



Jeux Réduits En Et Son Impact Sur Le Métabolisme Aérobie Des Joueurs De Football Championnat Nationale D1 Games Reduced And Its Impact On Aerobic Metabolism Of Soccer Players National Championship D1

Dr. Mohamed Amine Hocini / Mr . Salim Kherchi, Université d'Alger -3 -,
Algérie nazimkherchi@gmail.com

تاريخ التسليم: (2018/03/17)، تاريخ التقييم: (2018/04/22)، تاريخ

القبول: (2018/05/01)

Resumé :

La conception des entraîneurs, la manière dont ils considèrent le football est une véritable source de grandes dépenses énergétique. Selon Vahid Halilhodžić, (2007), il faut augmenter la charge de travail à l'entraînement si l'on veut tenir un match intense sur toute la saison comme l'a relevé Puel C., (2009). En effet, le football moderne impose que les joueurs soient des athlètes confirmés, qui doivent à partir de leurs potentialités intrinsèques, répondre aux impératifs aux besoins et aux exigences de l'activité à l'entraînement comme en match. La méthode la plus adaptées et la plus avantageuse pour quantifier l'intensité des efforts au cours des jeux réduits, en raison de l'étroite relation entre la FC et la $VO_2^{\max}$, bien que celle-ci semble parfois sous-estimer l'intensité des exercices qui ont une durée courte. En effet, ces éléments physiologiques qui caractérisent l'activité des joueurs au cours des différents protocoles de jeux-réduits, sont des données prédictives de la dépense énergétique réelle individuelle et collective des joueurs. Ils peuvent donc permettre à l'entraîneur de modéliser ses séances en fonction de l'organisation de ses charges d'entraînement dans ses différents cycles dans cette optique, il a été démontré que les jeux réduits sont des exercices d'entraînement à 98 % aérobies et à 2 % anaérobies selon Bangsbo, J., (1994). Cela dit, l'intensité moyenne de l'effort fourni par un joueur durant un jeu réduit, est mesurée approximativement à un niveau proche du seuil anaérobie les sprints de haute intensité, les tacles, les sauts, les changements de direction, qui sont dépendants du système anaérobie, font appel au système aérobie pour des fins de récupération. Dans notre recherche l'impact de jeu réduit en football sur le métabolisme aérobie des joueurs de championnat national de première division nous a permis de choisir des méthodes d'entraînement qui permettent un meilleur contrôle de la charge de travail entre les joueurs d'une même équipe, et permettent d'anticiper sur les performances des joueurs en match ou sur leur récupération. Il serait également intéressant de faire une étude similaire sur l'estimation subjective de l'effort afin de constater les corrélations entre le CR10 et les différentes variables physiques et physiologiques.

Les mots clés : Jeux Réduits , Le Métabolisme Aérobie ;
les Joueurs De Football Championnat Nationale D1

Abstract :

The design of coaches, the way they consider football is a real source of great energy expenditure. According to Vahid Halilhodžić, (2007), we must increase the workload in training if we want to hold an intense match on the whole season as noted by Puel C., (2009). Indeed, modern football requires players to be confirmed athletes, who must, from their intrinsic potentialities, respond to the imperatives to the needs and requirements of the activity in training.

The most appropriate and cost-effective method for quantifying the intensity of efforts during reduced games, due to the close relationship between CF and $VO_2^{\max}$, although this sometimes seems to underestimate the intensity of exercises that have a shorter duration

Indeed, these physiological elements which characterize the activity of the players during the different game-reduced protocols, are predictive data of the real energy expenditure individual and collective of the players. They can therefore allow the coach to model his sessions according to the organization of his charges. In this context, it has been demonstrated that the reduced games are 98% aerobic and 2% anaerobic training exercises according to Bangsbo, J., (1994). That said, the average intensity of the effort a player provides during a reduced game is measured at a level close to the anaerobic threshold, high intensity sprints, tackles, jumps, changes in direction, which are anaerobic dependent, use the aerobic system for recovery purposes. In our research reduced soccer game impact on the aerobic metabolism of first division national league players allowed us to choose training methods that allow better control of the workload between players of the same team, and allow to anticipate the performance of players in match or on their recovery. It would also be interesting to make a similar study on the subjective estimation of the effort in order to note the correlations between the CR10 and the different physical and physiological variables.

Keywords: Games Reduced, Aerobic Metabolism, Players of Football Championship.

Introduction :

Le football a beaucoup évolué ces dernières décennies selon Houiller G., (2007), tant en ce qui concerne les paramètres de la performance comme le relèvent Bangsbo, J., et al, (2001), que le jeu des équipes selon Di Salvo, et al, (2007). Cette transformation de l'activité physique, physiologique et biomécanique des joueurs en compétition, ainsi que des exigences des qualités technico-tactiques, des stratégies de jeu, et de la gestion du stress psychologique, a eu des incidences fondamentales sur les activités d'entraînement, la préparation physique et la formation du footballeur. On peut ainsi penser que les outils et méthodes d'entraînement, sont adaptés au développement du football, afin de répondre aux attentes des entraîneurs, des joueurs eux-mêmes et des spectateurs.

Parmi les différentes outils qui permettent de développer l'endurance, les entraîneurs utilisent soit des méthodes issues de l'athlétisme (courses intermittentes, pliométrie, musculation, électrostimulation, ...), soit différentes formes de jeux réduits. (Monkam

Tchokonté et al, 2010 in press) relèvent que de plus en plus de techniciens du football (86%), choisissent d'utiliser les jeux réduits (4c4 : 24%; 6c6 : 19%; 2c2 : 16%), comme alternative efficace et objective au développement des qualités de performance et au jeu.

Les caractéristiques du jeu réduit (temps, durée, intensité), le type de fatigue qu'il procure (sources d'énergie, SNC, NM, etc.),

les caractéristiques individuelles des joueurs (typologie musculaire, niveau d'entraînement, poste sur le terrain en match), le niveau fonctionnel préalable du joueur (sur-entraînement, sous-entraînement, forme), le niveau nutritionnel du joueur (sources d'énergie ...), sont autant d'éléments à prendre en compte dans le choix du type et de la quantité du jeu, en tenant également compte du fait que, les délais de récupération aux jeux réduits sont différents en fonction du type de séance,

Le but principal de ce travail a été de mesurer et de comparer au cours de différent jeux réduits (2C2 ; 4C4 ; 6C6) les effets des caractéristiques de chaque jeu sur l'activité aérobie maximale des joueurs (FC max). En clair, nous avons évalué les effets de la variation de la «dimension du terrain de jeu » et de la « durée du jeu » caractérisant chaque protocole de jeu réduit sur l'activité cardiaque maximale des joueurs

Les participants à l'étude : Dix-huit joueurs de haut-niveau, et volant dans le championnat de football algérien, ont participé entièrement à cette étude. Ces joueurs, à qui nous avons présenté au départ les objectifs et les procédures expérimentales du projet, ont volontairement donné leur contentement pour participer à l'étude. Ce sont tous des joueurs en bonne santé, n'ayant pas eu de blessure grave ayant provoqué une immobilisation de plus de quatre mois, dans les deux années précédant l'expérimentation.

Ce sont également des footballeurs qui ont environ 5 à 6 séances

d'entraînement hebdomadaire, avec éventuellement un match le week-end pendant toute la saison sportive. C'est l'un des principaux critères sur lequel nous nous sommes appuyés pour les recruter. C'est également un choix pour préserver l'homogénéité du groupe expérimental. Nous avons exclu de l'étude les gardiens de but, du fait que leur VMA est généralement inférieure à celle des joueurs de champs comme le préconise Bangsbø J., et al, (1994), et également à des fins de préserver une homogénéité des compétences techniques et tactiques. Il en est de même des joueurs de champs qui ont eu une VMA inférieure à 16km/h pendant les tests d'endurance. En effet, ce niveau de VMA correspondrait selon certains auteurs comme Ekblom, (1986) et Balsom et al, (1994, 1995), à une VMA adaptée pour les footballeurs de haut-niveau. La moyenne se situerait autour de 17,5 km/h selon Cazor G.(2006).

Les caractéristiques des joueurs sont les suivantes :

Tableau 1 : Mesures anthropométriques et physiologiques des 18 footballeurs de haut-niveau de l'étude

Description des procédures expérimentales

Les tests de terrain

Tous les sujets de cette étude ont été pleinement familiarisés avec les différentes procédures expérimentales. Cette familiarisation a consisté en la réalisation d'une séance d'essai au cours de laquelle l'organisation a été évaluée, et des mesures obtenues.

Les joueurs ont réalisé un protocole type des différentes séances expérimentales (VAMEVAL « foot », évaluation de la FC de repos, utilisation des cardiofréquencemètres avec le 6c6, en un seul passage les consignes et les règles étant identiques.

La séance d'essai avait pour objectif de permettre aux joueurs d'avoir de bonnes sensations techniques pendant les différents tests.

	Nom bre	Age (Année s)	(Kg) poids	Taille (Cm)	IM G %	vV O ² (K/h	VO ² m ax (ml.mi n- 1.kg-	F C MAX	FC Rep os)
Moyenn e	18	18.2	73.8	181.7	15.8	17.7	61.7	198.3	58.5
Ecart - TYPE	/	1.4	4.9	3.8	1.5	0.5	2.5	3.5	4.7

Cette séance a donné la possibilité aux examinateurs d'ajuster la fluidité de l'organisation. Ils devaient aussi à l'occasion, régler leurs placements et déplace ; Nous leurs avons fait part des exigences de la rigueur scientifique tout au long

du processus expérimental, et du respect des consignes.

Nous avons au départ standardisé l'ensemble des conditions de réalisation des différents protocoles de jeux réduits. Nous étions aussi très attentif à la situation de chaque joueur (fatigue, maladie, manque de motivation, ...), et étions prêt à reporter une séance si le besoin s'en faisait sentir.

Caractéristiques générales des jeux réduits utilisés

En ce qui concerne les jeux réduits, la séance expérimentale consistait à des jeux match de 2 contre 2, 4 contre 4, 6 contre 6, effectués successivement en 6x2'30, 4x4', 2x15' sur des surfaces respectives de 20x20m², 30x25m², 60x40m². Chaque match était constitué de deux ou plusieurs séquences, entrecoupées de récupérations passives de 2'30, 3' et 4'. Ce sont des durées et des dimensions respectant les normes généralement utilisées par les entraîneurs sur le terrain ou par des chercheurs dans des études scientifiques.

Toutefois, chaque jeu a été augmenté et diminué de 25% tant en ce qui concerne les dimensions du terrain que de la durée du jeu. Ce qui fait que chaque jeu réduit va être utilisé en faisant varier 3 fois le temps de jeu sur une même surface, et 3 fois la surface de jeu sur un

même temps de jeu, pour un total de 27 séances.

Le tableau 2 ci-après présente les caractéristiques des trois jeux réduits de l'étude.

Type du jeu	Dimension du terrain de jeu (DTJ)			Durée du jeu (DJ)			Récupération passage	Récupération exercice
2 c 2	DTJ - 25%	DTJ	DTJ +25%	DJ - 25%	DJ	DJ +25%	2'30'' passive	10' passive
	15 x 15 m	20 x 20 m ²	25 x 25 m ²	6 x 1'52,5''	6 x 2'30''	6 x 3'7,5''		
4 c 4	DTJ - 25%	DTJ	DTJ +25%	DJ - 25%	DJ	DJ +25%	3' passive	10' passive
	22,25 x 18,75 m ²	30 x 25 m ²	37,5 x 31,25 m	4 x 3'	4 x 4	4 x 5'		
6 c 6	DTJ - 25%	DTJ	DTJ +25%	DJ - 25%	DJ	DJ +25%	4' passive	10' passive
	45 x 30 m ²	60 x 40 m ²	75 x 50 m ²	2 x 11'15''	2 x 15'	2 x 18'45''		

Tableau 2: Différentes variables indépendantes de l'étude

Les règles et les consignes sont les mêmes pour tous les jeux, c'est-à-dire un jeu de conservation de balle avec un engagement total de la part de chaque joueur. Il n'y a pas eu de dispositif tactique particulier pour les différentes formations, ni de choix par rapport au poste occupé sur le terrain en match.

Nous avons choisi de faire un jeu de conservation de balle, qui représente le « football total », fondé sur la possession de la balle, les séquences d'enchaînement des actions de base parmi lesquelles on trouve les duels, les passes, les contrôles, ...

Un grand nombre de ballons de football ont été placés autour du périmètre de chaque emplacement, à environ 5 m d'intervalle afin d'assurer un redémarrage rapide

du jeu.

Présentation des résultats statistiques

Nous avons analysé nos différents résultats en fonction des paramètres « durée du jeu » (DJ), « dimension du terrain de jeu » (DTJ) ainsi que de l'interaction entre ces deux facteurs (DJ x DTJ) pour chaque type de jeu réduit. Nous les avons présentés sous forme de

moyennes, d'écart-type et de coefficient de variation entre les joueurs pour chaque groupe d'appartenance. Les groupes étaient définies en fonction de la DJ [DJ- 25%(s); DJ(s) ; DJ+25%(s)] et de la DTJ [DTJ - 25% (m²) ; DTJ (m²) ; DTJ (m²)].

Nos résultats statistiques généraux se présentent comme suit :

En ce qui concerne les jeux en 2C2

Résultats des statistiques descriptives

Le tableau 3 ci-après présente les valeurs moyennes des FC max des joueurs au cours du 2C2. L'écart-type et le coefficient de variation viennent préciser les données.

DJ(s)	DJ- 25%(s)			2 c 2 DJ (s)			DJ+ 25%(s)		
	DTJ - 25%	DTJ	DTJ +25 %	DTJ - 25%	DTJ	DTJ +25 %	DTJ - 25%	DTJ	DTJ +25 %
mo/ fc ma x	194,8	195,3	194,4	194,3	193,2	193,9	194,3	192,8	193,8
Écart-Type	3,2	2,7	4,1	4,1	4,3	4,2	4,1	4,7	4,5
Coefficient de Variation	1,7	1,4	2,1	2,1	2,2	2,1	2,1	2,5	2,3

Tableau 3 : Comparaison des moyennes des FC max en fonction de la DJ et de la DTJ au cours du 2C2

L'analyse statistique descriptive des valeurs moyennes de la FC max au cours du 2C2 semble montrer qu'il n'y a pas de différence significative entre les joueurs dans les différents groupes d'appartenance (DJ, DTJ) sur les activités aérobies maximales à l'effort. Aussi, le coefficient de variation oscille entre [1,4 ; 2,5].

Résultats statistiques analytiques

En prenant compte du fait que tous les joueurs de cette étude repartis dans les différents types de jeux réduits à 2C2 ont entièrement participé à toutes les expérimentations, que les vérifications à partir du test de Shapiro-Wilk ont montré la normalité de la distribution des sujets dans les groupes et l'homogénéité des variances, les données statistiques relevées peuvent nous permettre de connaître la nature du test à utiliser pour comparer les groupes d'appartenance.

Ainsi, les différentes variables feront l'objet d'une analyse à partir de

l'ANOVA à 2 facteurs. Il nous permettra d'analyser les différences entre les moyennes des résultats relevés chez les joueurs dans les différents groupes et de faire des comparaisons. Le degré de significativité sera représenté par : * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$; ° = tendance

Résultats généraux de l'analyse des variances avec mesures répétées

Ainsi, en fonction des résultats de la FC max relevés chez chaque joueur dans chaque protocole de jeu réduit à 2C2, la comparaison des variances est présentée dans le tableau 4

2C2		
Variables	P : p de significativité	
Dimension du Terrain de Jeu	0,863	**
Durée du Jeu	0,000	***
Interaction Dimension/Durée	0,069	°

Tableau 4 : Analyse générale des variances en fonction de la FC max au cours du 2C2

Commentaires

L'analyse des variances relève un effet significatif de la durée du jeu sur la FC max induites par l'activité des joueurs au cours du 2C2 ($p < 0.001$), ainsi qu'une tendance des effets de l'interaction (DJ x DTJ) de ces deux facteurs ($P = 0.069$). Aucune autre variable ne présente de différences significatives entre tous les groupes ($p > 0.05$). Ce qui montre bien que la variable rejette l'hypothèse de normalité au niveau des distributions avec $p > 0.05$. L'analyse post-hoc permettra de préciser ces différences entre les groupes d'appartenance en ce qui concerne la DJ.

Influences de la Dimensions du Terrain de Jeu (DTJ) sur la FC Max

Commentaires

L'analyse statistique comparative des valeurs moyennes de la FC max dans chaque protocole de jeu réduit à 2C2, quel que soit la DJ, indique une absence d'influence significative ($p > 0.05$) de la variable DTJ sur les activités aérobies maximales des joueurs à l'effort.

En effet, nous remarquons que la FC max ne varie pas de façon significative ($p > 0.05$) en fonction de l'augmentation de la DTJ au cours du 2C2. Aussi, le coefficient de variation varie entre [1,5; 3,2].

Ceci fait qu'en agissant sur la DTJ, l'entraîneur ne pourra pas influencer fondamentalement la variation de la FC max des joueurs au cours du 2C2 en fonction de ses objectifs d'entraînement et de compétition.

Influence de la Durée du Jeu (DJ) sur la FC Max

L'analyse statistique comparative des valeurs moyennes de la FC max dans chaque protocole de jeu réduit à 2C2 et quel que soit la DTJ, indique une influence significative ($p < 0.001$) de cette variable (DJ), sur les activités aérobies maximales des joueurs à l'effort.

En effet, la FC max augmente en fonction de l'augmentation de la DJ (Figure : 73). Le coefficient de variation varie entre [1,5 ; 2,8]. L'analyse Post hoc indique qu'il y a un effet autant significatif dans le groupe DJ ($p < 0.01$) que dans le groupe DJ + 25% ($p < 0.01$).

Influences de l'interaction DTJ x DJ sur la FC Max

L'analyse statistique comparative des valeurs moyennes de la FC max mesurées en fonction des différents temps de jeu normalisés (DJ-25%, DJ, DJ+25%) et des différentes dimension du terrain de jeu normalisés (DTJ-25%, DTJ, DTJ+25%) dans le 2C2, indique une tendance à une influence ($p = 0,069 < 0.10$) del'interaction de ces variables (DTJ x DJ) sur l'activité aérobie maximale des joueurs à l'effort.

En agissant sur les facteurs DTJ et DJ, l'entraîneur relèvera une tendance à unevariation de l'activité cardiaque maximale des joueurs en fonction de ses objectifs d'entraînement et de compétition

En ce qui concerne les jeux en 4C4

Résultats des statistiques descriptives

Le tableau 5 ci-après présente les valeurs moyennes des FC max des joueurs de football au cours du 4C4. L'écart-type et le coefficient de variation viennent préciser les données.

				4 C 4					
DJ(s)	DJ- 25%(s)			DJ (s)			DJ+ 25%(s)		
DTJ(m²)	DTJ - 25%	DTJ	DTJ +25%	DTJ - 25%	DTJ	DTJ +25 %	DTJ - 25%	DTJ	DTJ +25%
m / f	191,1	190,2	190,1	190,6	191,7	190,8	190,2	191,1	191,1
Écart-Type	4,7	6,0	6,7	4,9	4,9	4,8	4,6	4,3	5,3
Coefficient de Variation	2,5	3,2	3,5	2,6	2,6	2,5	2,4	2,2	2,8

Tableau 5 : Comparaison des moyennes des FC max en fonction de DJ et de la DT au cours du 4C4

Commentaires

L'analyse statistique descriptive des valeurs moyennes de la FC max induite par l'activité des joueurs au cours du 4C4 semble montrer qu'il n'y a pas d'effet significatif dans les différents groupes de valeur des variables DJ et DTJ sur les activités aérobies maximales

des joueurs à l'effort. Aussi, le coefficient de variation qui varie entre [2,2 ; 3,5].

Résultats statistiques analytiques

En prenant compte du fait que tous les joueurs de cette étude repartis dans les différents types de jeux réduits à 4C4 ont entièrement participé à toutes les expérimentations, que les vérifications à partir du test de Shapiro-Wilk ont montré la normalité de la distribution des sujets dans les groupes et l'homogénéité des variances, les données statistiques relevées peuvent nous

permettent de connaître la nature du test à utiliser pour comparer les groupes d'appartenance.

Ainsi, les différentes variables feront l'objet d'une analyse à partir de l'ANOVA à 2 facteurs. Il nous permettra d'analyser les différences entre les moyennes des résultats relevés chez les joueurs dans les différents groupes et de faire des comparaisons. Le degré de significativité sera représenté par : * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$; ° = tendance.

Résultats généraux de l'analyse des variances avec mesures répétées

Ainsi, en fonction des résultats de la FC max relevés pour chaque joueur dans chaque protocole de jeu réduit à 4C4, les résultats de l'analyse des variances sont présentés dans le tableau 6ci-après :

4c4		
Variables	P : p de significativité	
Dimension du Terrain de Jeu	0,873488	**
Durée du Jeu	0,867155	***
Interaction Dimension/Durée	0,709737	

Tableau 6 : Analyse générale des variances en fonction de la FC max au cours du 4C4

Commentaires

Les résultats d'analyse des variances sont présentés dans le tableau 6. L'analyse à partir de l'ANOVA à 2 facteurs révèle qu'il n'y a pas d'effet significatif de l'interaction des variables DJ x DTJ sur les variations de la FC max induites par l'activité des joueurs au cours

du 4C4. Aussi, ces résultats montrent qu'il n'y a pas d'effet significatif des variables DJ et DTJ sur l'activité aérobie maximale des joueurs au cours du 4c4. En effet, la FC max n'est pas significativement différente ($p > 0.5$) entre les joueurs au cours du 4C4 en fonction de la « Durée du jeu », de la « Dimension du terrain de jeu » et de l'interaction DTJ x DJ. Ce qui montre bien que les variables DTJ, DJ et l'interaction des variables DTJ x DJ rejettent

l'hypothèse de normalité au niveau des distributions avec $p > 0.05$.

Influences de la Dimensions du Terrain de Jeu (DTJ) sur la FC Max

Commentaires

L'analyse statistique comparative des valeurs moyennes de la FC max dans chaque protocole de jeu réduit à 4C4 quel que soit la DJ, indique une absence d'influence significative ($p > 0.05$) de la variable DTJ sur les activités aérobies maximales des joueurs à l'effort.

En effet, nous remarquons que la FC max ne varie pas de façon significative ($p > 0.05$) en fonction de l'augmentation de la DTJ au cours du 4C4. Aussi, le coefficient de variation varie entre [2,2 ; 3,5].

Ceci fait qu'en agissant sur la DTJ, l'entraîneur ne pourra pas

influencer fondamentalement la variation de la FC max des joueurs au cours du 4C4 quels que soient ses objectifs d'entraînement et de compétition.

Influence de la Durée du Jeu (DJ) sur la FC Max

Commentaires

L'analyse statistique comparative des valeurs moyennes de la FC max dans chaque protocole de jeu réduit à 4C4 quel que soit la DTJ, indique une absence d'influence significative ($p>0.05$) de la variable DJ sur les activités aérobies maximales des joueurs à

l'effort.

En effet, nous remarquons que la FC max ne varie pas de façon significative ($p>0.05$) en fonction de l'augmentation de la DJ au cours du 4C4. Aussi, le coefficient de variation varie entre [2,2 ; 3,5].

Ceci fait qu'en agissant sur la DJ, l'entraîneur ne pourra pas influencer fondamentalement la variation de la FC max de ses joueurs au cours du 4C4 quels que soient ses objectifs d'entraînement et de compétition.

Influences de l'interaction DTJ x DJ sur la FC Max

L'analyse statistique comparative des valeurs moyennes de la FC max mesurées en fonction des différents temps de jeu normalisés (DJ-25%, DJ, DJ+25%) et des différentes dimension du terrain de jeu normalisés (DTJ-25%, DTJ, DTJ+25%) au cours du 4C4, indique une absence de différences significative ($p>0,05$) de l'interaction des variables DTJ x DJ sur l'activité aérobie maximale des joueurs à l'effort. En effet, nous remarquons que la FC max

ne varie pas de façon significative ($p>0.05$) en fonction de l'interaction des variables DTJ x DJ au cours du 4C4.

Ce qui fait qu'en agissant en même temps sur les facteurs DTJ et DJ, l'entraîneur ne pourra pas influencer fondamentalement la variation de la FC max de ses joueurs au cours du 4C4 quels que soient ses objectifs d'entraînement et de compétition En ce qui concerne les jeux en 6C6 Résultats des statistiques descriptives

Le tableau 7 ci-après présente les valeurs moyennes des FC max des joueurs de football au cours des différents jeux réduits à 6C6. L'écart-type et le coefficient de variation viennent préciser les données recueillies.

	6c6								
DJ(s)	DJ- 25%(s)			DJ (s)			DJ+ 25%(s)		
DTJ(m ²)	DTJ - 25%	DTJ	DTJ +25%	DTJ - 25%	DTJ	DTJ +25%	DTJ - 25%	DTJ	DTJ +25%
Ms FC max	182,9	184,8	184,3	184,4	186,7	187,3	185,1	184,4	184,0
Écart-Type	5,8	5,4	4,3	5,3	3,6	4,3	5,0	4,4	4,0
Coefficient de Variation	3,2	2,9	2,3	2,9	1,9	2,3	2,7	2,4	2,2

Tableau 7 : Comparaison des valeurs moyennes des FC max en fonction de la DT et de la DT au cours des jeux réduits à 6C6

L'analyse statistique descriptive des valeurs moyennes de la FC max au cours du 6C6 semble montrer qu'il n'y a pas de différence significative au niveau de l'activité aérobie maximale entre les joueurs dans les différents groupes de valeur des variables DJ et DTJ. Aussi, le coefficient de variation qui se situe entre [1,9 ; 3,2].

Ce qui semble indiquer qu'en agissant sur chacun des 2 facteurs, l'entraîneur ne pourra pas relever une variation quantitative de la FC max des joueurs à la fin de l'exercice, quels que soient ses objectifs d'entraînement et de compétition.

Résultats statistiques analytiques

En prenant compte du fait que tous les joueurs de cette étude repartis dans les différents types de jeux réduits à 6C6 ont entièrement participé à toutes les expérimentations, que les vérifications à partir du test de Shapiro-Wilk ont montré la normalité de la distribution des sujets dans les groupes et l'homogénéité des variances, les données statistiques relevées peuvent nous permettre de connaître la nature du test à utiliser pour comparer les groupes d'appartenance.

Ainsi, les différentes variables feront l'objet d'une analyse à partir de l'ANOVA à 2 facteurs. Il nous permettra d'analyser les différences entre les moyennes des résultats relevés chez les joueurs dans les différents groupes et de faire des comparaisons. Le degré de significativité sera représenté par : * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$; ° = tendance.

Résultats généraux de l'analyse des variances avec mesures répétées

Ainsi, en fonction de la FC max, la comparaison des variances est présentée dans le Tableau 8

6c6		
Variables	P : p de significativité	
Dimension du Terrain de Jeu	0,238	**
Durée du Jeu	0,145	***
Interaction Dimension/Durée	0,103	

Tableau 8 : Analyse générale des variances en fonction de la FC max au cours du 6C6

L'analyse à partir de l'ANOVA à 2 facteurs révèle qu'il n'y a pas d'effet significatif de l'interaction des variables DJ x DTJ sur les variations de la FC max induites par l'activité des joueurs au cours du 6C6. De même, l'analyse Post hoc indique qu'il n'y a pas d'effet

significatif des variables DJ et DTJ sur l'activité aérobie maximale des joueurs au cours du 6C6. En effet, la FC max n'est pas significativement différente ($p > 0.5$) entre les joueurs au cours du 6C6 en fonction de la « Durée du jeu », de la « Dimension du terrain de jeu » et de l'interaction DTJ x DJ. Ce qui montre bien que les variables DTJ, DJ et l'interaction des variables DTJ x DJ rejettent l'hypothèse de normalité au niveau des distributions avec $p > 0.05$.

Influences de la Dimensions du Terrain de Jeu (DTJ) sur la FC Max :

L'analyse statistique comparative des valeurs moyennes de la FC max dans chaque protocole de jeu réduit à 6C6, quel que soit la DJ, indique une absence d'influence significative ($p>0.05$) de la variable DTJ sur les activités aérobies maximales des joueurs à l'effort.

En effet, nous remarquons que la FC max ne varie pas de façon significative ($p>0.05$) en fonction de l'augmentation de la DTJ au cours du 6C6. Aussi, le coefficient de variation varie entre [1,9; 3,2]. **Ceci fait qu'en agissant sur la DTJ,** l'entraîneur ne pourra pas influencer la variation de la FC max des joueurs au cours du 6C6 en fonction de ses objectifs d'entraînement et de compétition.

Influence de la Durée du Jeu (DJ) sur la FC Max

L'analyse statistique comparative des valeurs moyennes de la FC max dans chaque protocole de jeu réduit à 6C6, quel que soit la DTJ, indique une absence d'influence significative ($p>0.05$) de la variable DJ sur les activités aérobies maximales des joueurs à l'effort.

En effet, nous remarquons que la FC max ne varie pas de façon significative ($p>0.05$) en fonction de l'augmentation de la DJ au cours du 6C6. Aussi, le coefficient de variation varie entre [2,4; 3,6].

Ceci fait qu'en agissant sur la DJ, l'entraîneur ne pourra pas influencer la variation de la FC max des joueurs au cours du 6C6 en fonction de ses objectifs d'entraînement et de compétition.

Influences de l'interaction DTJ x DJ sur la FC Max

L'analyse statistique comparative des valeurs moyennes de la FC max mesurées en fonction des différents temps de jeu normalisés (DJ-25%, DJ, DJ+25%) et des différentes dimension du terrain de jeu normalisés (DTJ-25%, DTJ, DTJ+25%) dans chaque protocole de jeu réduit à 6C6, indique une absence de différences significative ($p>0,05$) de l'interaction des variables DTJ et DJ sur l'activité aérobie maximale des joueurs à l'effort. En effet, nous

remarquons que la FC max ne varie pas de façon significative ($p>0.05$) en fonction de l'interaction des variables DTJ et DJ au cours du 6C6

Ce qui fait qu'en agissant en même temps sur les facteurs DTJ et DJ, l'entraîneur ne pourra pas influencer fondamentalement la variation de la FC max de ses joueurs au cours du 6C6 quels que soient ses objectifs d'entraînement et de compétition.

Discussion des résultats

Le but principal de ce travail a été de mesurer et de comparer l'impact de trois protocoles de jeux réduits (2c2, 4c4, 6c6), sur les variabilités de la FC max relevées chez les joueurs au cours de l'activité. Nous avons également montré les effets de la variation de la « durée du jeu » et de la « dimension du

terrain de jeu » sur ce facteur.

L'une des principales conclusions de cette étude était que la variation de la « durée du jeu » et de la « dimension du terrain de jeu » n'avaient pas une influence significative ($p > 0.05$) sur le métabolisme aérobie maximal à l'effort.

Il faut rappeler que l'utilisation de la variabilité de la fréquence cardiaque dans la pratique de l'entraînement est largement répandue dans la communauté sportive (Hedelin R et al, 2000). Plusieurs applications sont possibles tant il est vrai qu'elle permet de quantifier l'intensité de l'entraînement, de détecter le surentraînement, d'estimer la dépense énergétique et de prédire la consommation maximale d'oxygène ($VO_2\text{max}$) (Leicht A.S., Allen G.D., Hoey A.J., 2003).

Sur le plan global, nous avons montré que les jeux réduits peuvent permettre de solliciter de manière significative ($p < 0,001$) le métabolisme aérobie des joueurs, comme l'ont démontré dans différentes études Owen et al, (2004), Hoff et al, (2002), Jones et Drust, (2007), Mallo et Navarro, (2008), Bangsbö, (2008), Katis A. et Kellis E., (2009), D. Kelly, B. Drust, (2009).

En effet, l'analyse de l'activité cardiovasculaire mesurée à partir de la FC max des joueurs dans les différents protocoles de jeux réduits, indique clairement une importante sollicitation cardiaque. **Ces données sont d'autant** plus valides que la durée du jeu dans chaque protocole, est suffisamment importante pour permettre la mise en route des mécanismes aérobie, qui sont de 4 à 6 mn d'effort selon Billat et al, (1998).

Aussi, ces résultats indiquent également que les jeux réduits sont des efforts de types intermittents, avec des accélérations et des décélérations, des blocages, des reprises d'élan et des changements de directions, qui provoquent des « pics » de FC parfois très importants selon Bangsbö, (J., 2008) ; Dellal et al, (2008).

Sur le plan pratique, plusieurs entraîneurs utilisent la méthode de mesure de la FC afin de démontrer les bienfaits de leur programme d'entraînement. La justification de ce choix est faite par la relation $FC - VO_2\text{max}$, qui permet de mesurer indirectement la dépense énergétique du joueur selon Hoff et al, (2006), et Esposito et al, (2004).

Il faut préciser que le jeu réduit est principalement un exercice de type aérobie. Il est démontré que plus la $VO_2\text{max}$ est grande, plus le joueur est performant dans l'activité en match selon Hoff, J., et al, (2002), Helgerud, J., et al, (2001).

Aussi, il a été observé que les équipes au haut du tableau ont une moyenne de $VO_2\text{max}$ nettement supérieure à celle des équipes au bas du classement selon Stolen et al, (2005). Ce qui fait que les joueurs seront plus performants dans l'exercice en fonction de la qualité de la consommation d'oxygène organique.

Évidemment, les demandes énergétiques sont reliées directement à la position structurelle des joueurs sur le terrain en match selon Dellal et al, (2008). En effet, une étude de Wisloff, Helgerud et Hoff, (1998) démontre clairement la différence entre la capacité maximale d'oxygène consommé et le poste du joueur sur le terrain en match.

Il faut également rappeler que les jeux réduits se caractérisent par une multitude d'actions de courtes durées à intensités élevées. Lorsque ces efforts ne nécessitent pas d'oxygène, on parle de métabolisme anaérobie. Ainsi, durant les jeux réduits, l'adénosine triphosphate est resynthétisée majoritairement par le métabolisme anaérobie à 90 % et

seulement à 10 % d'aérobie selon Glaister, (2005) ; Stolen et al, (2005). L'habileté du joueur à effectuer plusieurs de ces types d'efforts, dépend donc essentiellement du taux d'oxygène disponible, de l'habileté à réguler des ions d'hydrogène, de la durée du mouvement, de la durée de la récupération et de la concentration de glycogène dans les muscles selon Dupont, Blondel et Berthoin, (2003), Dupont, G., et al., (2005), Krstrup et al., (2006).

Ce qui nous amène à dire que la contribution du métabolisme aérobie au cours des jeux réduits, malgré sa faible représentation dans une accélération de courte durée, est relativement plus grande lors de plusieurs sprints répétitifs comme l'ont relevé Spencer et al, (2005) et peut fondamentalement influencer la capacité du joueur à résister à la perte d'explosivité dans les actions pendant le jeu.

Ces types d'efforts ont été mis en évidence dans différentes études par Gregor et al, (1999) et pourrait en conséquence constituer un stimulus d'entraînement aérobie spécifique en football selon Mallo et Navarro, (2008).

Sur le plan de la pratique de l'entraînement, Hoff et al, (2002) montrent qu'un entraînement spécifique en 5c5, permet d'approcher des valeurs de FC équivalentes à celles obtenues lors d'exercices intermittents de courte durée.

De même, selon Dellal et al, (2008), certains jeux réduits, notamment les 2c2 et les 6c6 avec gardiens, permettraient d'atteindre un niveau de FC et de FCr équivalent à ceux obtenus au cours d'exercices intermittents de courtes durées.

Balsom (Polar), trouvait des résultats similaires en comparant le 3c3 effectué sur 33x22m², et le 30/30 à 100% de la vVO₂max. Sur le plan physiologique, ces différentes actions explosives sont selon Mendez-Villanueva et al, (2010) à l'origine de l'importante utilisation des PCr au niveau musculaire et de la dépense énergétique des joueurs à l'effort.

Nous avons également montré que les pourcentages de FC max mobilisés au cours des trois protocoles de jeux réduits expérimentés dans notre étude sont supérieures à 85 %, avec respectivement ($89,7 \pm 3\%$) dans le 2c2, ($88,2 \pm 5\%$) dans le 4c4, et ($85,8 \pm 4\%$) dans le 6c6. Rampinini et al, (2007) constataient des résultats similaires ($84 \pm 5\%$) au cours d'un 6c6 sans encouragement des entraîneurs, et $91 \pm 2\%$ au cours d'un 3c3.

Toutes ces données montrent bien que les jeux réduits permettent de solliciter intensément le métabolisme aérobie des joueurs. Les jeux réduits peuvent alors être utilisés comme stimuli d'entraînement pour le développement de la capacité aérobie des joueurs, en intégrant en même temps les aspects techniques et tactiques comme l'ont déjà démontré KMcMillan, et al, (2005). Il

faut préciser que cette importante contribution du mécanisme

aérobie ne participerait que de façon minoritaire à la contribution énergétique à l'effort, mais est indispensable au bon fonctionnement du mécanisme anaérobie selon Cazorla G., (2008).

Conclusion :

Notre étude a bien démontré que la FC relevée au cours des jeux réduits, est un moyen valide de mesure de l'intensité des efforts au cours des jeux réduits. Kemi et Helgerud, (2002); Esposito et al., (2004) ; (Gamble, 2004) ; Hoff, et al, (2004) ; Lamberts, et al, (2004) ; Impellizzeri, et al, (2004) ; Impellizzeri, et al, (2005) ; Tessitore et al, (2006) ; Little et Williams, (2007) ; Stagno et al, (2007) ; Coutts et al, (2007), Mallo et Navarro, (2008) ont même constatés que la FC est la méthode la plus adaptées et la plus avantageuse pour quantifier l'intensité des efforts au cours des jeux réduits, en raison de l'étroite relation entre la

FC et la VO_2^{max} , bien que celle-ci semble parfois sous-estimer l'intensité des exercices qui ont une durée plus courte Rampinini E, Impellizzeri FM, Castagna C and al., (2007).

L'entraîneur pourra ainsi avoir des données beaucoup plus spécifiques et précises sur chaque protocole de jeu réduit, et faire ses choix en fonction de ses objectifs d'entraînement et/ou de compétition. En effet, ces éléments physiologiques qui caractérisent l'activité des joueurs au cours des différents protocoles de jeux-réduits, sont des données prédictives de la dépense énergétique réelle individuelle et collective des joueurs. Ils peuvent donc permettre à l'entraîneur de modeler ses séances en fonction de l'organisation de ses charges d'entraînement dans ses différents cycles.

Les jeux réduits peuvent donc être utilisés comme des exercices d'entraînement intégrant les aspects techniques et tactiques en même temps que les aspects physiques et physiologiques. Ils produisent des intensités similaires à celles des efforts intermittents court- court comme l'ont relevé Dellal et al, (2008). Toutefois, l'entraîneur devra faire attention dans la périodisation de ses cycles d'entraînement à la variabilité parfois très grande entre les joueurs dans un même jeu et d'un jeu à l'autre.

En effet, une absence d'homogénéité entre les joueurs ne favorise pas le contrôle global de l'activité et impose en conséquence des joueurs comme dans les sports individuels.

Des résultats plus affinés et longitudinaux de cette étude peuvent également permettre aux entraîneurs de choisir des méthodes d'entraînement qui permettent un meilleur contrôle de la charge de travail entre les joueurs d'une même équipe, et permettent à l'entraîneur d'anticiper sur les performances des joueurs en match ou sur leur récupération. Il serait également intéressant de faire une étude similaire sur l'estimation subjective de l'effort (CR10), afin de constater les corrélations entre le CR10 et les différentes variables physiques et physiologiques.

Ainsi, nous avons calculé la FC max de chaque joueur. Les résultats ont été utilisés aux fins d'analyse afin de fournir une indication sur l'état physiologique de stress associé à chaque protocole de jeu réduit. Ce sont toutefois des données qui sont individuelles à chaque joueur, et qui permettent de faire la comparaison d'un même joueur sur les différents jeux réduits selon Wilmore et Costill, (2006). Elle permet également d'estimer la contribution énergétique du métabolisme aérobie tout en tenant compte de la variabilité individuelle de chaque joueur (Karnoven et Vuorimaa, 1988). Par contre, ces mesures ne prennent pas en compte la FC de repos, qui permet de déterminer en partie la condition physique générale du cœur de chaque joueur.

Bibliographie :

- Dellal, A, et coll. (2008) De l'entraînement à la performance en football. Editions DeBoeck, coll. « Sciences et pratiques du sport ».
- Dupont, G., and al., (2004). The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *J Strength Cond Res* 18(3):584-9.
- Esposito F., Impellizzeri F.M., Margonato V., Vanni R., Pizzini G., Veicsteinas A (2004). Validity of heart rate as an indicator of aerobic demand during soccer activities in amateur soccer players. *Eur. J. Appl. Physiol.* 93(1-2): 167-172.
- Helgerud, J., Hoff J., Wisløff, U., (2002). Gender differences in strength and endurance of elite soccer players. In *Science and Football IV* (Eds Spinks, W., -- Reilly, T., Murphy, A. Sydney: Taylor and Francis, 382
- Hoff J, Helgerud J, (2004). Endurance and Strength training for soccer players. *Physiological Considerations. Sports Med.* 34 (3): 165-180
- Hill-Haas S, Coutts A, Rowsell G, Dawson B., (2007). Variability of acute physiological responses and performance profiles of youth soccer players in small-sided games. *J Sci Med Sport.* 5.
- Impellizzeri, F.M., Rampinini, E., et Marcora, S.M., (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 583-592
- Karvonen J, Vuorimaa T., (1988). Heart rate and exercise intensity during sports activities. Practical application. *Sports Med*; 5: 303-11.
- Little, T., and Williams, A.G., (2007). Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 367-371
- Little, T., and Williams, A.G., (2007). Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 367-371
- Mallo, J., Navarro, E., (2008). Physical load imposed on soccer players during small-sided training games. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* 48(2):166-71