques potentiels :	Bénéfices attendus :
- Ceux inhérent à une prise de sang	- Contrôle vétérinaire dans le cadre d'une compétition
- Stress de l'animal	- Amélioration des connaissances sur le canicross



**Depuis quand le chien pratique-t-il le canicross ?** (semaines, mois, ans).....

**Le pratique-t-il :**

- En simple loisir
- En compétition (préciser le nombre de courses effectuées par an).....

**Le chien connaît-il les directions ?** OUI / NON

**Considérez-vous que votre chien tracte :**

- Pas du tout
- Un peu ou pendant la moitié de l'effort
- Moyennement ou de manière inconstante
- Fortement

**Le chien a-t-il des pathologies déjà connues ?**

.....

**Le chien s'est-il blessé dernièrement (préciser le type de blessure) ?**

.....  
.....

## L'athlète humain

**Nom et Prénom :** .....

**Date de naissance :** .....

**Lieu de vie (ville) :** .....

**Licencié au club de :** .....

**Nombre d'entraînement SEUL:** (entourer la ligne correspondante)

- Quelques fois par mois
- 1 à 2 fois par semaine
- 3 à 4 fois par semaine
- 5 à 6 fois par semaine
- 7 fois par semaine ou plus

**Nombre d'entraînement en binôme AVEC LE CHIEN (en traction) :**

- 1 par semaine (ou moins)
- 2 par semaine
- 3 par semaine
- 4 par semaine
- 5 ou >5 par semaine

**Depuis quand pratiquez-vous le canicross ?** (semaines, mois, ans).....

**Vous le pratiquez :**

- En simple loisir
- En compétition (préciser le nombre de courses effectuées par an).....

**Quel niveau sportif avez-vous seul ?** (Entourer le chiffre correspondant)

- 0 Débutant
- 1 Intermédiaire
- 2 Bon
- 3 Très bon
- 4 Excellent

**Temps de référence / record (sans chien)**

- Sur 5km : .....
- Sur 10km : .....

Annexe 4 : Fiche bilan de la course

Bilan de la course

(Les données à remplir ci-dessous sont celles calculées par votre montre GPS)

**Distance réalisée :** .....

**Chrono :** .....

**Dénivelé positif :** .....

**Vitesse moyenne :** .....

**Vitesse maximale :** .....

**Fréquence cardiaque moyenne :** .....

**Fréquence cardiaque maximale :** .....

**Durant la course, je considère que mon chien a tiré :**

- Pas du tout
- Moyennement
- De manière irrégulière
- Fort et régulièrement
- Très fort

**Comment avez-vous ressenti cet effort ?** .....

**Avez-vous fait une récup après la course ? et votre chien ? Précisez** (exemple de récup : 10min de course lente avec le chien en libre OU marche active avec le chien OU non pas de récup, chien remis en cage après la course, etc.)

.....  
.....  
.....

## Sources et références bibliographiques

**Commenté [CD10]:** A refaire car manque de sources, notamment celles sur les fibres musculaires de la thèse d'Irene

Adams, Peter. 2013. « The Impact of Brief High-Intensity Exercise on Blood Glucose Levels ». *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*: 113.

Andriichuk, A., et H. Tkachenko. 2017. « Effect of Gender and Exercise on Haematological and Biochemical Parameters in Holsteiner Horses ». *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 101(5): e404-13.

Armstrong, R. B., C. W. Saubert, H. J. Seeherman, et C. R. Taylor. 1982. « Distribution of Fiber Types in Locomotory Muscles of Dogs ». *American Journal of Anatomy* 163(1): 87-98.

Bohl, Caroline H., et Stella L. Volpe. 2002. « Magnesium and Exercise ». *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 42(6): 533-63.

Busse, Nicolas I, Madison L Gonzalez, Mackenzie L Krason, et Sally E Johnson. 2021. «  $\beta$ -Hydroxy  $\beta$ -Methylbutyrate Supplementation to Adult Thoroughbred Geldings Increases Type IIA Fiber Content in the Gluteus Medius ». *Journal of Animal Science* 99(10): skab264.

Cappelli, Katia et al. 2020. « Immune Response in Young Thoroughbred Racehorses under Training ». *Animals* 10(10): 1809.

Chanoit, Guillaume P. et al. 2001. « Use of Plasma Creatine Kinase Pharmacokinetics to Estimate the Amount of Exercise-Induced Muscle Damage in Beagles ». *American Journal of Veterinary Research* 62(9): 1375-80.

Dobson, G. P. et al. 1988. « Metabolic Changes in Skeletal Muscle and Blood of Greyhounds during 800-m Track Sprint ». *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 255(3): R513-19.

Fergestad, Marte Ekeland, Tuva Holt Jahr, Randi I. Krontveit, et Ellen Skancke. 2015. « Serum Concentration of Gastrin, Cortisol and C-Reactive Protein in a Group of Norwegian Sled Dogs during Training and after Endurance Racing: A Prospective Cohort Study ». *Acta Veterinaria Scandinavica* 58(1): 24.

Grand, J-G. R., et S. Bureau. 2011. « Structural Characteristics of the Soft Palate and Meatus Nasopharyngeus in Brachycephalic and Non-Brachycephalic Dogs Analysed by CT ». *Journal of Small Animal Practice* 52(5): 232-39.

Lafuente, Pilar, et Caitlin Whyte. 2018. « A Retrospective Survey of Injuries Occurring in Dogs and Handlers Participating in Canicross ». *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 31(05): 332-38.

Love, Sarah B. et al. 2010. « Predictive Haematological and Serum Biomarkers for Canine Endurance Exercise ». *Comparative Exercise Physiology* 7(03): 109-15.

- McKenzie, Erica C. et al. 2007. « Serum Chemistry Alterations in Alaskan Sled Dogs during Five Successive Days of Prolonged Endurance Exercise ». *Journal of the American Veterinary Medical Association* 230(10): 1486-92.
- Messonnier, Laurent A. et al. 2013. « Lactate Kinetics at the Lactate Threshold in Trained and Untrained Men ». *Journal of Applied Physiology* 114(11): 1593-1602.
- Michel, F. et al. 2008. « [Biomarkers of lipid peroxidation: analytical aspects] ». *Annales De Biologie Clinique* 66(6): 605-20.
- Miglio, Arianna et al. 2020. « Hematological and Biochemical Reference Intervals for 5 Adult Hunting Dog Breeds Using a Blood Donor Database ». *Animals* 10(7): 1212.
- Piercy, R. J. et al. 2001. « Vitamin E and Exertional Rhabdomyolysis during Endurance Sled Dog Racing ». *Neuromuscular disorders: NMD* 11(3): 278-86.
- Purdom, Troy, Len Kravitz, Karol Dokladny, et Christine Mermier. 2018. « Understanding the Factors That Effect Maximal Fat Oxidation ». *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 15(1): 3.
- Reece, William O., et Eric W. Rowe. 2017. *Functional anatomy and physiology of domestic animals*. Fifth edition. Hoboken, NJ: Wiley Blackwell.
- Reynolds, A. J. et al. 1999. « Effect of Protein Intake during Training on Biochemical and Performance Variables in Sled Dogs ». *American Journal of Veterinary Research* 60(7): 789-95.
- Snow, D., R. Harris, et E. Stuttard. 1988. « Changes in Haematology and Plasma Biochemistry during Maximal Exercise in Greyhounds ». *Veterinary Record* 123(19): 487-89.
- Sow, A. et al. 2016. « Evolution Des Paramètres Biochimiques Chez Les Chevaux de Sport Pendant Un Test d'effort ». *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 10(1): 48-57.
- Stucchi, L. et al. 2019. « Creatine-Kinase Reference Intervals at Rest and after Maximal Exercise in Standardbred Racehorses ». *Comparative Exercise Physiology* 15(5): 319-25.