

Effet du jeûne de ramadan sur quelques paramètres biochimiques, anthropométriques et nutritionnels chez des footballeurs de 13 à 19 ans

M. ABDELMALEK¹, H. A. ABDELMALEK², A. MESSAFEUR³ & N. MIMOUNT¹

1 : Laboratoire des Adaptations et de la Performance Motrice, INFS/STS Dely Ibrahim, Alger ;

2. Département de Biologie, Université Djilali LLABES, Sidi Bel Abbès

3. Service d'épidémiologie, CHU Abdelkader HASSANI, Sidi Bel Abbès.

RESUME

Le but de notre étude consiste à étudier l'effet du jeûne de ramadan sur un nombre de paramètres biochimiques et d'autres anthropométriques ainsi que l'évaluation des dépenses et des apports énergétiques. L'étude a porté sur 35 footballeurs, âgés de 13 à 19 ans ($15,58 \pm 1,85$ ans) d'un poids moyen de $52,81 \pm 9,94$ kg et d'une taille de $164,61 \pm 10,17$ cm. Les prélèvements sanguins ainsi que les mesures anthropométriques se sont étalés sur quatre phases : première semaine avant ramadan (Av), Deuxième semaine après le début de ramadan (S2), à la fin de ramadan (S4) et 12 jours après ramadan (Ap). L'enquête alimentaire s'est faite par le biais d'un semainier de trois jours. Nous avons eu recours au logiciel nutrilog pour le calcul des apports énergétiques, au tableau de Laptev et Polievsky (1990) pour le calcul des dépenses énergétiques et au logiciel Excel pour les calculs statistiques. Les résultats sur le plan nutritionnel, révèlent un équilibre énergétique chez les jeunes footballeurs : une diminution des apports alimentaires au cours de ramadan accompagnée d'une baisse des dépenses énergétiques.

Aucune perturbation du bilan biochimique n'a été constatée bien que des variations s'opèrent au cours de ramadan. Le ramadan ne semble pas affecter significativement le développement physique (constitutionnel). Une hydratation plus ou moins parfaite a été observée. En outre, les activités musculaires et rénales restent stables. Avec toutes les variations qui ont eu lieu au cours de ramadan, le jeûne paraît influencer faiblement les composantes biochimiques du sang, l'équilibre énergétique ainsi que les paramètres anthropométriques et par conséquent, les jeunes footballeurs pourraient s'entraîner régulièrement durant ce mois de jeûne tout en veillant à une alimentation équilibrée et adéquate à leur efforts physique.

MOTS CLES : Ramadan, jeûne, alimentation, anthropométrie, paramètres biochimiques, footballeurs, adolescents.

INTRODUCTION

Le sport, véritable phénomène social, connaît un essor de plus en plus promettant. En effet, l'observation des manifestations sportives internationales ainsi que les jeux olympiques montre l'intérêt que portent certaines nations à l'évolution et à la promotion du niveau de sport, tout en cherchant à montrer à travers les performances une certaine supériorité et puissance. A côté de cela, la position du sport comme phénomène véhiculant l'idée de santé, de prophylaxie, d'immunité contre certaines maladies ainsi que de productivité en milieu industriel et économique, entraîne la mise en place d'un système méthodique basé sur des données scientifiques, spécialement connues dans le

sport de haut niveau qui a pour but essentiel la réalisation de bonnes performances et ce à certaines périodes de l'année.

L'intégration du sportif au sein de ce système implique une grande sollicitation financière et matérielle. Par ailleurs, l'athlète subit des charges de travail de plus en plus croissantes pendant toute la durée de sa carrière sportive. Actuellement, le sportif de haut niveau est obligé de réaliser plus de 500 séances d'entraînement par an, profitant de quelques périodes de courtes durées pour se reposer et régénérer ses capacités psychophysiques.

En ce qui concerne les athlètes musulmans, ils ne peuvent pas suivre cette charge d'entraînement durant toute l'année avec le même rythme, dans la

mesure où ils sont tenus selon les cinq règles de l'islam, à pratiquer un jeûne durant tout un mois de l'année.

Ainsi les athlètes comme tous autres citoyens musulmans, sont obligés de s'abstenir de tout apport alimentaire ou hydrique dès l'aurore jusqu'au crépuscule et ce, pendant un mois lunaire avec des habitudes religieuses, qui obligent le sportif à changer complètement son rythme de vie habituel. Ce mois se caractérise par un changement de rythme alimentaire qui se traduit par la concentration des heures de repas et le bouleversement du cycle sommeil/veille.

Durant cette période, les conditions de la pratique du football de compétition dont on cerne de mieux en mieux les nécessités biologiques restent peu connues.

Faute de connaissances précises de l'effet de l'exercice physique soutenu, tel qu'on le conçoit pour un athlète d'élite soit-il ou de sport amateur ou encore sport de loisir, l'approche du ramadan voit renaître régulièrement débats, controverses et même quelques polémiques (Zerguini sd). Le jeûne serait responsable des perturbations chronologiques induisant une baisse du niveau général des performances des sportifs (Cisse et Martineaud 1992). Cela semble être lié soit à la privation alimentaire soit à une modification des habitudes nyctémérales (Nacef et al. 1989) ou encore aux aspects méthodologiques de l'entraînement sportif.

Des chercheurs ont mené des études approfondies à propos du jeûne. Ces études proviennent pour la plupart, du Proche Orient et de l'Afrique du Nord, qui regroupent nombre de pays aux climats et aux habitudes, notamment alimentaires diverses.

Il a découlé de ces études que le jeûne pouvait améliorer l'état de santé en général et qu'en aucun cas il n'empirait la santé ou l'état de base d'une personne, qui plus est, elle ne devrait jamais craindre de s'affaiblir, le jeûne devrait au contraire améliorer son état de santé et sa résistance (Athar 2001). Pour d'autres, l'effet du jeûne est tout à fait contraire, c'est à dire, défavorise l'organisme humain et plus particulièrement celui des sportifs (Fayala 1986 ; Nacef et al. 1989 ; Riché 1990 ; Cisse et Martineau 1992).

Tout en respectant les principes méthodologiques exigés par le sport de performance et l'observation des règles relatives au jeûne, nos athlètes devraient avoir les mêmes chances de réussite que les autres athlètes. Alors des questions peuvent être posées. Est-ce que le jeûne du mois de ramadan influence positivement ou négativement l'organisme du jeune footballeur ?

La compétition trouve-t-elle raisonnablement sa place durant cette période ?

Comment pourrait-on expliquer la bonne résistance des jeunes footballeurs évoluant au sein du championnat et de la coupe tout en pratiquant ce percept de leur culte ?

Est-ce que le jeûne de ramadan est incompatible avec la pratique du sport comme certains auteurs rapportent (Nacef et al 1989 ; Cisse et Martineaud, 1992) et contribue-t-il entre autre risques à mettre l'organisme dans des conditions énergétiques défavorables aux activités physiques ?

Plusieurs travaux ont été réalisés à ce sujet. Certains auteurs ont examiné les variations pondérales en relation avec la pratique du jeûne Rufaida (1993). D'autres, comme Fedail et al. (1987) ont étudié l'influence du jeûne sur les masses adipeuses. Certains se sont penchés sur la variation des composantes biochimiques sanguines et urinaires en fonction du jeûne (Bakri et Krifi et al. 1989 ; Abdoullah et al. 1996), ainsi que d'autres études qui ont porté sur l'influence du jeûne sur le système hormonal et la performance (Sadraoui et al. 1994 ; Bensouda et al. 1994), alors que d'autres (Ben Romadhane et al. 1989 ; Ben Slama et al. 1993) ont étudié les apports et les dépenses énergétiques chez des sportifs lycéens.

Cependant, peu d'études ont été faites dans notre pays durant le mois de ramadan, associant à la fois la mesure des apports et dépenses énergétiques avec la variation des paramètres biochimiques sanguins et anthropométriques chez les jeunes footballeurs.

Notre expérimentation, vise à réaliser des tests qui pourraient nous informer sur l'état d'un groupe de footballeurs âgés de 13 à 19 ans, durant le ramadan ainsi que les dissemblances avec la période hors jeûne et donner, éventuellement, une réponse à la question : faut-il modifier le programme d'entraînement afin d'éviter tout risque néfaste à l'organisme ?

Pour ce faire, nous avons comme objectifs la quantification des apports nutritionnels et les dépenses énergétiques avant, pendant et après le ramadan, suivre la dynamique des variations de quelques paramètres biochimiques, anthropométriques ainsi que l'étude de l'adaptation de leur organisme à l'entraînement et aux conditions du jeûne.

Plus spécifiquement nous essayerons de répondre à la question suivante : Comment certains paramètres biochimiques (*glycémie, cholestérol, triglycérides, urée, créatinine et protéines totales*), anthropométriques (*poids, surface corporelle,*

composant musculaire, adipeux et résiduel) et nutritionnels (apports et dépenses énergétiques) varient-ils au cours du mois de ramadan relativement à la période hors jeûne ?

1. METHODES

1.1. SUJETS DE L'ETUDE

Trente cinq (35) jeunes footballeurs, pratiquant régulièrement le football au sein du club sportif amateur Union Sportive de Madinet¹ Sidi Bel Abbès, en bonne santé, âgés de 13 à 19 ans ($15,58 \pm 1,85$) avec un poids moyen $52,81 \pm 9,49$ et de taille moyenne $146,61 \pm 10,17$. Les sujets de l'étude ont une ancienneté sportive variant de 3 à 8 ans de pratique de football.

Après le consentement de leur parents, de leur entraîneur, le président du club, le directeur technique des jeunes catégories du club sportif, ils ont participé à l'étude et ont subi des mesures anthropométriques et des prélèvements sanguins et ont répondu à des questionnaires et des enquêtes alimentaires. Nous présentons quelques caractéristiques de cet échantillon dans les tableaux n°18 et 19.

Tableau 1 : fréquence des sujets selon l'âge

Âge (ans)	Effectif (sujets) selon la classification de Sempé et al. (2000)*	Effectif (sujets) selon la classification de Wutscherk (1988)*
13	0	4
14	8	8
15	10	7
16	4	6
17	6	3
18	7	5
19	0	2
Total	35	35

* La classification de Sempé (2000) prévoit l'attribution à un âge donné en années l'âge précédent plus un jour jusqu'à la fin de l'année exemple : 13 ans c'est 12 ans et un jour jusqu'à 13 ans. Pour Wutscherk (1988), un âge donné c'est l'âge précédent + 7 mois jusqu'à l'âge concerné plus 6 mois ; exemple 13 ans = 12 ans + 7 mois à 13 ans + 6 mois.

¹ Madinet : mot arabe signifiant ville.

Tableau n°2 : Effectifs des sujets selon les catégories de jeu (d'après FIFA)

Catégorie	Codification de la FIFA*	Effectifs
Moins de 15 ans	U15	18
Moins de 17 ans	U17	10
Moins de 19 ans	U19	7
Total		35

U : Under (en anglais) : moins de (en français)

*Fédération Internationale de Football Amateur

Une fois les sujets de l'étude ont été désignés, l'étape suivante consistait à les préparer sur le plan psychologique, afin de gagner leur confiance et garantir leur complaisance et ce en leur faisant comprendre l'intérêt de ce travail.

PROTOCOLE

Dans les mêmes conditions climatiques de température (T : $14,0-19,4$ °C) et d'humidité (H : $73\%-74\%$), les mesures anthropométriques et les prélèvements sanguins ont été accomplis durant quatre périodes ; une semaine avant le ramadan, la moitié du mois de ramadan (fin de la 2^{ème} semaine), la fin du mois de ramadan et douze jours après (fig. n°1). Parallèlement, une enquête alimentaire a été administrée aux 35 sujets. Pour un bon déroulement des mesures anthropométriques et vu les conditions climatiques de la saison, nous avons veillé à chauffer la salle consacrée aux mesures.

Aussi, les fiches de l'enquête alimentaire ont-elles été élaborées en langue nationale (arabe) afin d'assurer une meilleure compréhension chez les enquêtés et garantir leur complaisance. L'étude s'est déroulée comme suit :

1.2.1. L'enquête alimentaire :

Pour l'évaluation des dépenses et des apports énergétiques journaliers, nous avons mis à la disposition des athlètes des fiches d'enquête (semainier) pour mentionner toutes les activités en apport énergétique.

Nous avons, ainsi, procédé à l'évaluation des dépenses énergétiques de chaque activité effectuée par les athlètes durant 3 jours selon les recommandations de Mosser (2001), FAO (2002) et Jacotot et Campillo (2003). Les activités de base, activité physique et les loisirs (entraînement, marche, hygiène sanitaire, activité ménagère, activité mentale (lecture) et autres) et le temps de repos passif (sommeil) ou actif (télévision, écoute

de la radio...) doivent tous être mentionnés au détail.

Par ailleurs, nous avons pris le volume de l'entraînement directement des cahiers d'entraînement des athlètes pour l'évaluation des dépenses énergétiques de l'activité physique.

En outre, nous avons déterminé les apports énergétiques des athlètes (*ingestas*), ainsi par exemple, savoir le genre des produits pharmaceutiques ou autres prises par ces derniers en indiquant la quantité et la qualité de chaque produit ingéré.

L'enquête alimentaire a été effectuée une semaine avant le ramadan et répétée durant la troisième semaine du mois de ramadan (*figure 1*).

La quantification des dépenses énergétiques globales et par activité, exprimée en kcal a été réalisée en se référant aux données de *Laptev et Polievsky (1990)*.

1.2.2. Analyses biologiques du sang :

Les prélèvements du sang ont été effectués par un personnel qualifié. Il faut signaler que ces prélèvements ont été effectués dans les mêmes conditions pour tous les athlètes (à jeun le matin) pendant les périodes hors jeûne et l'après midi, avant la séance d'entraînement (16h), durant le ramadan. Chaque prise de sang était de 25 ml dans un tube hépariné.

Toutes les analyses ont été réalisées via un procédé automatique au laboratoire de biochimie de l'hôpital Abdelkader Hassani de Sidi Bel Abbès.

Les tests biologiques ont été réalisés sur quatre périodes, avant, deux fois pendant et après le ramadan (*figure n° 1*).

1.2.3. Mesures anthropométriques

Afin d'étudier l'incidence du jeûne sur les composantes molles du poids corporel (adipeuse, musculaire et résiduelle), nous avons usé de l'anthropométrie. La masse adipeuse a été déterminée par l'équation de *Durnin et Rahman (Alba et Alonso 1984)*, tenant compte des plis cutanés tricipital, sous scapulaire, suprailliaque et bicipital. La masse musculaire a été déterminée par la méthode de *Mateika (Wutscherk 1988)*.

La masse résiduelle a été déterminée en soustrayant du poids corporel, la somme des masses musculaire, grasse et osseuse. A cet effet, la masse osseuse a été également déterminée par la méthode de *Mateika (Wutscherk 1988)*.

La surface corporelle quant à elle a été calculée par la méthode d'*Izakson*.

Le matériel utilisé est :

une valise anthropométrique contenant :
un anthropomètre ;
un compas à bouts olivaires pour les grands diamètres (épaule et bassin par exemple) ;
un compas petit format ou pied à coulisse pour les petits diamètres (diamètres distaux des segments) ;
une pince lange (Caliper) pour les plis cutanés ;
un mètre ruban pour la mesure des circonférences ;
une balance médicale pour la mesure du poids corporel.

1.2.4. Technique statistique :

Pour l'enquête alimentaire, L'exploitation statistique (Descriptive) a été effectuée sur ordinateur à l'aide d'un logiciel appelé « *Nutrilog* » (*Khaled et al. 1998*).

Ce programme a été élaboré à partir d'une synthèse de tables de composition des aliments les plus classiques et le plus connus. (*Souci et al. 1981 ; Trémolière et al. 1984 ; Favier, 1997 cités par Khaled et al 1998*). Cette analyse a permis d'établir les caractéristiques quantitatives et qualitatives de la ration alimentaire de chaque sujet étudié. Les résultats sont représentés en moyenne et pourcentage.

Pour les paramètres biochimiques et anthropométriques, le traitement statistique des données, a été effectué par le logiciel Excel sur Windows XP.

Pour la statistique descriptive, nous avons calculé la moyenne arithmétique et l'écart type.

Pour la statistique analytique, nous avons calculé la valeur t de Student pour groupes appariées. Les seuils de signification retenus, sont $p < 0,001$ symbolisé ***, $p < 0,01$ symbolisé ** et $p < 0,05$ symbolisé *.

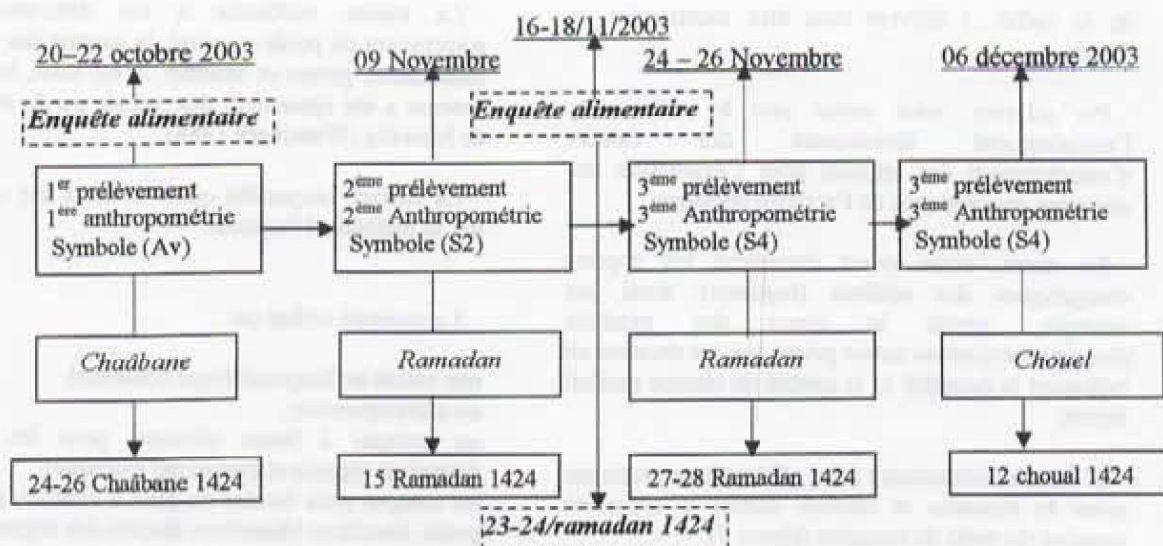


Fig. 1 : Chronologie des tests biochimiques, anthropométriques et de l'enquête alimentaire (Chaâbane, Ramadan, Chouel : Mois lunaires)

2. RESULTATS

Ce chapitre est présenté en trois parties ; les paramètres sanguins, les résultats de l'enquête alimentaire et les paramètres anthropométriques (composants du poids du corps). Les paramètres sanguins et anthropométriques sont exprimés en résultats descriptifs (moyenne $\pm$ écart type) et analytique (résultats de t-test de Student). Nous exprimerons aussi les résultats sous forme graphique et expliquerons leur évolution au préramadan (Av), pendant ramadan (S2 et S4) et post ramadan (Ap).

2.1. LES PARAMETRES SANGUINS :

Les résultats des paramètres sanguins sont rapportés dans les tableaux n°3, 4, 5, 6, 7, 8 et les figures 2, 3, 4, 5, 6, 7.

2.1.1. Glycémie :

Nous avons étudié chez les jeunes footballeurs les variations de la glycémie, étalées sur quatre périodes, ainsi la montre la figure n°2.

De visu, le taux de glucose sanguin baisse considérablement pendant la 2^{ème} semaine et davantage à la 4^{ème} semaine de ramadan et ce, par

comparaison avec les deux périodes d'avant et d'après le jeûne respectivement.

L'analyse statistique dénote des différences significatives ($P < 0,001$) entre les différentes étapes d'analyse prises deux à deux hormis entre la deuxième semaine et après ramadan où l'écart n'est pas significatif.

Le taux d'après ramadan semble se réguler vers l'état d'avant ramadan.

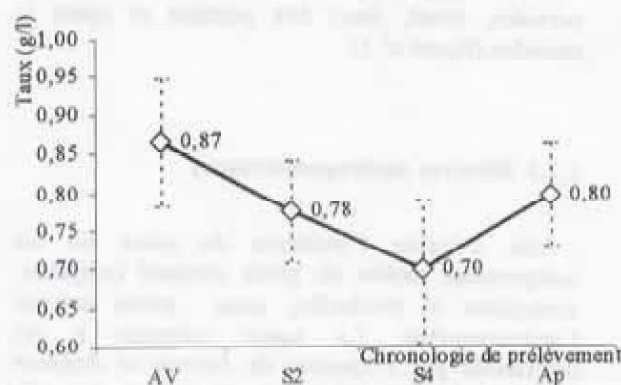


Fig. 2 : Dynamique de la glycémie

Tableau 3 : Données statistiques descriptives et analytiques de la glycémie

Chronologie des prélèvements	Paramètres descriptifs				T-test de Student						Norme ^S (g/l) 0,70-1,20
	Av Avant Ramadan	S2 Fin de 2ème semaine	S4 Fin de 4ème semaine	Ap Après ramadan	Av-S2	S2-S4	Av-S4	S2-Ap	S4-Ap	Av-Ap	
Glycémie (g/l)	0,87±0,08	0,78±0,07	0,70±0,09	0,80±0,07	---	---	---	ns	---	---	

Av : avant ramadan, S2, fin de la 2^{ème} semaine de ramadan, S4 : fin de la 4^{ème} semaine d ramadan ; ns : écart non significatif ; --- : S pour $p < 0,001$. S : Norme selon laboratoire Wellcom

2.1.2. Cholestérol

Le taux varie en dents de scie. La figure 3 et le tableau n°4 montrent une diminution significative au cours du mois de ramadan ($p < 0,01$) voire au dessous de la norme ; soit ($1,17 \pm 0,23$ g/l) durant la 2ème semaine de ramadan. Une augmentation significative est observée à S4 en comparaison à S2 ($p < 0,001$) et à Av ($p < 0,01$), ensuite un déclin significatif à Ap en comparaison à S2 ($p < 0,05$) et à S4 ($p < 0,001$).

La confrontation Av et Ap, démontre un retour à l'état initial puisque l'écart entre eux n'est pas significatif.

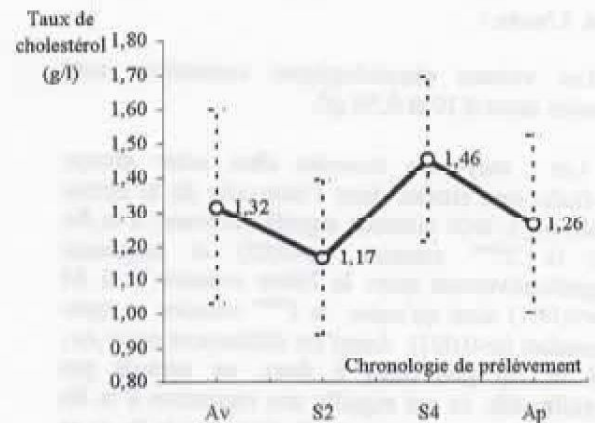


Fig. 3 : Variation du cholestérol

Tableau 4 : Données statistiques descriptives et analytiques du cholestérol

Chronologie des prélèvements	Paramètres descriptifs				T-Test de Student						Normes ^S g/l 1,25-2,00
	Av Avant Ramadan	S2 Fin de 2ème semaine	S4 Fin de 4ème semaine	Ap Après ramadan	Av-S2	S2-S4	Av-S4	S2-Ap	S4-Ap	Av-Ap	
Cholestérol (g/l)	1,32±0,28	1,17±0,23	1,46±0,24	1,26±0,26	**	---	**	*	---	ns	

Av : avant ramadan, S2 : fin de la 2^{ème} semaine de ramadan, S4 : fin de la 4^{ème} semaine d ramadan ; ns : écart non significatif ; * : écart significatif (S) pour un seuil de signification (ou de probabilité) $p < 0,05$; ** : S pour $p < 0,01$; --- : S pour $p < 0,001$. S : Norme selon laboratoire Wellcom.

2.1.3. Triglycérides

A travers la représentation graphique et les résultats de comparaison statistique, nous observons une diminution significative entre Av et S2 ($P < 0,001$). A S4, le taux de triglycérides revient à l'état initial, car l'écart entre Av et S4 n'est pas significatif. Après ramadan, il y a semble-t-il une stabilisation, relativement à S4. Par ailleurs, nous pouvons constater à travers la représentation graphique de la dynamique de variation des triglycérides (fig. 4) qu'ils diminuent simultanément avec la glycémie à S2 (fig. 2). La courbe des triglycérides aux quatre prélèvements semble suivre la même allure que celle du cholestérol (fig. 3). La glycémie continue de diminuer significativement à S4, au moment où le

cholestérol et les triglycérides augmentent significativement à la même phase de prélèvement.

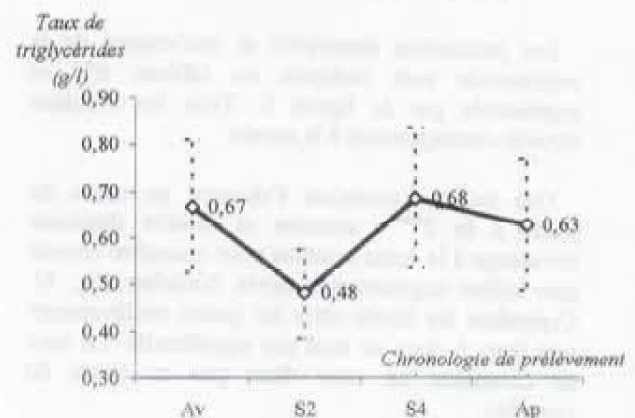


Fig. 4 : Dynamique de variation des triglycérides

Tableau 5 : Données statistiques descriptives et analytiques des triglycérides

Chronologie des prélèvements	Paramètres descriptifs				T-Test de Student						Normes ^{\$} g/l 0,50-1,50
	Av Avant Ramadan	S2 Fin de 2ème semaine	S4 Fin de 4ème semaine	Ap Après ramadan	Av-S2	S2-S4	Av-S4	S2-Ap	S4-Ap	Av-Ap	
Triglycérides (g/l)	0,67±0,14	0,48±0,09	0,68±0,15	0,63±0,14	***	***	ns	***	ns	ns	

Av : avant ramadan, S2 : fin de la 2^{ème} semaine de ramadan, S4 : fin de la 4^{ème} semaine de ramadan ; ns écart non significatif ; *** : écart significatif pour un seuil de signification (ou de probabilité) $p < 0,001$.

\$: Norme selon laboratoire Wellcom.

1.4. L'urée :

Les valeurs physiologiques normatives sont situées entre 0,10 et 0,50 g/l.

Les moyennes trouvées chez notre groupe d'étude sont situées dans l'intervalle de la norme (tab. 6). L'urée diminue significativement à la fin de la 2^{ème} semaine ($p < 0,05$) et augmente significativement entre la 2^{ème} semaine et à S4 ($p < 0,001$) ainsi qu'entre la 2^{ème} semaine et après ramadan ($p < 0,001$). Aussi les différences entre Av, S4 et Ap pris deux à deux, ne sont-ils pas significatifs, ce qui signifie une régulation à la fin du ramadan après une nette diminution à la fin de sa 1^{ère} quinzaine.

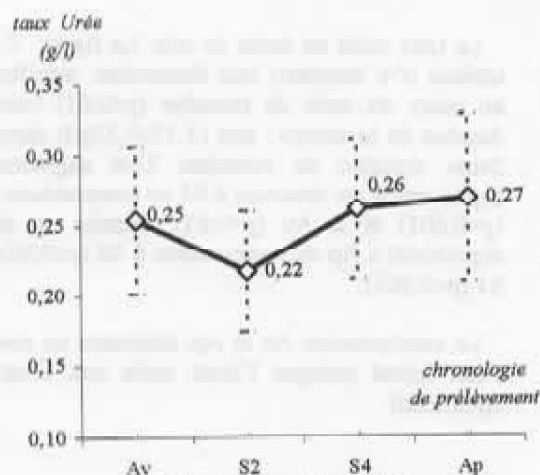


Fig. 5 : Dynamique de l'urée

Tableau 6 : Données statistiques descriptives et analytiques de l'urée

Chronologie des prélèvements	Paramètres descriptifs				T-Test de Student						Norme ^{\$} (g/l) 0,10-0,50
	Av Avant Ramadan	S2 Fin de 2ème semaine	S4 Fin de 4ème semaine	Ap Après ramadan	Av-S2	S2-S4	Av-S4	S2-Ap	S4-Ap	Av-Ap	
Urée (g/l)	0,25±0,05	0,22±0,04	0,26±0,05	0,27±0,06	*	***	ns	***	ns	ns	

Av : avant ramadan, S2 : fin de la 2^{ème} semaine de ramadan, S4 : fin de la 4^{ème} semaine d ramadan ; ns écart non significatif ; * : écart significatif pour un seuil de signification (ou de probabilité) $p < 0,05$; *** : S pour $p < 0,001$. \$: Norme selon le laboratoire Wellcom.

2.1.5. La créatinémie :

Les paramètres descriptifs et analytiques de la créatinémie sont indiqués au tableau n°7 et représentés par la figure 6. Tous les résultats trouvés correspondent à la norme.

Une faible diminution s'observe au cours du jeûne à la 2^{ème} semaine et semble diminuer davantage à la 4^{ème} semaine pour connaître ensuite une légère augmentation après ramadan (fig. 6). Cependant les écarts entre les quatre prélèvements pris deux à deux ne sont pas significatifs. Le taux de créatinine ne varie donc pas au cours du ramadan.

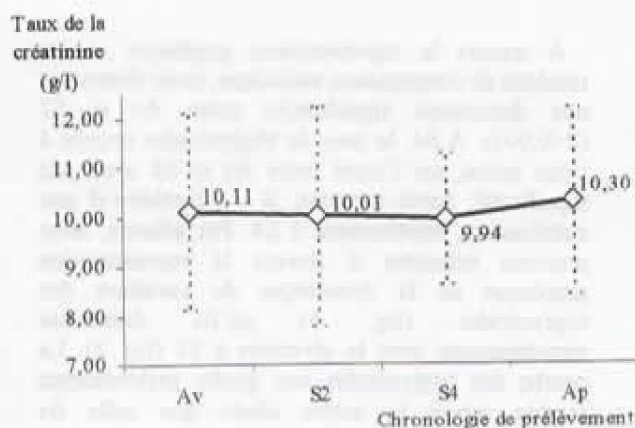


Fig. 6 : Dynamique de la créatinine

Tableau 7 : Données statistiques descriptives et analytiques de la créatinémie

Chronologie des prélèvements	Paramètres descriptifs				T-Test de Student						Norme ^S mg/l 5-13
	Av Avant Ramadan	S2 Fin de 2ème semaine	S4 Fin de 4ème semaine	Ap Après ramadan	Av-S2	S2-S4	Av-S4	S2-Ap	S4-Ap	Av-Ap	
Créatinine (mg/l)	10,11±1,98	10,01±2,23	9,94±1,33	10,30±1,89	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

Av : avant ramadan, S2 : fin de la 2^{ème} semaine de ramadan, S4 : fin de la 4^{ème} semaine d ramadan ; ns : écart non significatif. S : Norme selon laboratoire Wellcom.

2.1.6. Protéines totales :

Le tableau n°8 et la figure n°7 font apparaître la dynamique des protéines totales avant, pendant et après ramadan. Ces taux trouvés sont tous conformes aux valeurs normatives.

L'exploration de la protidémie, indice de l'état de l'hydratation des sujets, varie très significativement au cours des périodes étudiées.

En effet, nous notons un écart significatif entre Av et S2 ($p<0,05$) en déclin, entre S2 et S4 ($p<0,001$) en ascension, entre S4 et Ap ($p<0,05$) et également entre S2 et Ap ($p<0,05$). La comparaison de la protidémie pré-ramadan et celle post-ramadan (Av -Ap) révèle une similitude statistique et par conséquent un retour à l'état initial.

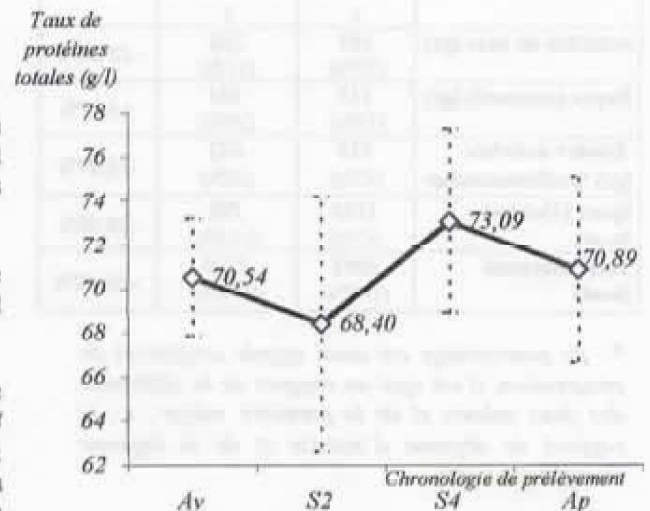


Fig. 7: Variation des protéines totales

Tableau 8 : Données statistiques descriptives et analytiques des protéines totales

Chronologie des prélèvements	Paramètres descriptifs				T-Test de Student						Norme ^S (g/l)
	Av Avant Ramadan	S2 Fin de 2ème semaine	S4 Fin de 4ème semaine	Ap Après ramadan	Av-S2	S2-S4	Av-S4	S2-Ap	S4-Ap	Av-Ap	
protéines totales (g/l)	70,54±2,69	68,40±5,81	73,09±4,18	70,89±4,25	*	***	***	*	*	ns	60-80

Av : avant ramadan, S2 : fin de la 2^{ème} semaine de ramadan, S4 : fin de la 4^{ème} semaine d ramadan ; ns écart non significatif ; * : écart significatif (S) pour un seuil de signification $p<0,05$; *** : S pour $p<0,001$. S : Norme selon le laboratoire Wellcom.

2.2. DEPENSES ET APPORTS ENERGETIQUES

Les résultats des enquêtes alimentaires avant et durant ramadan sont présentés respectivement dans les tableaux n° 9, 10 et 11.

2.2.1. dépenses énergétiques :

Les données du tableau n°9 montrent que les dépenses énergétiques au cours du mois de ramadan sont nettement inférieures.

Ainsi les activités de base, intellectuelles baissent considérablement (-12,28%). De même le ralentissement des activités sportives est sensible durant cette même période.

Par ailleurs, nous avons constaté que les jeunes athlètes dépensent énormément d'énergie pour la récupération passive (sommeil 26%) en comparaison avec la période hors jeûne. Le coefficient de progression est de (14,7%). C'est l'activité physique et les loisirs qui connaissent le plus de régression (- 41,06%)

D'une manière générale, nous avons constaté qu'il y a une baisse importante de la dépense énergétique totale durant le mois de ramadan (-20,68%).

Tableau 9 : - Dépenses énergétiques moyenne par individu (en kilocalories) par type d'activité.

Activités	Avant ramadan ε	3 ^{ème} semaine de ramadan ε	Différence en %*
Activités de base (gr)	285 (10%)	250 (11%)	-12,28%
Repos (sommeil) (gr)	517 (18%)	593 (26%)	+14,7%
Etude+Activités (gr) professionnelles	735 (25%)	652 (28%)	-11,29%
Sport (+loisirs) (kcal)	1354 (47%)	798 (34,8%)	-41,06%
Total moyenné (kcal)	2891 (100%)	2293 (100%)	-20,68%

* : ce pourcentage est aussi appelé coefficient de progression, il est égal au rapport de la différence des deux valeurs et de la première valeur ; ε : le rapport de dépense d'activité et de la dépense énergétique totale.

2.2.2. Apports énergétiques :

Nous allons présenter à présent, les apports énergétiques avant ramadan (tab. 10) et pendant ramadan (tab. 11). Les résultats sont présentés en grammes par nutriment ainsi que la somme de l'apport en calories par repas. Il s'agit pour chaque repas, d'une moyenne de trois jours.

Tableau 10 : Apports énergétiques moyens par individu (avant Ramadan).

Repas \ nutriment	Glucides (gr)	Protides (gr)	Lipides (gr)	(kcal)
Petit déjeuner	73.8	12.80	18	508,4
Déjeuner	134.3	36.05	62.7	1245,7
Collation	40.9	30.7	4.06	322,94
Dîner	197.5	34.3	15.4	1065,8
Grignotage	38.7	23.20	12.1	356,5
Total	485.6	137.05	112.26	Σ=3501
Total en kcal	1942	548	1010	
Pourcentage	55,5%	15,6%	28,87%	100%

Σ : Somme

L'expression des apports énergétiques et plastiques en pourcentage montre que les glucides

sont ingérés le plus avec 55,5%, les lipides avec 28,87% et les protides avec 15,6%.

Les données désignant l'apport alimentaire moyen par individu durant le Ramadan, font remarquer qu'il y a seulement quatre repas, dont un seul et unique repas principal (iftar : dîner de rupture de jeûne).

L'expression graphique comparative ramadan-hors ramadan des apports en kilocalories par nutriment, clarifie la diminution d'apport en glucides et protides pendant ramadan et l'augmentation de l'apport en lipides (fig. 8).

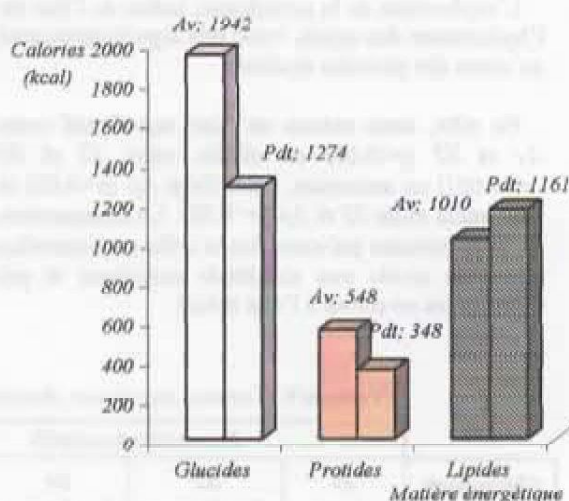


Fig. 8 : apport par matière énergétique avant et pendant ramadan (Av: avant ramadan; Pdt: Pendant ramadan)

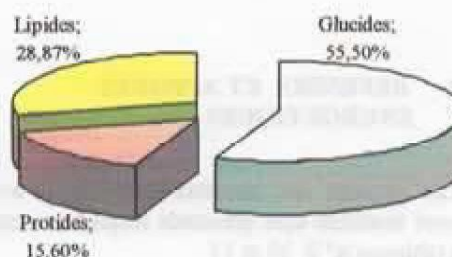


Fig. 9 : Proportions des apports énergétiques avant ramadan

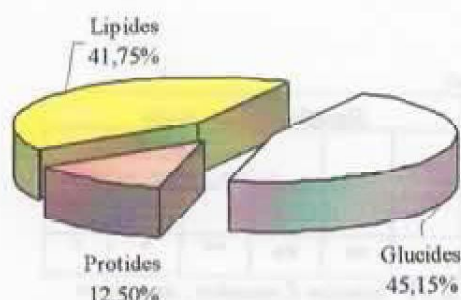


Fig. 10 : Proportions des apports énergétiques pendant ramadan

Durant le ramadan, l'apport énergétique total (AET) est de 2784 kcal. Les protides représentent 12,50%, les glucides 45,75% et les lipides 41,75%. Il en résulte donc de visu une diminution de l'apport en glucides et en protides et une augmentation remarquable de l'apport en lipides.

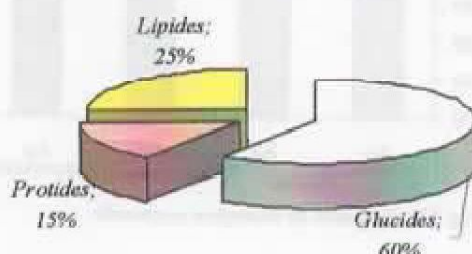


Fig. 11 : Proportions des apports conseillés par les diététiciens (Jobin et al. 1989)

Tableau 11 : Apports énergétiques moyens par individu durant le Ramadan

Nutriments	Glucides (gr)	Protides (gr)	Lipides (gr)	Total Calories (kcal)
Repas				
Dîner de rupture du jeûne	149.8	58.2	69.7	1459,3
1 ^{ère} collation	67.7	13	17.7	482,1
2 ^{ème} collation (Sahour)	78.8	3.9	31	609,8
Grignotage	22.3	12	10.8	234,4
Total (gr)	318.6	87.1	129.2	$\Sigma=2785$ kcal
Total (kcal)	1274	348	1162	
Pourcentage (%)	45,75%	12,5%	41,75%	100%

De cela, il est déduit une diminution de l'AET durant le mois de jeûne. Cette diminution atteint 22,4%. Par ailleurs, il apparaît de visu que l'apport en glucides et protides a nettement diminué pendant le ramadan, alors que le taux absolu des lipides

ingérés a augmenté en gramme, mais n'est pas considérable

2.3. VARIATION DES PARAMETRES ANTHROPO-METRIQUES :

2.3.1. Poids :

Les valeurs moyennes et écarts- types de la masse musculaire ainsi que les résultats de comparaison statistique entre les périodes de mensuration sont indiqués au tableau 12.

En comparant les deux périodes d'avant et d'après Ramadan, nous avons constaté que le poids des athlètes a légèrement augmenté ($P < 0.05$) ; tout comme entre la 4^{ème} semaine et après le mois de jeûne.

Aussi la comparaison des résultats de la 2^{ème} semaine de ramadan (52.49 ± 9.96) et la période d'après ramadan (53.84 ± 10.42) a-t-elle montré une augmentation significative de la moyenne du poids des athlètes pour $P < 0.01$.

Il y a donc stabilité du poids jusqu'à la 4^{ème} semaine, l'augmentation n'a eu lieu qu'après ramadan.

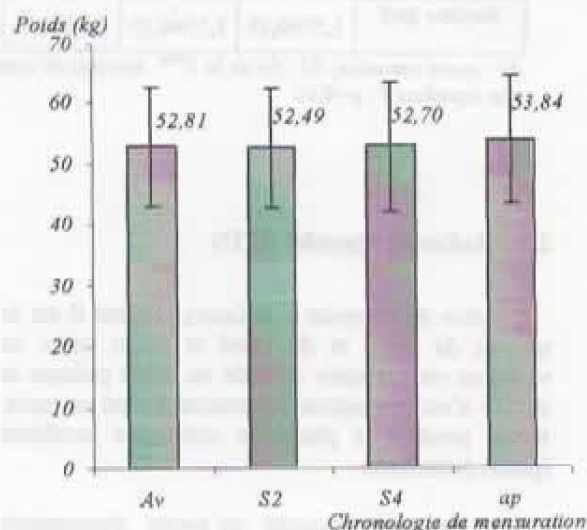


Figure 12 : Variation du poids des athlètes avant, pendant et après Ramadan

Tableau 12 : Données statistiques descriptifs et analytiques du poids

chronologie de mensuration	Paramètres descriptifs				Signification des écarts					
	Avant Ramadan	fin de 2ème semaine	Fin de 4ème semaine	Après ramadan	Av-S2	S2-S4	Av-S4	S2-Ap	S4-Ap	Av-Ap
Poids (kg)	52,81±9,94	52,49±9,96	52,7±10,66	53,84±10,42	ns	ns	ns	**	*	*

Av : avant ramadan, S2 : fin de la 2^{ème} semaine de ramadan, S4 : fin de la 4^{ème} semaine d ramadan ; ns : écart non significatif ; * : écart significatif (S) pour un seuil de signification (ou de probabilité) $p < 0,05$; ** : S pour $p < 0,01$.

2.3.2. La surface corporelle :

Rappelons que la surface corporelle a été déterminée par la formule d'Izaksen. Les valeurs moyennes et de dispersion, ainsi que les résultat de comparaison sont présentés au tableau n°13 et illustrés sur la figure n°13.

D'après les deux lectures graphique et tabulaire ; nous constatons qu'aucun changement significatif ne s'opère concernant la surface corporelle des athlètes et ce sur les quatre périodes de l'étude.

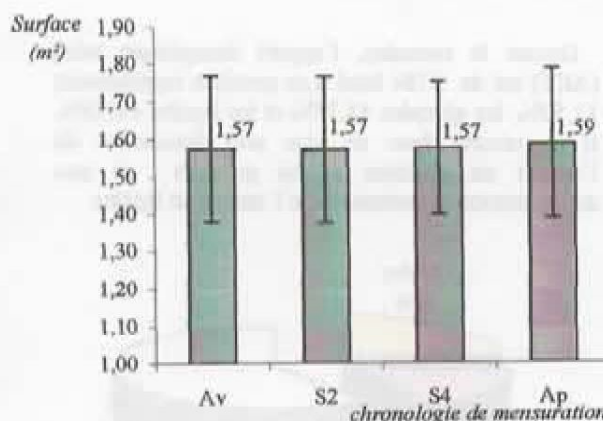


Fig. 13 : Variation de la surface corporelle

Tableau n° 13 : Données statistiques descriptifs et analytiques de la surface

chronologie	Paramètres descriptifs				Signification des écarts					
	Avant Ramadan	fin de 2ème semaine	Fin de 4ème semaine	Après ramadan	Av-S2	S2-S4	Av-S4	S2-Ap	S4-Ap	Av-Ap
Surface (m²)	1,57±0,19	1,57±0,19	1,57±0,18	1,59±0,20	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Av : avant ramadan, S2 : fin de la 2^{ème} semaine de ramadan, S4 : fin de la 4^{ème} semaine d ramadan ; ns : écart non significatif ; $p < 0,01$

2.3.3. Indice de Quetelet (P/T²)

L'indice de Quetelet (ou Kaup), comme il est le rapport du poids et du carré et de la taille, sa variation est tributaire de celle du poids puisque la stature n'est pas sujette à variation durant un mois, même pendant la phase de croissance accélérée (phase pubertaire).

Les résultats montrent qu'aucun changement significatif n'a été observé pour cet indice durant les 4 périodes de notre étude. Cependant, il est à signaler l'importance de la fluctuation des valeurs à la 4^{ème} semaine (variabilité).

Ceci s'aperçoit via l'écart type qui représente le double de celui d'Av, S2 et d'Ap

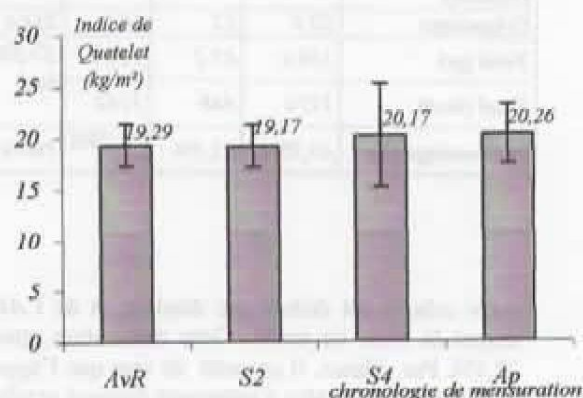


Fig. 14 : Dynamique de l'indice de Quetelet

Tableau n° 14 : Données statistiques descriptives et analytiques de l'indice de Quetelet (P/T^2).

chronologie	Paramètres descriptifs				T-Test de Student					
	Avant Ramadan	fin de 2ème semaine	Fin de 4ème semaine	Après ramadan	Av-S2	S2-S4	Av-S4	S2-Ap	S4-Ap	Av-Ap
Indice de Kaup (kg/m^2)	19,29±2,06	19,17±2,04	20,17±5,04	20,26±2,94	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Av : avant ramadan, S2 : fin de la 2^{ème} semaine de ramadan, S4 : fin de la 4^{ème} semaine d ramadan ; ns : écart non significatif.

2.3.4. La masse grasse (adipeuse) :

La masse adipeuse étudiée est la masse absolue, il semble que ce composant du poids soit le moins homogène en raison de la valeur de l'écart type élevée qui représente quasiment le 1/3 de la moyenne.

De visu (fig 15), la masse grasse diminue presque linéairement de Av jusqu'à S4 puis connaît une ascension de S4 à Ap. Les écarts pris deux à deux entre les moyennes sont significatifs $p < 0,05$ sauf entre S2 et Ap d'une part et entre Av et Ap d'autre part (tab. 15).

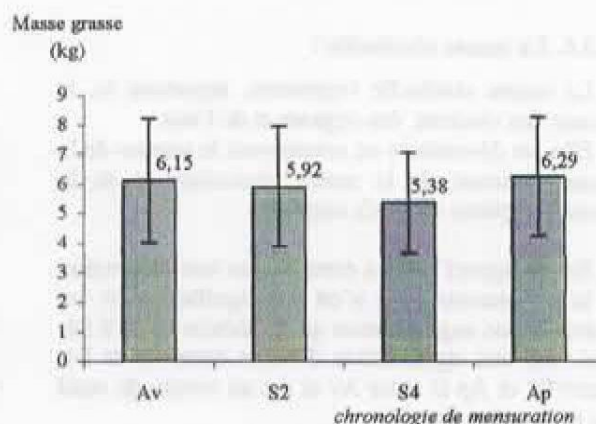


Fig 15 : Variation de la masse grasse absolue

Tableau 15 : Données statistiques descriptifs et analytiques de la masse adipeuse

chronologie	Paramètres descriptifs				Signification des écarts					
	Avant Ramadan	fin de 2ème semaine	Fin de 4ème semaine	Après ramadan	Av-S2	S2-S4	Av-S4	S2-Ap	S4-Ap	Av-Ap
Masse Adipeuse (kg)	6,15±2,09	5,92±2,05	5,38±1,73	6,29±2,00	*	*	*	ns	*	ns

Av : avant ramadan, S2 : fin de la 2^{ème} semaine de ramadan, S4 : fin de la 4^{ème} semaine d ramadan ; ns : écart non significatif ; * : écart significatif pour un seuil de signification $p < 0,05$.

2.3.5. La masse musculaire :

La masse musculaire est la composante du poids la plus active chez l'humain et le sportif en particulier.

Cette composante active (tissu musculaire), ne semble pas être influencée par la restriction alimentaire diurne au cours du ramadan puisque les résultats n'ont pas varié de manière statistiquement significative (fig. 16 et tab. 16).

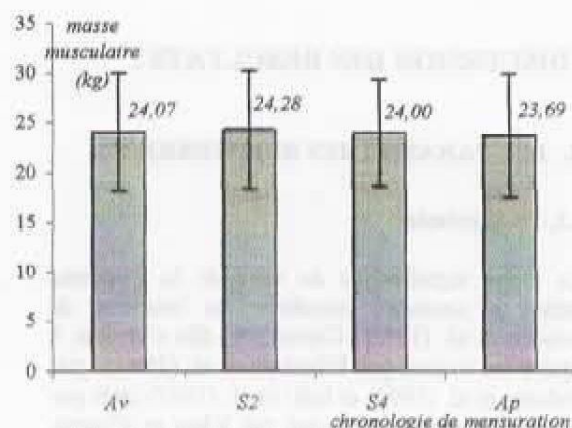


Fig. 16 : Variation de la masse musculaire

Tableau 16 : Données statistiques descriptifs et analytiques de la masse musculaire

Chronologie	Paramètres descriptifs				Signification des écarts					
	Avant Ramadan	fin de 2ème semaine	Fin de 4ème semaine	Après ramadan	Av-S2	S2-S4	Av-S4	S2-Ap	S4-Ap	Av-Ap
Masse musculaire (kg)	24,07±5,94	24,28±6,01	24,00±5,43	23,69±6,23	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Av : avant ramadan, S2 : fin de la 2^{ème} semaine de ramadan, S4 : fin de la 4^{ème} semaine d ramadan ; ns écart non significatif.

2.3.6. La masse résiduelle :

La masse résiduelle représente, rappelons le, la masse des viscères, des organes et de l'eau.

Elle est déterminée en soustrayant la somme de la masse osseuse, de la masse musculaire et de la masse adipeuse du poids corporel.

Sur la figure17, nous enregistrons une diminution à la 2^{ème} semaine qui n'est pas significative et est suivie d'une augmentation quasi linéaire de S2 à S4, qui vaut une signification d'écarts entre Av et S4, entre S2 et Ap et entre Av et Ap au niveau du seuil de probabilité $p < 0,05$.

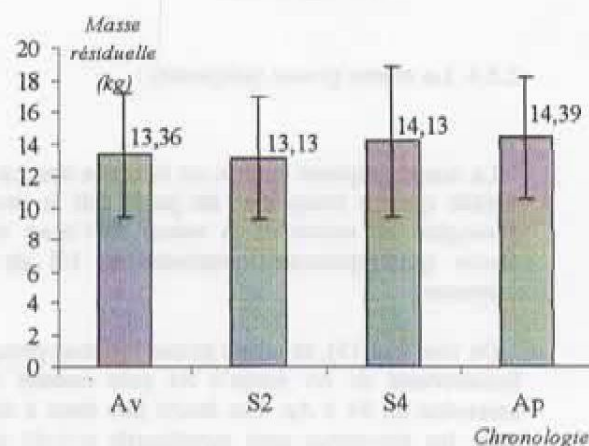


Fig. 17 : Variation de la masse résiduelle absolue

Tableau 17 : Données statistiques descriptifs et analytiques de la masse résiduelle

chronologie	Paramètres descriptifs				Signification des écarts					
	Avant Ramadan	fin de 2ème semaine	Fin de 4ème semaine	Après ramadan	Av-S2	S2-S4	Av-S4	S2-Ap	S4-Ap	Av-Ap
Masse résiduelle (kg)	13,36±3,91	13,13±3,84	14,13±4,65	14,39±3,83	ns	ns	*	*	ns	*

Av : avant ramadan, S2 : fin de la 2^{ème} semaine de ramadan, S4 : fin de la 4^{ème} semaine de ramadan ; ns écart non significatif ; * : écart significatif pour un seuil de signification $p < 0,05$.

3. DISCUSSION DES RESULTATS :

3. 1. LES PARAMETRES BIOCHIMIQUES.

3.1.1. La glycémie :

La chute significative du taux de la glycémie pendant le ramadan corrobore les résultats de Ramadan et al. (1999). Cependant, elle s'oppose à ce qui a été avancé par Pilardeau et al. (1990), par Benslama et al. (1993) et Iraki et al. (1997) cités par Garcia et al. (1999) ainsi que par Khan et Khattak (2002). Cette chute serait imputable à la restriction

en glucides dans les rations alimentaires nocturnes. Celle-ci pourrait être relayée par l'action des lipides et néogluciformateurs (lactate, pyruvate, glycérol) (Houhamdi et al. 2001).

Il est évident que pendant le jeûne rituel prolongé, une série d'adaptations du corps résultent de sa capacité à mobiliser de l'énergie. De plus d'après certains auteurs (Metais et al. 1985 ; Riché 1990 ; Penicaud et Ferré 1994 ; Hakkou et al. 1994 et Iraki et al. 1997) cités par Garcia et al. (1999), l'insulinémie diminue durant le jeûne prolongé. Signalons que ces études ont été réalisées chez des sédentaires.

3.1.2. Cholestérol :

La dynamique de cholestérolémie entre la phase d'avant le jeûne et la quatrième semaine et entre la deuxième et la quatrième semaine, s'accordent parfaitement à ce qui a été prouvé par Nomani et al. (1992), Metais et al. (1998) ; Ramadan et al. (1999) qui ont trouvé une augmentation entre les différentes périodes étudiées et s'opposent avec la dynamique de nos résultats entre la phase d'avant jeûne et la deuxième semaine. Mais la diminution observée dans notre étude à la première quinzaine de ramadan va de pair avec les résultats de Pilardeau et al. (1990), Maisols et al. (1993), et ceux trouvés plus récemment par Khan et Khattak (2002).

Cependant, la fluctuation de nos résultats, s'opposent totalement avec ceux de Hallak et Nomani (1998) qui ont constaté que pendant les deux dernières semaines de ramadan jeûnant, alors que les sujets étaient sur régime à haute teneur en graisse (1834 Kcal/j), il n'y avait aucune différence significative dans les niveaux de cholestérol de sang et des poids corporels au début et à la fin du mois de ramadan.

Il est de ce fait difficile de se prononcer définitivement sur la contribution du jeûne à la variation du cholestérol chez les sportifs tant qu'on n'a pas étudié parallèlement, les effets du type de la charge d'entraînement et de compétition (aérobie, anaérobie), du type de nutriments ingérés avant chaque prélèvement sanguin.

3.1.3. Triglycérides :

L'existence d'un écart significatif dans la variation du taux de triglycérides, entre la phase pré ramadan et la deuxième semaine du jeûne est étayée par les résultats des travaux de Pilardeau et al. (1990). Cependant, elles s'opposent aux résultats avancés par Ramadan et al. (1999) et ceux de Khan et Khattak (1990).

Peut-on dire que la diminution des triglycérides à S2 et leur retour à la normale à S4, expliquerait la capacité d'adaptation de l'organisme à la restriction alimentaire diurne durant le mois de ramadan ? Cette hypothèse a été émise par Nacef et al. (1989).

Par ailleurs, l'augmentation de la proportion de lipides dans la ration alimentaire (41,75%) chez notre échantillon, parallèlement à la diminution des glucides, explique probablement la chute des triglycérides. Cet état de fait a été avancé par Pilardeau et al. (1990).

3.1.4. L'urée :

Nos résultats s'opposent à ceux trouvés par Pilardeau et al. (1990). Cependant, ils sont superposables à ceux de Ramadan et al. (1999). Les variations du taux d'urée du point de vue sémiologique sont importantes car ce taux reflète le métabolisme protéique et surtout le fonctionnement rénal.

Dans ce contexte, pour McArdle et al. (2001) la consommation d'une forte quantité de protéines entraîne une production excessive d'urée et d'autres substances qui imposent une surcharge au foie et au rein. Le contraire serait également vrai car, l'urée est la résultante de l'azote formé par désamination d'acides aminés formés à partir de molécules de protéines (McArdle et al. 2001). La diminution d'apport en protéines chez notre groupe d'étude, explique peut être cette diminution de l'urée.

3.1.5. La créatinémie :

Aucune variation significative n'a été observée pour la créatinémie, par comparaison aux périodes étudiées ; elle reflète un bon fonctionnement rénal et musculaire lors de l'exercice pendant le mois de ramadan.

La stabilité du taux de la créatinémie au cours de notre étude a été observée par Ramadan et al. (1999) à la fois chez un groupe de sédentaire ($37,6 \pm 2,3$ ans) et un groupe pratiquant une activité physique ($35,5 \pm 1,6$ ans).

3.1.6 Protéines totales :

L'étude de la variation des protéines au cours de ramadan qui s'avère diminuée, confirme une réhydratation extra cellulaire remarquée (Borel et Caron 1984).

Cela corrobore les résultats de Khan et Khattak (2002) chez des sujets obèses, mais s'oppose à ceux de nombreux travaux réalisés par certains auteurs tels que Ramadan et al. (1999) et Pilardeau et al. (1990).

3.2. APPORTS, ET DEPENSES ENERGETIQUES

La confrontation de la valeur de l'apport énergétique total de notre échantillon hors ramadan (3501 kcal/j) est supérieur aux apports conseillés par

Jobin et al. (1989) pour les sujets sédentaires (3155). L'apport est aussi supérieur à celui trouvé par Boisseau et Paruit (2001) chez des jeunes tennismans et pongistes de 14 ans (2777 kcal/j et 2674 kcal/j respectivement).

Ce même résultat (3501 Kcal) est aussi supérieur aux apports conseillés par Dupin et al. (1992); Brouns (1994) cités par Gueye et Robert (2000) dont la valeur est de (2480kcal) ainsi que celui cité par Jobin (1989) soit (3155kcal). Aussi notre résultat est-il supérieur à celui trouvé par Nacef et al. (1989) qui est de (2421.5 kcal) chez de jeunes lycéens sportifs.

Nos résultats concernant la diminution des apports énergétiques chez les footballeurs pendant le ramadan vont dans le même sens que ceux trouvés par Ramadan et al. (1999) avançant qu'au cours de ramadan, l'organisme est soumis à de nombreuses sollicitations : aux effets de la restriction énergétique et hydroélectrique, s'ajoutent ceux du stress liés aux bouleversements des rythmes de vie, au travail, à la chaleur et à l'insomnie. Ils ajoutent que les mécanismes adaptatifs mis en jeu permettent un fonctionnement à l'économie à la limite de l'équilibre. Nos résultats corroborent ceux de Nacef et al. (1989) sur des sujets du lycée sportif de Tunis.

De plus, nos résultats, concernant la diminution des apports énergétiques s'accordent avec ceux des travaux de certains auteurs à propos d'études faites auprès de sujets sédentaires (Sakar 1975 ; Mustapha et al. 1978 ; Gumaa et al. 1978 ; Fedail et al. 1982 ; Hussin et al. 1987 ; Sulimani 1988 ; Zafar et Nomani 1997 ; cités par Khan et Khattak 2002).

Ces derniers, avancent que l'apport énergétique est réduit pendant le jeûne de ramadan, les habitudes alimentaires changent et les individus s'adaptent avec ce changement. Aussi, le temps de manger est réduit. Le mécanisme d'adaptation du corps pour se préserver oblige les jeûneurs à consommer de grandes quantités d'eau et laissent peu d'espace libre dans leurs estomacs pour les aliments (Nacef et al. 1989, Khan et Khattak 2002).

La diminution des apports peut être d'emblée expliquée par la diminution des repas principaux de trois (petit déjeuner, déjeuner et dîner) hors ramadan à un seul repas principal (iftar : dîner de rupture de jeûne) pendant le ramadan.

Par ailleurs, l'augmentation de la dépense liée au sommeil signifierait que les sujets de notre enquête dorment plus et ne font pas l'effort de se réveiller pour l'ingestion d'aliments avant la prière de l'aube (sahour), comme le prescrivent les indications religieuses.

Pour ce qui est de l'apport énergétique durant ce mois de jeûne, notre résultat (2786kcal) ne peut être confronté à aucune norme puisque très peu de travaux ont été initiés dans cet axe, hormis celle de Nacef et al. (1989) qui a trouvé une valeur d'apport énergétique inférieure à la nôtre total (1855 kcal/j) chez les élèves du lycée sportif.

3.3. PARAMETRES ANTHROPOMETRIQUES :

3.3.1. Poids :

La légère diminution du poids, observée au cours du mois de ramadan confirme les résultats des travaux de Pilardeau et al. (1990) et ceux de Cisse et Martineaud (1992) et Ramadan et al. (1999).

Le poids étant un indice très influençable par le facteur de l'alimentation, et en est très sensible surtout à travers sa composante adipeuse par le type et la quantité de la nourriture.

Sa diminution du fait de la déshydratation dépend naturellement des conditions climatiques et des exercices pratiqués. La diminution de la dépense énergétique parallèlement à la diminution de l'apport énergétique aurait permis cette stabilité de poids.

Une enquête alimentaire après ramadan aurait expliqué probablement l'augmentation du poids corporel, ce qui n'a pu être fait.

3.3.2. Indice de Quetelet :

Rappelons que cet indice est un bon indicateur de la charge pondérale et de l'obésité. Seulement une étude a été citée par la littérature concernant cet indice étudié pendant le mois de ramadan chez des sujets actifs. C'est celle de Ramadan et al. (1999) d'où il en ressort qu'aucun changement n'a été signalé. Ce résultat s'accorde avec le notre.

3.3.3. La surface corporelle :

La surface qui est fonction du poids et de la taille varie-t-elle pendant le ramadan ? L'analyse de nos résultats nous a renseigné sur une stabilité presque parfaite de la surface de nos jeunes footballeurs et ce sur les quatre périodes de notre étude.

Cette stabilité n'a pas fait l'objet d'étude. Par ailleurs, elle nous renseigne sur un développement physique (constitutionnel) stable durant un mois de jeûne. Celui-ci ne semble pas avoir d'incidence sur la surface corporelle.

3.3.4. La masse musculaire :

Notre recherche bibliographique n'a repéré aucune étude ayant pour objet les variations de la masse musculaire chez des sportifs pendant le ramadan.

Alors que notre étude montre une stabilité de cette masse durant les quatre périodes même si cette masse se trouve très importante pour cette tranche d'âge (13-19 ans). Car, à partir de 13-14 ans ; période secouée par les transformations pubertaires l'adolescent connaît une poussée rapide de la croissance. Celle-ci est en alternance avec une amélioration très importante des potentialités physiologiques qui dépendent elles même des modifications hormonales inhérentes à cette période de la vie. Par exemple, la testostérone augmente l'anabolisme protéique ce qui explique non seulement la croissance mais le développement concomitant de la masse musculaire. (Weineck 2001). Il est donc difficile à notre avis que ce composant pondéral connaisse un déclin au cours du jeûne.

3.3.5. La masse adipeuse :

La diminution apparente de la masse adipeuse qui a été observée durant la période du jeûne a été également trouvée par d'autres chercheurs tels que ; El Ati et al. (1995) cités par Zafar et Nomani (1999) qui selon eux, il y a une diminution de la masse adipeuse du fait de l'utilisation efficace de la graisse du corps.

De même, Pilardeau et al. (1990) ont trouvé qu'à la fin du ramadan la diminution de la masse grasse est comprise entre 3,5% et 4 % soit 2.5 kg Chez un sujet adulte.

Par contre, nos résultats s'opposent aux travaux de Ramadan et al. (1999) qui ont observé une stabilisation de cette masse chez des hommes actifs.

3.3.6. La masse résiduelle :

Rappelons que la masse résiduelle est l'expression du poids diminué de ses composants, adipeux, musculaire et osseux. Il représente la masse des viscères, des organes et des liquides corporels.

Son augmentation significative à S4 après une légère diminution non significative à S2, nous paraît paradoxale. La chronologie de l'enquête alimentaire à 48-72h après une activité très intensive durant le ramadan, explique peut être cette augmentation de la masse résiduelle qui serait due à de grandes

quantités d'ingestats, particulièrement en liquide (Nacef et al.1989) ; (Ramadan et al. 1999) et (Khan et Khattak 2002).

CONCLUSION

A la lumière des résultats obtenus à l'issu de notre expérimentation, nous sommes parvenus aux conclusions suivantes :

Les jeunes footballeurs présentent un déséquilibre énergétique au cours de ramadan et ce, se traduisant par un manque en protéines et en glucides au profit des lipides. Cependant les dépenses semblent être bien couvertes par les apports quoique déficitaires en protéines et en glucides.

Il n'y a pas perturbation des composantes corporelles malgré la variation observée pendant le ramadan. Bien que des variations ont été constatées, le ramadan ne semble pas affecter sérieusement les paramètres biochimiques.

Ce faisant, le jeûne de ramadan semble être un moyen bénéfique pour la santé de l'organisme humain, puisque on a mobilisation des triglycérides à des fins de renforcement des réserves énergétiques hépatiques en même temps qu'une diminution de la cholestérolémie.

Par conséquent, les jeunes footballeurs pourraient s'entraîner régulièrement au cours de ramadan.

Les résultats de l'enquête alimentaire devraient être interprétés avec réserves en raison de la variabilité qui peut avoir lieu dans la technique d'estimation du poids des aliments (ustensiles utilisés), aussi qu'en raison du fait que les réponses des athlètes soient un comportement verbal qui peut se prêter à des distorsions.

Cette étude préliminaire limitée à certains paramètres biochimiques, anthropométriques et nutritionnels chez un nombre restreint de sujets ouvre la voie sur des perspectives de recherches plus approfondies dans le cadre de l'influence du jeûne de ramadan sur d'autres paramètres biochimiques, sanguins (Formule sanguine), urinaire ainsi que l'évaluation des minéraux et vitamines, indice de dépense énergétique, système hormonal et enzymatique et ce, parallèlement à une enquête socioprofessionnelle chez un nombre plus important de sujets actifs comparés à des sujets témoins (non actifs).

Une étude corrélationnelle entre les différents paramètres étudiés nous renseignerait plus sur les interférences d'un paramètre sur un autre. Aussi une étude similaire sur des filles sportives et non

sportives permettrait certainement une compréhension meilleure de l'incidence du jeûne sur l'organisme, notamment en phase prémenstruelle et postmenstruelle.

L'évaluation en laboratoire ou sur le terrain de paramètres physiologiques (spirométrie, performance anaérobie, lactatémie) durant le ramadan en relation avec les apports/dépenses, des paramètres biochimiques et composants du poids du corps chez des pratiquants de disciplines sportives de sollicitations énergétiques différentes, permettrait une meilleure compréhension du phénomène ramadan et sport.

L'étude de sujets pendant une journée entière et notamment avant et après l'entraînement, répétée plusieurs fois durant le mois de ramadan, contribuerait à l'identification des effets de jeûne court sur l'organisme et son adaptation aux carences alimentaires diurnes associées à l'effort physique.

Enfin, le ramadan étant un mois en translation dans le temps par rapport au calendrier grégorien, la préparation d'études dans cinq à dix ans prochains lorsque le jeûne coïncidera à la fois avec la chaleur et la compétition internationale s'avère une nécessité afin de comprendre mieux les mécanismes d'adaptation aux conditions extrêmes (chaleur).

Ce travail n'aurait pu se concrétiser sans l'aide effective de messieurs Boualem LAROUM et Rabah SAADANE de la direction technique nationale de la Fédération Algérienne de Football, du Docteur MEGHLAOU Fatiha, du centre national de médecine du sport d'Alger, monsieur NAÏMI Zouaoui, directeur technique sportif à L'Union Sportive de Madinet Sidi Bel Abbès, Monsieur ABDELMALEK Saïd, technicien supérieur de santé au CHU de Sidi Bel Abbès. Nous tenons à leur exprimer nos vifs remerciements et notre profonde gratitude.

REFERENCES

1. Alba A., Alonso R. (1984). Control Medico. ISCF Ed. Havana.
- Athar S. (2001). Le jeûne du mois de Ramadan (traduit par la sœur Naïma). Islam Médecine.
2. Ben Slama F., Hsairi M., Belaid J. (1993). Les dépenses et la consommation alimentaire chez les sportifs lycéens pendant et en dehors du mois de ramadan, effet du jeûne sur la performance. Tunisie médicale. 71 (2), pp.85-89.

3. Ben Souda J.-D., Ouzzani W., Lachkar H. (1994). Variations du cycle du cortisol sous l'effet du jeûne au cours du mois de ramadan. Premier congrès international sur la Santé et ramadan, Casablanca.
4. Blanc J.-P., (1998). Diététique du sportif. Amphora. Paris. 204p.
5. Borel J., Caron J. (1984). Comment prescrire et interpréter un examen de biochimie. 2^e Ed. Maloine, Paris, 849 p.
6. Boisseau N., Paruit M.-C. (2001). Enquête nutritionnelle chez des enfants sportifs pratiquant plus de 10 heures d'activité spécifique par semaine. Science et Sports, vol 16 suppl 1: pp. 22-24.
7. Cisse F., Martineaud J.-P. (1992). Influence du jeûne alimentaire et hydrique sur la performance physique en climat chaud. Association des physiologistes, Nice, 22-25 sept. (1992)
8. Fayala H. (1986). Effets du jeûne du Ramadhan sur l'organisme. Cah. Med. Tunisie.
9. Gueye O., Robert A., Lac G. (2000). Détermination de la consommation alimentaire chez l'adolescent sportif. Sciences et sport, vol. 15, n°5, pp. 251-253.
10. Houhamdi M., Faci M.-A., Mébarki Ch, Aïssaoui R, Abbaci H. (2001), Adaptation du métabolisme intermédiaire au jeûne du ramadan chez les cyclistes sur route (Abstract), 2^{ème} colloque scientifique international : Sciences du sport et santé, INFS/STS-ANDRS, Alger, 17-18.
11. Jacotot B., Campillo B. (2003). Nutrition Humaine : Connaissances et Pratique. Paris, Masson, 311p.
12. Khan A., Khattak M.A.K. (2002). Islamic fasting: An effective strategy for prevention and control of obesity. Pakistan journal of nutrition. Vol.1, n° 4, pp. 185-187.
13. Khaled M.-B. et al. (1998). Logiciel Nutrilog
14. Laboratoire Wellcom. Compendium Médical Wellcom: Normes sanguines et urinaires.
15. Laptev A.-P., Polievsky S. A. (1990). Guiguiena (Hygiène). Ed. Fisculura i Sport, Moscou 368p.
16. Maisols M., Khamaysi N., Assali A., Abou Rabiah Y., Zvili I., Shiny S. (1993). Marked increase in plasma high-density-lipoprotein cholesterol after prolonged fasting during Ramadan. Am. J. of Clin. Nutr.
17. Mcardle W., Katch F., Katch W. (2001). Physiologie de l'activité physique. Ed. Maloine/Edisem, Paris.
18. Métais P., Agneray J., Ferard G. (1985). Biochimie clinique. Biochimie métabolique. 2^{ème} Ed. Simep. Vol.2, Villeurbanne, 279 p.
19. Mosser F. (2002). Evaluation de la prise alimentaire en Pédiatrie in Goulet O., et Vidailhet

M. Alimentation de l'enfant en situations normale et pathologique. Ed. Doin, 473p, pp. 127-138.

20. Nacef T., Salama B., Abid M., Ben Romdhane H. (1989). *Ramadhan et activité physique : A propos d'une étude au lycée sportif de Tunis*. Méd. du sport, Tome. 63, n° 5, pp. 230-231.

21. Pilardeau P., Pignel R., Teillet T. (1990). *Ramadan et activités physiques*. Sport Méd. Actual. n° 45, pp. 32-34.

22. Ramadan J., Telahoun G., Al-Zaid N.-S., Barac-Nieto M. (1999). Responses to Exercise, Fluid, and Energy Balances During Ramadan in Sedentary and Active Males. *Nutrition*, vol. 15, n° 10, pp. 735-739.

23. Riché D. (1990). Equilibre alimentaire et sport d'endurance. Ed. Vigot, Paris, pp.307-312.

24. Sempé M., (2000). Croissance somatique : tables de référence et courbes des itinéraires. Meditions, Lyon.

25. Weineck J. (2001). Manuel d'entraînement. 6^{ème} Ed. Vigot, Paris.

26. Wutscherk H. (1988). Grundlagen der Sportmedizin: sportanthropologie (Base de médecine du sport: anthropologie sportive). DHFK, Leipzig.

27. Zerguini Y. (sd). *Ramadan et football*, [<http://www.fifa.ch/fifa/sportsmed/articles/D/Ramadan-F.pdf>]