

# **Le Ramadan et le sport**

## **Impact du jeûne du Ramadan sur la performance sportive : la VMA, la détente verticale et la vitesse**

**ZERZOURI Said**

**2018**

## Introduction

La pratique sportive s'accroît à chaque mois de Ramadan, les discours sur la bienfaisance du sport lors du jeûne justifient en partie cette augmentation. Dans certains pays arabo-musulmans, on organise des tournois sportifs à cette occasion sacrée, d'ailleurs on le surnomme le tournoi du mois de Ramadan. Le jogging et le football deviennent l'activité principale de la population pour différentes raisons : les uns pratiquent le sport pour passer le temps, les autres le font pour perdre du poids en cas de surpoids, d'autres encore pour se détendre ou se sentir bien, etc...

Lors de ce mois sacré, le musulman change complètement son mode de vie et son mode alimentaire. Il se couche tardivement, ne dort parfois pas suffisamment et se nourrit uniquement la nuit.

La durée d'abstention de la nourriture varie selon la situation géographique des pays, elle est comprise entre 11 et 12 heures l'hiver et 17 et 18 heures l'été.

Cette deuxième partie (estivale), la phase nocturne est de 6 heures et parfois même moins dans certains pays occidentaux où se trouve une communauté musulmane importante qui essaie de vivre ce mois sacré à un rythme de vie sociale et professionnelle occidentale. Nous y trouvons aussi de plus en plus de sportifs réguliers et de haut niveau de confession musulmane qui doivent parvenir à pratiquer le sport exactement comme lors des périodes hors Ramadan.

L'organisation de la coupe du monde de football en France 1998 dont une partie s'est déroulée lors du mois de Ramadan et où certaines équipes comptaient dans ses rangs quelques joueurs de confession musulmane qui avaient un rôle déterminant au sein de leurs équipes a suscité plusieurs débats sur cet état de fait : pratiquer le sport tout en observant un jeûne. Des chercheurs ont alors entrepris des études concernant l'impact du jeûne du Ramadan sur la santé et la performance physique en particulier chez les footballeurs.

La majorité des études réalisées dans ce domaine visait à savoir si le jeûne de Ramadan n'altérait pas la santé des personnes et les nombreux travaux qui ont été faits ciblaient les effets métaboliques et physiologiques du jeûne du Ramadan pour voir comment l'organisme réagit face à ce nouveau mode de vie. Malheureusement très peu d'études se sont intéressées à l'effet du jeûne sur la performance sportive et au lien entre le métabolisme physiologique et la performance sportive lors d'une compétition.

Notre étude est le résultat d'un essai de vérification de certaines données ou conclusions contradictoires des quelques recherches réalisées au sujet de l'impact du jeûne sur la performance sportive et qui rapportent en majorité que le fait de s'abstenir de la nourriture tel que le jeûne du Ramadan n'a aucun effet sur la performance sportive. Alors que suite à notre expérience avec des athlètes de haut niveau nous constatons chez la majorité une baisse de rendement lors de ce mois sacré. Ce changement négatif au niveau de la performance sportive est étroitement lié à ce changement du mode de vie, surtout en ce qui concerne l'alimentation.

A cet effet, nous nous sommes intéressés à l'évaluation du paramètre anthropométrique (poids corporel) et à certains facteurs de la performance, VMA, PAA, force explosive des membres inférieurs ainsi qu'à la fréquence cardiaque maximale et de récupération.

L'objectif de la recherche est d'évaluer l'influence du jeûne du Ramadan sur la vitesse maximale aérobie en tant que paramètre important lors de la pratique sportive de longue durée comme pour un athlète de fond, demi-fond ou éventuellement des joueurs des sports collectifs tels que le football, le handball, le basket, le rugby, etc... . Nous avons aussi tenu à évaluer la vitesse sur 20m et la détente verticale juste après un effort maximal afin de créer les conditions d'un match de sports collectifs comme le football de haut niveau ; qui est la résultante de courses intensives entrecoupées de sauts, sprints, etc... durant 90 minutes.

Nous cherchons à voir si l'organisme réagit de la même façon pendant et hors du mois du Ramadan lors d'un enchaînement d'efforts physiques comme c'est le cas lors d'un match de football de haut niveau.

## **Matériel et méthode :**

### **Matériel :**

### **Population étudiée :**

10 sujets ont participé à notre expérience, tous des footballeurs amateurs qui s'entraînent trois fois par semaine. En plus de leur pratique sportive, ils sont tous étudiants (au secondaire supérieur ou secondaire universitaire) et pratiquent tous le jeûne du Ramadan d'une manière régulière. Aucun d'entre eux ne souffre d'un problème cardiaque ou diabétique d'après leurs déclarations avant de s'engager bénévolement dans cette expérience. Ils ont une moyenne d'âge 19,87 ans, une taille moyenne 177,75cm et un poids moyen de 69,52kg.

<b>Noms des Sujets</b>	<b>Age en année</b>	<b>Taille en cm</b>	<b>Poids en kg</b>
<b>Moyenne</b>	<b>19,87</b>	<b>177,75</b>	<b>69,52</b>
<b>Ecart-type</b>	<b>3,11</b>	<b>6,41</b>	<b>13,25</b>

Tableau 1 : les données anthropométriques de l'échantillon

### **Le lieu :**

Toutes les expériences se sont déroulées au même endroit ; un terrain d'athlétisme avec une piste de course de 360m au club de Molenbeek à Bruxelles.

### **Le matériel utilisé :**

- Un pèse-personne pour déterminer le poids du corps des sujets.
- Nous avons utilisé un chronomètre pour mesurer le temps sur 30m de marque Rucanor.
- Un appareil qui ressemble à celui d'Abalakov déjà validé (Zerzouri 2015) pour mesurer la détente verticale.
- L'enregistrement sonore du test intermittent-navette 45/15 (Zerzouri 2016) pour déterminer la VMA des sujets.
- Un appareil pour relever le taux de glycémie de marque One Touch Vita.
- Un cardiofréquencemètre de marque Polar m400 pour relever les fréquences cardiaques maximale, de repos et de récupération.

- Des cônes et des plots.

### **Méthode tests :**

Notre étude a consisté à déterminer plusieurs facteurs d'étude tels que le poids du corps, la glycémie, la VMA, la vitesse, la force explosive des membres inférieurs, la récupération, etc. Et pour les relever, nous nous sommes basés sur des tests fiables et valides :

- 1- Test intermittent-navette 45/15 pour déterminer la VMA intermittente navette des sujets.
- 2- Test de 30m en ligne droite :

Les sujets partent quand ils se sentent prêts, aucun signal extérieur n'est donné. Le chronomètre est déclenché dès que le sujet décolle le pied arrière et on l'arrête quand il touche un morceau en mousse avec sa poitrine à l'arrivée.

- 3- Test de détente verticale (CMJ) avec un appareil validé. Le sujet met la ceinture autour de ses hanches, bien serrée. Cette ceinture est attachée à un mètre qui est à son tour attaché à un contrepoids au sol.

### **Déroulement de l'épreuve :**

L'expérience s'est déroulée sur une période de 7-8 semaines avec 6 prises d'évaluation des paramètres anthropométriques, physiologiques et de la performance physique.

Une première prise une semaine avant le Ramadan (Avant Ramadan). Une prise à la fin de chaque semaine du Ramadan (1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> semaine) et enfin une dernière prise une semaine à 10 jours après le Ramadan (Après Ramadan). Les jeunes ont passé le test ensemble, en même temps et au même moment de la journée à chaque évaluation (juste avant le coucher du soleil = la rupture du jeûne).

Les séances débutaient par une mesure pondérale, une mesure de la glycémie, juste après l'évaluation de la VMA I-N 45/15, 5 à 10 min plus tard on enchaînait par le test de détente verticale (CMJ) pour évaluer la force explosive des membres inférieurs et 5 à 10 minutes après, on terminait par le test de course de vitesse de 30m en ligne droite. Juste avant de clôturer la séance, on effectuait une seconde fois par la mesure du poids du corps et de la glycémie.

## Résultats, analyses et interprétations :

### Poids du corps (en kg)

	Sem Av Ram		1 <sup>ère</sup> Sem Ram		2 <sup>ème</sup> Sem Ram		3 <sup>ème</sup> Sem Ram		4 <sup>ème</sup> Sem Ram		Sem Apr Ram	
	Av	Ap	Av	Ap	Av	Ap	Av	Ap	Av	Ap	Av	Ap
Moye	69,52	68,80	67,43	67,07	67,01	66,58	66,63	66,05	66,43	66,07	68,65	68,38
E-T	13,25	13,10	12,98	12,97	13,22	13,29	12,59	12,53	12,13	12,12	12,49	12,51

Tableau 2 : L'évolution du poids du corps des sportifs pendant et hors du Ramadan

Nous avons trouvé une différence du poids du corps des jeunes sportifs entre les périodes d'alimentation normale (c'est-à-dire avant et après le Ramadan) et les périodes du jeûne, une diminution du poids corporelle avant l'effort sportif ainsi qu'après les exercices sportifs ( $r < 0,05$ ).

La différence est aussi significative entre avant et après l'effort dans les périodes d'alimentation et de jeûne à l'exception de la troisième semaine du Ramadan où nous avons trouvé que la perte de poids entre le moment du début et la fin des exercices n'est pas significative. Selon Monod et al. (2007), la pesée avant et après exercice permet de connaître le degré de spoliation hydrique maximale ; une petite partie seulement de la perte de poids est attribuable à l'oxydation des substrats, ou comme disait Pilardeau (1987), la différence de poids avant et après l'exercice n'est due qu'aux pertes hydro sodées.

Aucune différence au niveau de la perte de poids n'a été relevée entre les périodes d'avant et après Ramadan.

Nos sportifs ont perdu de leur poids corporel durant le mois de Ramadan  $\pm 3$  kilos et en ont récupéré 2 juste après le Ramadan. Ils perdaient une quantité estimée à  $\pm 500$ g pendant chaque séance d'entraînement durant toutes les phases de notre étude, hors ou au cours du Ramadan. La reprise du poids d'avant le Ramadan se déroule pendant des deux semaines qui suivent le Ramadan ; l'organisme récupère, juste après le Ramadan, le poids perdu pendant le jeûne et retourne à sa valeur d'avant le Ramadan.

Selon la littérature, nous constatons que Fox et Mathews (1984), ont montré la relation directe entre la consommation alimentaire et la dépense énergétique. Ils indiquent que pour maintenir la masse corporelle constante, la quantité d'aliments ingérés doit être égale aux besoins énergétiques. Une consommation alimentaire trop importante mène à une augmentation de la masse corporelle, et ceci indique un équilibre énergétique positif. Par contre, si la dépense énergétique excède l'apport énergétique, l'équilibre est négatif. Dans ce cas, le corps utilise ses réserves lipidiques et cela s'accompagne d'une perte de poids. Donc toute restriction alimentaire s'accompagne d'une perte de la masse pondérale qu'on peut récupérer immédiatement une fois que le sujet se réalimente de façon normale.

Lorsqu'un sportif entame une activité physique à jeun, il se trouve confronté à une situation de déficit énergétique qui va nécessiter la mobilisation impérieuse d'une partie des réserves adipeuses. Sur des périodes courtes, le jeûne épuise d'abord les réserves de glycogène hépatique, ce qui traduit par la perte de quelques centaines de grammes.

Lors du mois du Ramadan, nous savons qu'il y a une abstinence d'aliments et de boissons (en cette période de l'année de 3h à 22h) de plus de 18 heures par jour. Une prise alimentaire nocturne limitée à un repas lors de la rupture et un second repas avant le lever du soleil (souhour) généralement pris plus tôt par la majorité des musulmans vivant en occident. Cette restriction alimentaire limitée en fréquence à une ou deux repas nocturnes peu espacés dans le temps, durant les 29 ou 30 jours de suite peut créer un déséquilibre énergétique entre un apport calorique très faible ou nul et un effort physique intense exigeant une dépense calorique élevée suivant le poids et l'activité (Riché 2007). Ce raisonnement peut être appuyé par l'expérience de Willcutts (1986) qui explique qu'un entraînement de 60min à 60% du  $VO_{2max}$  réalisé avant le repas est plus favorable à utiliser la masse grasse qu'une séance réalisée une heure après un petit déjeuner. Ce chercheur a montré que la part de la dépense calorique due aux lipides à jeun représente 50% alors qu'après le petit déjeuner, elle n'est que 33% de la dépense totale des calories (Riché et al. 2008).

D'après plusieurs auteurs, une perte de poids excessive nuit à la performance de l'athlète et l'amaigrissement associé à une déshydratation de 3% ou plus entraîne une diminution de la performance sportive. D'après Chamari et al. (2015), certains auteurs ont contrôlé le poids corporel des sportifs lors du jeûne du Ramadan et leurs résultats sont contradictoires. Plusieurs d'entre eux ont constaté une diminution du poids corporel durant le mois de Ramadan, ce qui confirme nos résultats (Ziaee et al. (2006) ; Roky et al., 2004 ; Bouhlel et al., 2006, 2008 ; Chaouachi et al., 2008 ; Maughan et al., 2008 ; Aloui et al., 2013) expliquée, en partie, par une utilisation accrue de la graisse corporelle en stock (Sweileh et al., 1992 ; Bigard et al., 1998 ; Fararjeh et al., 2012) ou à la déshydratation (Bouhlel et al., 2006). Adlouni et al. (1997), Rahmen et al. (2004) ont constaté une diminution du poids corporel accompagné d'une réduction des triglycérides de 30%, d'une augmentation des HDL-C (lipoprotéines de haute densité), une diminution des LDL-C (lipoprotéines de basse densité) et du cholestérol entre avant et pendant le Ramadan.

Nous pouvons aussi citer les recherches de Seck (2002), Cissé (2000) et Fakhrzadeh et al., (2003) qui ont obtenus des résultats similaires aux nôtres ; c'est-à-dire une perte pondérale significative des sportifs lors du jeûne du Ramadan, justifiée en partie par une restriction hydrique et alimentaire. Dans cette même recherche, Seck (2002) a, lui aussi, trouvé une diminution significative du poids corporel entre le moment de repos et après l'effort pendant et en dehors du mois de Ramadan ; ce qui confirme nos résultats.

En revanche, d'autres chercheurs ont obtenus des différences non significatives concluant ainsi que le jeûne du Ramadan n'affecte pas le poids corporel chez les sportifs (Chiha, 2008 ; Khelifa, 2014), ou bien n'ont montré aucun changement pondéral pendant le Ramadan (El Ati et al., 1995 ; Finch et al., 1998 ; Souissi et al., 2007 ; Meckel et al., 2008 ; Chennaoui et al., 2009 ; Ramdan, 2002 ; Fall et al., 2007). Cela s'explique en partie par une diminution de l'activité journalière pendant le jeûne et de la charge d'entraînement imposée par les entraîneurs parallèlement à une diminution de l'apport alimentaire pendant ce mois.

Par contre, d'autres auteurs ont obtenus une augmentation du poids corporel durant ce mois (Frost et Pirani, 1987 ; Yucel et al., 2004 ; Siddiqui et al., 2005). Ces divergences de résultats de la composante pondérale sont dues en partie aux différences géographique, socio-économique, habitudes quotidiennes ou à des modifications comportementales durant ce mois de Ramadan (Meckel et al., 2008 ; Chaouachi et al., 2012).

En général, les chercheurs qui ont obtenus une diminution significative du poids corporel entre la phase d'alimentation normale et la phase de jeûne (Ramadan) ont conclu que lors d'une restriction

alimentaire pendant une certaine durée comme le jeûne intermittent du Ramadan, on constate une augmentation de l'oxydation des lipides (acides gras) chez les sportifs lors de l'exercice physique. L'augmentation de l'utilisation des lipides est accompagnée par une diminution de la masse corporelle en particulier de la masse grasse. Par contre la diminution du poids entre la phase juste avant et après l'entraînement est due en grande partie au phénomène de déshydratation.

### Glycémie (en mg/dl)

	Sem Av Ram		1 <sup>ère</sup> Sem Ram		2 <sup>ème</sup> Sem Ram		3 <sup>ème</sup> Sem Ram		4 <sup>ème</sup> Sem Ram		Sem Apr Ram	
	Av	Apr	Av	Apr	Av	Apr	Av	Apr	Av	Apr	Av	Apr
<b>Moye</b>	<b>90,25</b>	<b>79,37</b>	<b>77,25</b>	<b>98,00</b>	<b>83,50</b>	<b>92,87</b>	<b>81,62</b>	<b>93,50</b>	<b>84,87</b>	<b>104,37</b>	<b>85,50</b>	<b>82,25</b>
<b>E-T</b>	<b>12,82</b>	<b>9,18</b>	<b>6,60</b>	<b>20,64</b>	<b>6,94</b>	<b>14,74</b>	<b>9,05</b>	<b>16,89</b>	<b>8,00</b>	<b>19,48</b>	<b>12,56</b>	<b>11,85</b>

Tableau 3 : L'évolution de la glycémie pendant et hors du Ramadan

Nous avons constaté une différence significative de la glycémie juste avant un effort physique en particulier entre la semaine d'avant le Ramadan où elle est un peu élevée puisque les sujets sont dans la période d'alimentation et la 1<sup>ère</sup> semaine du Ramadan où elle chute considérablement ( $r = 0,015$ ). Elle reste relativement basse tout le reste du mois par rapport à la semaine d'avant le Ramadan même si la différence n'est pas significative et elle remonte beaucoup lors de la 4<sup>ème</sup> semaine du Ramadan pour atteindre une valeur proche de la semaine d'alimentation normale (Avant le Ramadan) ( $r = 0,046$ ). Ces résultats confirment ceux trouvés par certains auteurs comme Seck (2002) qui a montré que la glycémie au repos en période d'alimentation est supérieure à celle en période de jeûne et de manière significative. Seck a relevé la glycémie à la fin de la journée, comme nous l'avons fait nous aussi, et il a trouvé des taux de glycémie en moyenne presque similaires aux nôtres. Il a trouvé des valeurs de glycémie proche de 80 mg/dl à la fin d'une journée du Ramadan et 92 mg/dl en période d'alimentation.

Les résultats de Cissé K. (2000) et des autres auteurs tels que Laridjani et al., (2003), Ziaee et al., (2006), Fakhrzadeh et al., (2003) ont, eux aussi, constaté une baisse de la glycémie entre la période d'alimentation et celle du jeûne du Ramadan. Ces études confirment bien nos résultats. Nous avons aussi trouvé que la glycémie remonte à la fin du mois de Ramadan chez nos sportifs ce qui confirme les résultats de Krifi et al. (1984). Contrairement à d'autres chercheurs qui n'ont trouvé aucune différence significative entre les deux périodes, celle d'alimentation et celle du Ramadan (Dowad Tahm 2004; Chiha F., 2008; Maislos M. et al., 1993; Shokry M.I., 1986; Bouhlel et al., 2014; Bouhlel et al., 2006; Elati et al., 1995; Howley et al., 1995).

Nous avons trouvé une différence des valeurs de la glycémie, juste après la pratique sportive, très significative entre la période d'alimentation et la période du jeûne. Les valeurs trouvées lors du Ramadan sont élevées par rapport à celles trouvées chez les mêmes sportifs avant le Ramadan. Les résultats de Chiha F (2008) confirment les nôtres en montrant une augmentation significative de la glycémie entre les deux périodes alors que l'étude faite par Seck M. (2002) sur la glycémie à l'arrêt de l'exercice physique n'a montré aucune différence entre les deux périodes. Les seules périodes où nous avons constaté une différence significative de la glycémie entre le moment d'avant et d'après la pratique sportive sont celles de la 1<sup>ère</sup> semaine ( $r = 0,035$ ) et de la 4<sup>ème</sup> semaine du mois de Ramadan ( $r = 0,0083$ ).

Nous avons constaté que la glycémie, juste après la pratique sportive, diminue pendant les périodes d'alimentation (avant et après le Ramadan), elle passe de 87 à 80mg/dl, alors qu'elle augmente pendant la période de jeûne en passant de 81mg/dl à 97mg/dl. Ces résultats confirment ceux de Seck (2002) et ceux de Chiha (2008). On peut dire que l'organisme essaie de garder un équilibre au niveau de la glycémie aux alentours de 90mg/dl pour qu'il ne se retrouve pas en hypoglycémie en produisant davantage de glycogène dans le sang via d'autres sources.

Selon Monod et al. (2007) ; Riché (2007) ; Riché et al. (2008) ; Lodish et al. (2005) lors de l'exercice prolongé, la glycémie est maintenue constante dans certaines limites. Ceci permet d'assurer l'équilibre glycémique au niveau du système nerveux central. La nécessité de maintenir cette glycémie constante oblige l'organisme à puiser dans les réserves du glycogène. Celles-ci sont localisées en deux endroits. Au niveau du foie sont stockés environ 100g de glycogène, ce qui ne constitue qu'une modeste réserve énergétique. Cette réserve est influencée par le régime alimentaire : elle disparaît en effet au bout d'une journée de jeûne. Au niveau des muscles, les réserves sont nettement plus élevées. La concentration du glycogène est homogène au niveau d'un muscle mais peut varier d'un muscle à l'autre.

Dans le cadre du jeûne, une stratégie d'urgence se met en place, reposant sur la néoglucogénèse grâce à laquelle on peut palier à cet épuisement relatif. Nous savons que le cerveau est un extraordinaire consommateur d'énergie en l'occurrence le glucose. Après transformations, il est stocké sous forme de glycogène dans le foie et les muscles d'où il peut être sollicité en cas de besoin. Cette quantité de glycogène est variable dans les muscles. L'autonomie dont dispose le foie est limitée. Il déverse environ 10g de glucose par heure (au repos), dont 30% pour le seul cerveau, et stocke au maximum 100g de glycogène. En complément, à mesure que le niveau du glycogène baisse, il peut fabriquer du glucose à partir de matériaux libérés par le métabolisme néoglucogénèse (Riché 2007 ; Karpovich et al. 1982). Selon Lodish et al. (2005), au cours de la vie quotidienne normale, le taux de glucose sanguin est sous le contrôle dynamique de l'insuline en cas d'excès et du glucagon en cas de chute. L'insuline diminue la glycémie, tandis que le glucagon l'augmente. La disponibilité du glucose pour le métabolisme cellulaire est régulée durant les périodes d'abondance (à la suite d'un repas) ou de carence (à la suite d'un jeûne) par l'ajustement des concentrations d'insuline et de glucagon dans le sang. Dans le cas du jeûne, suite à une chute de la glycémie, les cellules  $\alpha$  du pancréas commencent à sécréter du glucagon. Le récepteur de cette hormone, que l'on trouve surtout sur les cellules hépatiques, est couplé à la protéine  $G_s$ , comme le récepteur de l'adrénaline. La stimulation des hépatocytes par le glucagon active l'adénylate cyclase, ce qui déclenche la cascade dépendante de l'AMPc. Celle-ci, en inhibant la synthèse de glycogène en favorisant la glycogénolyse, fournit du glucose 1-phosphate qui est converti par les cellules hépatiques en glucose, dont la libération dans le sang élève la glycémie et la ramène au niveau normal à jeun.

De même, Minuk et al. (1980) ont montré que lors d'un effort physique prolongé à jeun, le principal moyen de régulation de la glycémie est assuré par la néoglucogénèse. Les travaux de Björkman et Erikson (1981), Ahlborg et al. (1976) ; Ahlborg et al. (1974) montrent que le jeûne augmente la gluconéogenèse durant l'exercice. La gluconéogenèse peut être suffisante pour prévenir l'hypoglycémie au cours d'une activité d'intensité sous maximale à jeun. Le taux de glucose sanguin est maintenu constant pendant l'exercice du fait de la dégradation des substrats lipidiques au profit du métabolisme glucidique (Ahlborg et al. 1976 ; Ivy et al. 1983).



### VMA (en km/h)

	Sem Av Ram	1 <sup>ère</sup> Sem Ram	2 <sup>ème</sup> Sem Ram	3 <sup>ème</sup> Sem Ram	4 <sup>ème</sup> Sem Ram	Sem Apr Ram
Moye	<b>15,81</b>	<b>15,56</b>	<b>15,62</b>	<b>14,87</b>	<b>15,93</b>	<b>15,93</b>
E-T	<b>1,58</b>	<b>1,72</b>	<b>1,06</b>	<b>2,01</b>	<b>0,94</b>	<b>1,34</b>

Tableau 4 : L'évolution de la VMA des sportifs pendant et hors du Ramadan

Malgré une légère diminution de la vitesse maximale aérobie lors de la 3<sup>ème</sup> semaine en particulier, nous n'avons distingué aucune différence significative ( $r > 0,05$ ), ni entre les périodes d'alimentation et de jeûne, ni entre les périodes de jeûne durant tout le mois non plus. Nous remarquons une remontée de la VMA dans la dernière semaine équivalente à la période post-ramadan (alimentation) et qui dépasse légèrement la période pré-ramadan.

Nos sportifs ont perdu un peu de leur VMA lors des premières semaines essentiellement à la troisième semaine. D'un seul coup, lors de la quatrième semaine, ils réalisent une performance supérieure à celle d'avant le Ramadan qu'ils maintiennent lors du test post-ramadan.

D'après la littérature, nous constatons deux types de recherches :

- a- Des études faites sur des sportifs par le biais de tests de courses continues (parcourir une distance ou une durée), comme celle de Meckel et al. (2008) qui montrèrent une diminution de la performance au cours d'une course sur une distance de 3000m dans le mois de Ramadan ou celle de Hakoumi (2016) qui a constaté le même résultat lors d'un test de course de 3000m sur piste de 13 coureurs. Swieleh (1988) a, lui aussi, mis en évidence une diminution de la performance sur un trial de 12 minutes lors de la première semaine du Ramadan mais aussi un retour au niveau des performances lors de la 4<sup>ème</sup> semaine de ce mois.
- b- D'autres études ont utilisé des tests progressifs continus soit sur piste en circuit-continu ou en navette-continue, soit sur ergocycle ou tapis roulant. Nous pouvons citer, entre autres, celles de Kirkendall et al. (2008) ; et de Güvenç (2011). Ces auteurs ont utilisé le test Léger-Boucher. Le premier a trouvé une augmentation de la distance parcourue par les sportifs durant le Ramadan en la comparant à celle d'avant ce mois et le second n'a trouvé aucune différence entre les deux périodes. D'autres chercheurs ont utilisé le test yoyo comme Chtourou et al. (2011) qui ont constaté une diminution de la VMA et de la distance parcourue durant les deux dernières semaines du Ramadan. Ce même test a révélé une diminution significative de la VMA et distance parcourue durant le Ramadan, le soir juste avant la rupture du jeûne, dans une étude faite par Hammouda et al. (2012). Les mêmes résultats ont été confirmés par Chennaoui et al. (2009) lors d'un test de VMA réalisé sur 8 coureurs de demi-fond. De ceux qui ont utilisé des tests sur ergo-cycle ou tapis roulant, nous citons Seck Mamadou (2002) qui a effectivement trouvé une influence négative du jeûne du Ramadan sur la puissance du pédalage chez des étudiants de l'INSEPS, donc le jeûne hydrique et alimentaire diminue la performance des sportifs soumis à un exercice d'intensité progressive et maximale. Ces résultats sont confirmés par l'étude de Fall et al. (2007) qui ont, eux aussi, constaté une différence significative de la PMA entre la période du jeûne et celle d'alimentation normale. Elle est significativement inférieure en période du Ramadan. Contrairement aux résultats de Bouhlel et al. (2014) qui, lors du même test, n'ont constaté aucun changement de la PMA pendant le jeûne du Ramadan. Ceci confirme les résultats de

Chiha (2008) qui n'a constaté aucune altération de la PMA ou  $VO_{2max}$  lors d'une épreuve triangulaire sur ergo-cycle.

Cissé et al. (1992) ont étudié les réponses physiologiques des athlètes pendant le Ramadan. Ils ont utilisé le protocole de course progressive sur tapis roulant (Léger et al. 1984) pour évaluer la PMA. L'étude consistait en la répétition d'un exercice maximal pendant le jeûne du Ramadan et en dehors de ce mois. Ils n'ont constaté aucun changement de la  $VO_{2max}$  entre les deux périodes, par contre ils ont noté une diminution de 5% du temps de course pendant le jeûne qui reste à la limite du seuil de signification. Swieleh et al. (1992) n'ont constaté aucune différence du  $VO_{2max}$  rapporté au poids corporel entre le mois de Ramadan et la période d'alimentation normale. Husain et al. (1987) ont eux aussi constaté une diminution du  $VO_2$  pendant le Ramadan lors d'une étude faite sur une population des deux sexes. Lors de son étude sur des sportifs en 2014, Khelifa a constaté que les valeurs maximales du PWC 170 et du  $VO_{2max}$  ont été obtenues avant le Ramadan.

Toutes ces recherches ont été réalisées sur des sportifs à l'aide des tests en course sur piste ou sur tapis roulant ou bien sur ergo-cycle avec des intensités progressivement accélérées avec une caractéristique commune qui est la continuité de l'effort. Malheureusement le football est une activité sportive caractérisée par une alternance entre les phases de mouvements et les phases d'arrêts, d'où l'utilité d'un test complémentaire qui correspond à la nature de la discipline sportive tel que le test intermittent-navette 45/15 que nous avons utilisé dans cette étude.

**Evolution de la fréquence cardiaque de repos Fc R (avant l'effort) et maximale Fc.max (atteinte à VMA) :**

**Fréquence Cardiaque (bpm)**

	Sem Av Ram		1 <sup>ère</sup> Sem Ram		2 <sup>ème</sup> Sem Ram		3 <sup>ème</sup> Sem Ram		4 <sup>ème</sup> Sem Ram		Sem Apr Ram	
	Fc.R.	Fc.max	Fc.R.	Fc.max	Fc.R.	Fc.max	Fc.R.	Fc.max	Fc.R.	Fc.max	Fc.R.	Fc.max
<b>Moye</b>	<b>71,62</b>	<b>198,00</b>	<b>65,00</b>	<b>197,12</b>	<b>64,50</b>	<b>198,12</b>	<b>65,75</b>	<b>194,12</b>	<b>61,62</b>	<b>200,25</b>	<b>67,50</b>	<b>200,87</b>
<b>E-T</b>	<b>9,50</b>	<b>6,84</b>	<b>10,42</b>	<b>5,66</b>	<b>10,12</b>	<b>10,13</b>	<b>8,12</b>	<b>7,19</b>	<b>12,38</b>	<b>11,41</b>	<b>8,73</b>	<b>8,13</b>

Tableau 5 : L'évolution de la fréquence cardiaque chez les sportifs pendant et hors du Ramadan

Nous avons constaté une différence très significative entre les valeurs de la fréquence cardiaque de repos (FcR) de la période avant le Ramadan et celles de la première, deuxième, troisième et quatrième semaine du Ramadan et entre cette dernière semaine du mois sacré et la semaine qui suit le Ramadan. Cette différence est marquée par une baisse de la fréquence cardiaque pendant les semaines du jeûne. Par contre durant tout le mois du jeûne, nous n'avons trouvé aucune différence entre les valeurs de la fréquence cardiaque de repos juste avant l'effort. Une étude faite par le docteur Deshusses (2000) sur des grévistes de la faim a démontré qu'il y a une relation linéaire entre la durée du jeûne et la diminution du pouls. Selon Karpovich et al. (1982), la digestion accélère toujours le rythme cardiaque pendant les 2 ou 3 heures qui suivent la phase d'alimentation. Contrairement à l'étude de Seck M. (2002) qui a constaté qu'au repos, la fréquence cardiaque à jeun est supérieure à celle en alimentation. D'autres chercheurs ont, eux aussi trouvé une diminution de la fréquence cardiaque chez des jeûneurs au repos par rapport aux valeurs de celle de la période d'alimentation (Rahmen et al., 2004 ; Ramdan et al., 2000 ; Ramdan 2002 ; Husain et al., 1987 ;

Concernant la fréquence cardiaque maximale (Fc.max), celle atteinte par le sportif à la fin d'un test maximal ne présente aucune différence entre la période avant le Ramadan et la période du jeûne ni entre les valeurs durant tout le mois. Nous avons constaté une seule différence significative entre la troisième semaine du Ramadan et la semaine qui suit immédiatement ce mois de jeûne. D'après la littérature, au cours du test navette, Güvenç (2011) a observé que la Fc.max ne variait pas entre avant et durant le Ramadan. Lors d'un test maximal sur ergocycle, Bouhleb et al. (2014) ont, eux aussi, constaté que la FC max n'a connu aucun changement au cours du jeûne du Ramadan. Les mêmes résultats ont été trouvés par le Dr Seck M. (2002) au terme de son étude à l'aide d'un test maximal sur ergocycle. Celui-ci a constaté que la Fc atteinte à la fin du test montre une légère variation (basse lors de la période du Ramadan) mais non significative. Contrairement à Hammouda et al. (2012,2013) qui, dans une étude au moyen du test Yo-yo, ont constaté une diminution significative du pic de la fréquence cardiaque durant le mois de Ramadan (entre la 2<sup>ème</sup> et la 4<sup>ème</sup> semaine) le soir (juste avant la rupture du jeûne). Par contre, lors du passage du même test par ces mêmes chercheurs le matin, on n'a constaté aucune différence de la Fc.max. Zerguini et al. (2007), ont, eux aussi, observé que la fréquence cardiaque enregistrée juste après une course continue de 12 minutes était plus basse durant le mois de Ramadan.

Par contre Fall et al. (2007) n'ont trouvé aucune différence de la fréquence cardiaque de repos, maximale ou de récupération entre les valeurs relevées pendant la période du jeûne et celle d'alimentation normale. Les résultats de Cissé et al. (1993) et de Mehdioui et al., (1996) rejoignent ceux de Fall concernant la fréquence cardiaque. Leur étude n'a pas montré de changements significatifs de la Fc de repos.

Nos résultats rejoignent ceux de Hammouda et al. (2012,2013) et Zerguini et al. (2007) qui ont trouvé une chute de la fréquence cardiaque entre la phase de nourriture et la phase de jeûne. Nos résultats montrent, eux aussi, une diminution significative entre la troisième semaine du Ramadan et la semaine juste après le jeûne où la Fc maximale essaie de retrouver son état d'avant ce mois. Par contre au cours du mois de jeûne, nous avons remarqué une baisse de la Fc maximale (en particulier à la troisième semaine) mais non significative. Et sur base de ces analyses, nous pouvons conclure que le Ramadan a une influence négative, en particulier à la fin de la période du jeûne, sur les valeurs de la Fc.max que les sportifs réalisent lors des périodes d'alimentation normale.

### Récupération post exercice

	Sem Av Ram		1 <sup>ère</sup> Sem Ram		2 <sup>ème</sup> Sem Ram		3 <sup>ème</sup> Sem Ram		4 <sup>ème</sup> Sem Ram		Sem Apr Ram	
	Ap3'	Tp120	Ap3'	Tp120	Ap3'	Tp120	Ap3'	Tp120	Ap3'	Tp120	Ap3'	Tp120
Moye	105,75	130	101,62	91,25	111,12	123,75	108,75	106,25	104	111,25	110,5	130,62
E-T	10,37	61,52	3,54	17,26	8,47	36,81	14,10	49,91	10,33	33,35	13,07	34,89

Tableau 6 : L'évolution de la récupération chez les sportifs pendant et hors du Ramadan

L'évolution de la fréquence cardiaque lors et à l'issue d'un exercice peut servir à cerner la qualité de la récupération physique des sujets. Généralement, on considère qu'au terme d'un exercice exhaustif, la fréquence cardiaque diminue selon trois phases. La première phase est généralement rapide. La pente de diminution est forte jusqu'à une valeur qui avoisine 130 b.pm. Cette première phase correspond à la libération massive d'acétylcholine sur les récepteurs cardiaques par le nerf vague, provoquant la diminution rapide de la fréquence des battements. On a pu noter, dans le cadre du suivi hebdomadaire et sur plusieurs années de sportifs de haut niveau que plus les sujets étaient en forme et plus la phase 1 était courte (30 secondes à 1 minute environ). A l'inverse, les sujets fatigués ou en phase de surentraînement présentent des phases 1 bien plus longues (Doutreloux, Marfaing et Savio, 2001). Autour de cette valeur de 130, existe un point singulier annonçant le début d'une seconde phase, plus lente et plus longue, correspondant aux processus de métabolisation du lactate produit, les mécanismes tampons afin que les cellules retrouvent un environnement adéquat et le début de la resynthèse des réserves énergétiques. La phase 2 peut durer plusieurs heures en cas d'exercice épuisant et permet peu à peu d'atteindre une valeur stable de 90 b.pm, puis de 80b.pm. La phase 3 est encore plus lente. Elle correspond au retour aux valeurs de base. Dans certains cas, elle peut durer jusqu'à 24 heures lorsque l'exercice précédent a été long et épuisant (Doutreloux 2013).

Concernant la fréquence cardiaque de récupération lors du mois de Ramadan, Zerguini et al. (2007) ont constaté que les valeurs des battements cardiaques enregistrées 5 minutes après l'arrêt d'une course de 12 minutes n'étaient pas significativement différentes entre avant et durant le Ramadan. D'après la littérature d'autres chercheurs n'ont trouvé aucune différence des valeurs de la Fc post exercice en période d'alimentation et celle du Ramadan (Mehdioui et al., 1996 ; Fall et al., 2007)

Par contre Seck M. (2002) a constaté, lors de son étude, que les valeurs de la fréquence cardiaque de récupération 15 minutes après l'arrêt de l'effort lors d'un test maximal sur ergocycle, étaient plus élevées lors du jeûne du Ramadan que celles relevées lors de la période d'alimentation normale avant le Ramadan.

Lors de notre expérience, nous avons étudié cette phase de récupération sous deux angles : le premier est de voir, après 3 minutes de récupération, à quelle fréquence cardiaque se trouve le sujet et le deuxième est de voir combien de temps les sujets mettent dans la phase de récupération pour se retrouver aux alentours de 120 b.pm.

Nous avons constaté que la majorité des sujets atteignent, après 3 minutes de pause, des valeurs de battements cardiaques sans différence significative entre la période du jeûne et celle d'avant et d'après Ramadan à l'exception de la deuxième semaine qui est marquée par une valeur nettement supérieure à celle du début et de la fin du Ramadan (1<sup>ère</sup> et 4<sup>ème</sup> semaine). Les sportifs se trouvent à une valeur élevée après 3 minutes de récupération lors de la 2<sup>ème</sup> semaine du jeûne. Il paraît que les sujets ont du mal à récupérer et ceci est peut-être dû à une fatigue ou à une lenteur dans la phase de récupération des réserves énergétiques. Puis juste après, le corps semble s'adapter avec l'état de jeûne et on ne constate pas de différence dans les semaines qui suivent. Jusqu'à la phase post Ramadan où les sujets se retrouvent dans le même état ; c'est-à-dire après 3 minutes de repos, leur fréquence cardiaque est encore à des valeurs élevées.

Concernant la phase de récupération rapide (phase 1), nous avons constaté que les sportifs mettent moins de temps (90 à 111 sec) pour atteindre des valeurs de 120 b.pm lors du moins de Ramadan. Ces valeurs sont très significatives lors de la 1<sup>ère</sup> et la 4<sup>ème</sup> semaine par rapport à celles de la période qui suit le Ramadan. Nous avons aussi constaté que la valeur de la 2<sup>ème</sup> semaine est similaire à celles des semaines d'avant et d'après le Ramadan. Donc on peut dire que les sportifs mettent plus de temps dans la phase 1 pour atteindre la valeur de 120b.pm en période d'alimentation normale ainsi que lors de la deuxième semaine. Ceci peut justifier en partie la lenteur de la récupération des sportifs après 3 minutes de repos lors de la 2<sup>ème</sup> semaine du jeûne.

On peut conclure que la différence se voit surtout dans la première phase où les sportifs mettent moins de temps pour atteindre les valeurs de 120b.pm lors du Ramadan excepté dans la 2<sup>ème</sup> semaine où les sportifs mettent le même temps que les périodes d'alimentation normale pour atteindre cette valeur. Ce retard constaté dans la phase 1 lors de la seconde semaine du jeûne provoque automatiquement un retard dans la suite de la récupération de la phase 2 (récupération des réserves énergétiques). Donc on peut dire que dans la phase 2, aucune différence n'est à relever entre le ramadan et la phase d'alimentation normale.

### La vitesse (en m/s)

	Sem Av Ram	1 <sup>ère</sup> Sem Ram	2 <sup>ème</sup> Sem Ram	3 <sup>ème</sup> Sem Ram	4 <sup>ème</sup> Sem Ram	Sem Apr Ram
<b>Moyenne</b>	<b>4''57</b>	<b>4''52</b>	<b>4''58</b>	<b>4''59</b>	<b>4''57</b>	<b>4''61</b>
<b>Ecart-type</b>	<b>0''16</b>	<b>0''24</b>	<b>0''19</b>	<b>0''20</b>	<b>0''19</b>	<b>0''19</b>

Tableau 7 : L'évolution de la Vitesse sur 30m chez les sportifs pendant et hors du Ramadan

D'après la littérature, le jeûne du Ramadan n'a pas d'effet négatif sur les performances du sprint. Sur une population de 48 footballeurs professionnels, Zerguini et al. (2007) ont étudié les effets du Ramadan sur la performance lors des sprints sur 5m, 10m et 20m. Les auteurs ont observé que le jeûne de Ramadan n'affectait pas ces performances. De même, Meckel et al. (2008) ont observé un maintien de la performance lors d'un test de 2 x 20m sprint comparant avant et pendant Ramadan. D'autre part, Kirkendall et al. (2008) ont aussi montré que les performances d'un sprint de 10m n'étaient pas significativement différentes entre les jeûneurs et les non-jeûneurs. Chaouachi et al. (2009) ont étudié l'influence du jeûne sur la performance du sprint sur 15 judokas de niveau national lors d'un test de 5m, 10m et 30m et ils n'ont remarqué aucun changement au niveau de la performance chez ces sportifs.

Nos résultats concordent avec ces études antérieures et les confirment. Nous n'avons trouvé aucune différence entre les valeurs des périodes d'alimentation normale (avant et après Ramadan) et les périodes du jeûne de Ramadan (1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> semaine du Ramadan) lors du passage du test de 30m de sprint en ligne droite aux jeunes sportifs. Nous pouvons donc conclure que le Ramadan n'a pas d'effet négatif sur les performances sportives de vitesse de courte distance comme le 30m en ligne droite.

### La détente verticale (en cm)

	Sem Av Ram	1 <sup>ère</sup> Sem Ram	2 <sup>ème</sup> Sem Ram	3 <sup>ème</sup> Sem Ram	4 <sup>ème</sup> Sem Ram	Sem Apr Ram
<b>Moyenne</b>	<b>37,87</b>	<b>37,12</b>	<b>38</b>	<b>38,62</b>	<b>40,12</b>	<b>36,37</b>
<b>Ecart-type</b>	<b>3,40</b>	<b>5,33</b>	<b>4,37</b>	<b>4,71</b>	<b>5,05</b>	<b>5,15</b>

Tableau 8 : L'évolution de la détente verticale chez les sportifs pendant et hors du Ramadan

Les études antérieures faites sur ce facteur concernant la puissance des membres inférieurs lors du jeûne du Ramadan grâce à des tests de détente verticale, ont montré des résultats divergents. Lors de ces tests de détente verticale, Bouhlel et al. (2013), Lotfi et al. (2010), Rebaï et al. (2013), Zerguini et al. (2007), Chaouachi et al. (2009) et Memari et al. (2011) n'ont pas trouvé d'effet du jeûne de Ramadan sur la performance des sportifs lors des tests de counter-movement jump et de squat jump. Alors que Meckel et al. (2008) ont relevé une diminution de la performance au cours du test de counter-movement jump ainsi que Aloui et al. (2013), qui, eux aussi, ont remarqué une diminution des résultats des sauts des sportifs au cours des tests de counter-movement jump et de squat jump réalisés à 17h. Kirkendall et al. (2008), ont en revanche observé une augmentation de la hauteur du saut au cours du mois de Ramadan chez les jeûneurs.

Nous avons constaté, lors du test counter-movement jump sans les bras (CMJ) une augmentation significative vers la fin du Ramadan par rapport à la période post-Ramadan et durant le Ramadan. Nos résultats confirment ceux de Kirkendall et al. (2008). Nous avons noté une augmentation progressive de la force explosive des membres inférieurs pour atteindre le maximum à la fin du mois de Ramadan en même temps qu'une perte de poids pondérale maximale lors de cette phase suivi immédiatement, dans la phase post-Ramadan, par une rechute vers la normale pour retrouver la valeur initiale pré-Ramadan avec un regain en masse corporelle lors de cette période. Ce phénomène peut expliquer en partie le gain en force explosive lors de cette période où le jeûneur sportif perd une partie de son poids du corps et atteint peut être ce qu'on appelle le poids idéal qui lui permet de réaliser ses meilleures performances (Riché 2007). Nous pouvons aussi expliquer ce fait par une adaptation du corps après plusieurs jours de jeûne et comme l'expliquent Brikci et al. (1999) par une amélioration des qualités physiques vers la fin du mois de Ramadan.

## Conclusion générale :

Pratiquer le sport dans un état de jeûne, nous montre que l'organisme parvient à s'adapter et à retrouver ses ressources énergétiques pour continuer son activité dans de meilleures conditions sans altérer les qualités physiques. Nous avons vu que le fait de s'abstenir de l'alimentation et de l'eau pendant 17 ou 18 heures dans le cadre d'un jeûne rituel intermittent comme le cas du Ramadan n'impacte pas sur certaines performances physiques puissantes et de courte durée.

Nous avons constaté une diminution significative du poids corporel des sportifs en comparant la période d'alimentation normale à celle du mois de Ramadan. Cette diminution est due à une restriction alimentaire et hydrique des sportifs pendant toute la journée et une diminution de la fréquence des repas nocturnes. Cette diminution qui est estimée à  $\pm 2\%$  du poids corporel total, selon la littérature, devrait en principe influencer la performance du sportif, alors que nos résultats ne montrent aucune différence entre les périodes de jeûne et celles situées hors du Ramadan à l'exception de la force explosive de membres inférieurs qui subit une influence positive vers la fin du Ramadan.

Nous avons aussi trouvé une régulation de la glycémie malgré de longues journées pleines d'activités sans aucun apport nutritif ; ce qui devrait conduire le corps du sportif vers l'épuisement de ses réserves musculaires qui, théoriquement, n'assurent les besoins énergétiques de l'organisme au repos que pendant 24h. Pour poursuivre l'exercice physique et maintenir un taux de glycémie entre 0,80 et 1 g/l, le corps fait appel à d'autres sources via la glycogénolyse et la néoglucogénèse, des processus essentiels du foie pour fabriquer du nouveau glucose. Ceci peut expliquer les résultats de la glycémie des sportifs pendant la période du jeûne qui, au lieu de diminuer, ont présenté une légère augmentation entre avant et après l'effort physique.

Nous avons remarqué que les sportifs présentent une difficulté à récupérer lors de la deuxième et troisième semaine du Ramadan. Ils mettent plus de temps pour atteindre des valeurs similaires lors de la période d'alimentation. Cette différence est située dans la première phase de récupération, la phase rapide, où la récupération est lente. Concernant la fréquence cardiaque de repos, nous avons trouvé une diminution significative entre la période du Ramadan et celle d'alimentation par contre la fréquence cardiaque maximale, celle qui est atteinte à VMA, ne montre aucune différence entre les deux périodes. Le sportif risque donc de souffrir d'une mauvaise récupération lorsqu'il s'agit d'un exercice intense et répété comme c'est le cas pour certains sports collectifs.

Nous n'avons constaté aucune différence pour réaliser les mêmes performances en particulier la vitesse maximale aérobie entre les différentes périodes du Ramadan et en dehors de ce mois. Les sportifs atteignent la même vitesse quelles que soient les conditions sachant que le test que nous avons fait subir aux jeûneurs est un test intermittent-navette 45/15.

La vitesse sur 30m en ligne droite n'est pas, non plus, affectée par le jeûne du Ramadan. Nous pouvons dire, par conséquent, que la puissance anaérobie alactique n'est pas influencée par l'abstinence alimentaire et hydrique toute la journée.

Contrairement à tout ce qui précède, la force explosive des membres inférieurs montre une légère augmentation vers la fin du mois de Ramadan qui se perd vite après ce mois pendant la période d'alimentation normale. Nous avons constaté que cette amélioration coïncide avec la période de perte de poids et que celle du retour à la performance d'avant Ramadan coïncide avec celle de la récupération de quelques kilogrammes perdus lors du mois de Ramadan. Nous estimons que ce petit gain provisoire est en liaison directe avec la perte de poids et l'atteinte du poids idéal.



A vrai dire le Ramadan n'influence pas la réalisation d'une performance maximale en puissance quand il s'agit d'une seule fois, on peut dire que le sportif est capable, dans des conditions de jeûne intermittent, de réaliser les mêmes performances que ce qu'il est capable de réaliser pendant la période d'avant et d'après le Ramadan dans des conditions climatiques tempérées. Cette réalisation n'est, certes, pas la meilleure mais elle ne présente aucune différence significative avec les autres périodes d'alimentation normale. Face à ces résultats il serait intéressant de voir si le sportif est capable de répéter ces performances autant de fois en période de jeûne qu'en période d'alimentation normale. Il serait judicieux d'entreprendre une autre étude pour vérifier l'impact du jeûne du Ramadan sur l'endurance intensive et sur la résistance à un enchaînement de sauts pliométriques répétés.

## BIBLIOGRAPHIE:

- ADLOUNI. A, GHALIM. N, BENSLIMANE. A, LACERF. J.M, SAILE. R. (1997): **FASTING DURING RAMADAN INDUCES A MARKED INCREASE IN HIGH-DENSITY LIPOPROTEIN CHOLESTEROL AND DECREASE IN LOW-DENSITY LIPOPROTEIN CHOLESTEROL**. ANN. NUTR. METAB.; 41:242-9.
- AHLBORG G., FELIG P. (1976) : **INFLUENCE OF GLUCOSE INGESTION ON FUEL-HORMONE RESPONSE DURING PROLONGED EXERCISE**. J. APPL. PHYSIOL., 41: 683-688.
- AHLBORG G., FELIG P., HAGENFELDT L. (1974): **SUBSTRATE TURNOVER DURING PROLONGED EXERCISE IN MAN: SPLANCHNIC AND LEG METABOLISM OF GLUCOSE, FREE FATTY ACIDS AND AMINO ACIDS**. J. CLIN. INVEST., 53: 1080-1090.
- ALOUI A., CHAOUACHI A., CHTOUROU H., WONG DEL P., HADDAD M., CHAMARI K., SOUISSI N. (2013) : **"EFFECTS OF RAMADAN ON THE DIURNAL VARIATIONS OF REPEATED SPRINTS PERFORMANCE"**. INT. J. SPORTS PHYSIOL. PERF. 8: 254-62.
- ALOUI A., CHTOUROU H., HAMMOUDA O., SOUISSI H., CHAOUACHI A., CHAMARI K., SOUISSI N. (2013) : **"EFFECTS OF RAMADAN ON THE DIURNAL VARIATIONS OF PHYSICAL PERFORMANCE AND PERCEIVED EXERTION IN ADOLESCENT SOCCER PLAYERS"**. BIOL. RHYTHM RES. 44 : 869-875.
- BIGARD X., BOUCIF M., CHALABI H., GUEZENNEC C.Y. (1998): **"ALTERATIONS IN MUSCULAR PERFORMANCE AND ORTHOSTATIC TOLERANCE DURING RAMADAN"**. AVIAT SPACE ENVIRON MED. 69: 341-6.
- BJÖRKMAN O., ERIKSSON L.S. (1981): **SPLANCHNIC GLUCOSE METABOLISM DURING LEG EXERCISE IN 60-H-FASTED HUMAN SUBJECTS**. AMERICAN JOURNAL OF PHYSIOLOGY; 245:443-448.
- BOUHLEL H., LATIRI I., ZARROUK N., BIGARD X., SHEPHARD R., TABKA Z., BOUHLEL E. (2014): **"EFFET DU JEUNE DU RAMADAN ET DE L'EXERCICE MAXIMAL SUR LE TEMPS DE REACTION SIMPLE ET DE CHOIX CHEZ LES SUJETS ENTRAINES"**. SCIENCE ET SPORTS 29 : 131-137.
- BOUHLEL E., SALHI Z., BOUHLEL H., MDELLA S., AMAMOU A., ZAOUALI M., MERCIER J., BIGARD A.X., TABKA Z., ZBIDI A., SHEPHARD R.J. (2006) : **"EFFECT OF RAMADAN FASTING ON FUEL OXIDATION DURING EXERCISE IN TRAINED MALE RUGBY PLAYERS"**. DIABETES METAB. 32(6): 617-24.
- BOUHLEL H, SHEPHARD RJ, GMADA N, AOUICHAOUI C, PERES G, ET AL. (2013): **EFFECT OF RAMADAN OBSERVANCE ON MAXIMAL MUSCULAR PERFORMANCE OF TRAINED MEN**. CLIN J SPORT MED 23: 222-227.
- BOUHLEL E., ZAOUALI M., MILED A., TABKA Z., BIGARD A.X., SHEPHARD R.J. (2008) : **"RAMADAN FASTING AND THE GH/IGF-1 AXIS OF TRAINED MEN DURING SUBMAXIMAL EXERCISE"**. ANN. NUTR. METAB. 52: 261-266.
- BRIKCI A., FAYNOT R., DAVENNE D. (1999) : **RAMADAN ET PRATIQUE SPORTIVE : INFORMATIONS ET RECOMMANDATIONS**. BULLETIN DE LIAISON DES PROFESSEURS D'EDUCATION PHYSIQUE DE L'ACADEMIE DE REIMS N° 23-24.

CHAMARI K., CHTOUROU H., CHAOUACHI A., EIRALE C., CHALABI H. (2015) : "FOOTBALL ET RAMADAN". IN : LE FOOTBALL DANS TOUS SES ETATS. PP. 235-249. EDITIONS DE BOECK. BRUXELLES.

CHAOUACHI A., CHAMARI K., ROKY R., WONG DEL P., MBAZAA A., BARTAGI Z., AMRI M. (2008) : "LIPID PROFILES OF JUDO ATHLETES DURING RAMADAN". INT. J. SPORTS MED. 29(4): 282- 288.

CHAOUACHI A., COUTTS A.J., CHAMARI K., WONG D.P., CHAOUACHI M., CHTARA M., ROKY R., AMRI M. (2009): "EFFECT OF RAMADAN INTERMITTENT FASTING ON AEROBIC AND ANAEROBIC PERFORMANCE AND PERCEPTION OF FATIGUE IN MALE ELITE JUDO ATHLETES". J. STRENGTH COND. RES. 23:2702–2709. DOI: 10.1519/JSC.0B013E3181BC17FC.

CHAOUACHI A., LEIPER J.B., CHTOUROU H., AZIZ A.R., CHAMARI K. (2012) : "THE EFFECTS OF RAMADAN INTERMITTENT FASTING ON ATHLETIC PERFORMANCE : RECOMMENDATIONS FOR THE MAINTENANCE OF PHYSICAL FITNESS". J. SPORT SCI. 30 SUPPL 1: S53-73.

CHENNAOUI M., DESGORCES F., DROGOU C., BOUDJEMAA B., TOMASZEWSKI A., DEPIESSE F., BURNAT P.,

CHALABI H., GOMEZ-MERINO D. (2009) : "EFFECTS OF RAMADAN FASTING ON PHYSICAL PERFORMANCE AND METABOLIC, HORMONAL, AND INFLAMMATORY PARAMETERS IN MIDDLE-DISTANCE RUNNERS". APPL. PHYSIOL. NUTR. METAB. 34/ 587-594.

CHIHA F. (2008) : "EFFETS DU JEUNE DE RAMADAN SUR L'APTITUDE AEROBIE ET LES PARAMETRES ANTHROPOMETRIQUES ET BIOCHIMIQUES CHEZ DES FOOTBALLEURS (15-17 ANS)". REVUE SCIENCES HUMAINES N° 30. VOL A, PP 25-41. UNIVERSITE MENTOURI CONSTANTINE, ALGERIE.

CHTOUROU H., HAMMOUDA O., SOUISSI H., CHAMARI K., CHAOUACHI A., SOUISSI N. (2011) : "THE EFFECT OF RAMADAN FASTING ON PHYSICAL PERFORMANCES, MOOD STATE AND PERCEIVED EXERTION IN YOUNG FOOTBALLERS". ASIAN J. SPORTS MED., 2, 177-185.

CISSE K. (2000) : "MODIFICATION DE LA GLYCEMIE LORS D'UN EFFORT PHYSIQUE SOUS-MAXIMAL CHEZ DES SUJETS SPORTIFS PRATIQUANT LE JEUNE DU RAMADAN". THESE DE DOCTORAT PHAR. UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR.

CISSE F., FALL A., GUEYE M., FAYE J., SAMB A., MARTINEAUD J.P. (1992): "EFFET DU JEUNE HYDRIQUE ET ALIMENTAIRE SUR LES PERFORMANCES EN LABORATOIRE". MEDECINE DU SPORT, 66 :123-126.

CISSE.F, MARTINEAUD. JP, N'DOYE. R, GUEYE. L. (1993) : "RETENTISSEMENT DU JEUNE RITUEL DU RAMADHAN SUR L'EXERCICE MUSCULAIRE SUB-MAXIMAL". MEDECINE DU SPORT. T67, N° 2.

DESHUSSES F. G. (2000) : "SUIVI MEDICAL DE 55 GREVISTES DE LA FAIM : ENSEIGNEMENTS ET RECOMMANDATIONS". THESE DE DOCTORAT EN MEDECINE. GENEVE.

DOUTRELOUX J-P. (2013) : "PHYSIOLOGIE ET BIOLOGIE DU SPORT". EDITIONS VIGOT. PARIS.

DOUTRELOUX J-P., MARFAING M., SAVIO T. (2001) : "RAPPORT FINAL DU PROGRAMME EUROPEEN LEONARDO DA VINCI". STADE TOULOUSAIN, TOULOUSE.

EL ATI J., BEJI C., DANGUIR J. (1995) : "INCREASED FAT OXIDATION DURING RAMADAN FASTING IN HEALTHY WOMEN : AN ADAPTATIVE MECHANISM FOR BODY WEIGHT MAINTENANCE". AM. J. CLIN. NUTR. 62: 302-307.

FAKHRZADEH H., LARIJANI B., SANJARI M., BARADAR R., AMINI R. (2003) : "EFFECTS OF RAMADAN FASTING ON CLINICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS IN HEALTHY ADULTS". ANNALS OF SAUDI MED, MAI-JUIL (V23).

FALL A., SARR M., MANDENGUE S.H., BADJI L., SAMB A., GUEYE L., CISSE F.(2007) : "EFFETS D'UNE RESTRICTION HYDRIQUE ET ALIMENTAIRE PROLONGEE (RAMADAN) SUR LA PERFORMANCE ET LES REPOSES CARDIOVASCULAIRES AU COURS D'UN EXERCICE INCREMENTAL EN MILIEU TROPICAL". SCIENCES ET SPORT, V22, ISSUE 1, FEV, 50-53.

FINCH G.M., DAY J.E., RAZAK, WELCH D.A., ROGERS P.J. (1998) : "APPETITE CHANGES UNDER FREE-LIVING CONDITIONS DURING RAMADAN FASTING". APPETITE 2: 159-170.

FOX E. L. ET MATHEWS D. K. (1984) : "BASES PHYSIOLOGIQUES DE L'ACTIVITE PHYSIQUE". TRADUIT ET ADAPTE PAR PERONNET F. AUX EDITIONS VIGOT. PARIS.

FROST G., PIRANI S. (1987) : "MEAL FREQUENCY AND NUTRITIONAL INTAKE DURING RAMADAN : A PILOT STUDY". HUM. NUT. APPL. NUT. 41: 47-50.

GÜVENÇ A. (2011) : "EFFECTS OF RAMADAN FASTING ON BODY COMPOSITION, AEROBIC PERFORMANCE AND LACTATE, HEART RATE AND PERCEPTUAL RESPONSES IN YOUNG SOCCER PLAYERS". L. HUM. KINETICS. 29: 79-91.

HAKOUMI A. (2016): "SPORT ET RAMADAN – INFLUENCE SUR LA PERFORMANCE EN ENDURANCE". REVIEW SWISS SPORTS AND EXERCICE MEDICINE, 64(1), 37-40.

HAMMOUDA O., CHTOUROU H., FARJALLAH M.A., DAVENNE D., SOUISSI N. (2012) : "THE EFFECT OF RAMADAN FASTING ON THE DIURNAL VARIATIONS IN AEROBIC AND ANAEROBIC PERFORMANCES IN TUNISIAN YOUTH SOCCER PLAYERS". BIOL. RHYTHMS RES. 43: 177-190.

HUSAIN R., DUNCAN M.T., CHEAH S.H., CH'NG S.L. (1987) : "EFFECTS OF FASTING IN RAMADAN ON TROPICAL ASIATIC MOSLEMS". BR. J. NUTR. 58(1): 41-48.

IVY J.L., MILLER W., DOVER V., GOOD YAER L.G. SHERMAN W.M., FARRELL S. (1983): "ENHANCED PERFORMANCE WITH CARBOHYDRATE SUPPLEMENTS DURING ENDURANCE EXERCISE". ROSS SYMPOSIUM ON NUTRIMENT UTILIZATION DURING EXERCICE; (COLUMBUS USA: ROSS LABORATOIRE), 54-60.

KARPOVITCH P., SINNING W. (1982) : "PHYSIOLOGIE DE L'ACTIVITE MUSCULAIRE". EDITION VIGOT. PARIS.

KHELIFA SAID A. (2014) : "ANALYSE ET EVALUATION DES PARAMETRES ANTHROPOMETRIQUES ET DE LA PERFORMANCE PHYSIQUE CHEZ LES ATHLETES DE HAUT NIVEAU EN PERIODE DU JEUNE DU RAMADAN". EUR SCIEN. J. VOL 10, N° 33. Pp 76-90.

KIRKENDALL D.T., LEIPER J.B., BARTAGI Z., DVORAK J., ZERGUINI Y. (2008): "THE INFLUENCE OF RAMADAN ON PHYSICAL PERFORMANCE MEASURES IN YOUNG MUSLIM FOOTBALLERS". J. SPORTS SCI. 26: 15-27.

- KRIFI. M, BENRAYANA. MC, ALGUEMI. C, BENFARHAT. S, TRIKI. M, KALLAL. Z. (1984):  
 †RAMADAN : ACTIVITES PHYSIQUES ET VARIATIONS BIOLOGIQUES†. J. NUTR ; 4.
- LODISH, BERK, MATSUDAIRA, KAISER, KRIEGER, SCOTT, ZIPURSKY ET DARNELL (2005):  
 †BIOLOGIE MOLECULAIRE DE LA CELLULE†. EDITION DE BOECK. BRUXELLES.
- LOTFI S, MADANI M, ABASSI A, TAZI A, BOUMAHMAZA M, ET AL. (2010): †CNS ACTIVATION,  
 REACTION TIME, BLOOD PRESSURE AND HEART RATE VARIATION DURING RAMADAN  
 INTERMITTENT FASTING AND EXERCISE†. WORLD J. SPORT SCI 3: 37-43.
- MAUGHAN R.J., BARTAGI Z., DVORAK J., ZERGUINI Y. (2008): "DIETARY INTAKE AND BODY  
 COMPOSITION OF FOOTBALL PLAYERS DURING THE HOLY MONTH OF RAMADAN". J. SPORTS SCI.  
 26 (SUPPL 3): S29-38.
- MECKEL Y., ISMAEEL A., ELIAKIM A., (2008): "THE EFFECT OF THE RAMADAN FAST ON  
 PHYSICAL PERFORMANCE AND DIETARY HABITS IN ADOLESCENT SOCCER PLAYERS". EUR. J.  
 APPL. PHYSIOL. 102(6): 651-657.
- MEHDILOUI. H, ABERKANE. A, BOUROUBI. O, BOUGRIDA. M, BENHLASSA. L, BELATRACHE. C.  
 (1996) : †INFLUENCE DE LA PRATIQUE DU JEUNE RAMADHAN SUR L'ENDURANCE MAXIMALE  
 AEROBIE DES COUREURS DE FOND†. JAM, VOL VI, N° 1, JAN-FEV.
- MEMARI A.H., KORDI R., PANAH N., NIKOOKAR L.R., ABDOLLAHI M., AKBARNEJAD A. (2011):  
 † EFFECT OF RAMADAN FASTING ON BODY COMPOSITION AND PHYSICAL PERFORMANCE IN  
 FEMALE ATHLETES†. ASIAN J. SPORTS MED.
- MINUK HL., HANNA AK., MARLISS EB., VRANIC M., ZINMAN B. (1980): †METABOLIC RESPONSE  
 TO MODERATE EXERCISE IN OBESE MAN DURING PROLONGED FASTING†. AMERICAN JOURNAL OF  
 PHYSIOLOGY; 238:322-329.
- MONOD H., FLANDROIS R., VANDEWALLE H. (2007) : †PHYSIOLOGIE DU SPORT : BASES  
 PHYSIOLOGIQUES DES ACTIVITES PHYSIQUES ET SPORTIVES†. EDITION MASSON. PARIS
- PILARDEAU P. (1987) : †MANUEL PRATIQUE DE MEDECINE DU SPORT†. EDITION MASSON. PARIS.
- RAMDAN J. (2002): "DOES FASTING DURING RAMADAN ALTER BODY COMPOSITION, BLOOD  
 CONSTITUENTS AND PHYSICAL PERFORMANCE?". MED. PRINC. PRACT, 11 SUPPL, 2: 41-46.
- RAMDAN JM., BARAC-NIETO M. (2000): †CARDIO-RESPIRATORY RESPONSES TO MODERATELY  
 HEAVY AEROBIC EXERCISE DURING THE RAMADAN FASTS†. SAUDI.MED.J, 21: 238-44.
- RAHMANE M, RASHID. M, BASHER. S, SULTARA. S, NOMANI. MZA. (2004): †IMPROVED SERUM  
 HDL CHOLESTEROL PROFILE AMONG BANGLADESHI MALE STUDENTS DURING RAMADAN  
 FASTING†. EAST MEDITERRANEAN HEALTH J.
- REBAÏ H., CHTOUROU H., ZARROUK N., HARZALLAH A., KANOUN I., DOGUI M., SOUISSI N.,  
 TABKA Z., (2013): †REDUCING RESISTANCE TRAINING VOLUME DURING RAMADAN IMPROVES  
 MUSCLE STRENGTH AND POWER IN FOOTBALL PLAYERS†. INT J. SPORTS MED. DOI  
[HTTP://DX.DOI.ORG/10.1055/s-0033-1353216](http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1353216)
- RICHE D. (2007) : †GUIDE NUTRITIONNEL DES SPORTS D'ENDURANCE†. EDITION VIGOT. PARIS.

RICHE D., CHOS D. (2008) : *✠MICRONUTRITION, SANTE ET PERFORMANCE✠*. EDITION DE BOECK. BRUXELLES.

ROKY R., HOUTI I., MOUSSAMIH S., QOTBI S., AADIL N. (2004): "PHYSIOLOGICAL AND CHRONOBIOLOGICAL CHANGES DURING RAMADAN INTERMITTENT FASTING". ANN. NUTR. METAB; 48(4): 296-303.

SECK MAMADOU BADARA (2002): "ETUDE DE QUELQUES INDICATEURS DES ADAPTATIONS DE L'ORGANISME A L'EFFORT PENDANT LE JEUNE DU RAMADAN". THESE DE DOCTORAT PHAR. UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR.

SIDDIQUI Q.A., SABIR S., SUBHAN M.M. (2005) : "THE EFFECT OF RAMADAN FASTING ON SPIROMETRY IN HEALTHY SUBJECTS. RESPIROLOGY 10:525-528.

SOUISSI N., SOUISSI H., SAHLI S., TABKA Z., DOGUI M., ATI J., DAVENNE D. (2007) : "EFFECT OF RAMADAN ON THE DIURNAL VARIATION IN SHORT-TERM HIGH POWER OUTPUT. CHRONOBIOL. INT. 24(5):991-1007.

SWEILEH N. (1988) : "THE EFFECTS OF RAMADAN FASTING ON MAXIMUM OXYGEN INTAKE AND MAXIMUM PERFORMANCE". BIRMINGHAM. UNIVERSITY OF ALABAMA.

SWEILEH N., SCHNITZLER A., HUNTER G.R., DAVIS B. (1992): "BODY COMPOSITION AND ENERGY METABOLISM IN RESTING AND EXERCISING MUSLIMS DURING RAMADAN FAST". J. SPORT MED. PHYS. FITNESS 32: 156-163.

YUCEL A., DEGIRMENCI B., ACAR M., ALBAYRAK R., HAKTANIR A. (2004) : "THE EFFECT OF FASTING ON RAMADAN ON THE ABDOMINAL FAT DISTRIBUTION : ASSESSMENT BY COMPUTED TOMOGRAPHY". TOHOKU J. EXPER. MED. 204:179-187.

ZERGUINI Y., KIRKENDALL D., JUNGE A., DVORAK J. (2007): *✠IMPACT OF RAMADAN ON PHYSICAL PERFORMANCE IN PROFESSIONAL SOCCER PLAYERS✠*. BR. J. SPORTS MED.41:398-400. DOI: 10.1136/BJSM.2006.032037.

ZERZOURI S. (2016) : *✠VALIDATION D'UN NOUVEAU TEST INTERMITTENT-NAVETTE (T I-N 45/15)✠*. [HTTPS://WWW.E-S-C.FR](https://www.e-s-c.fr).