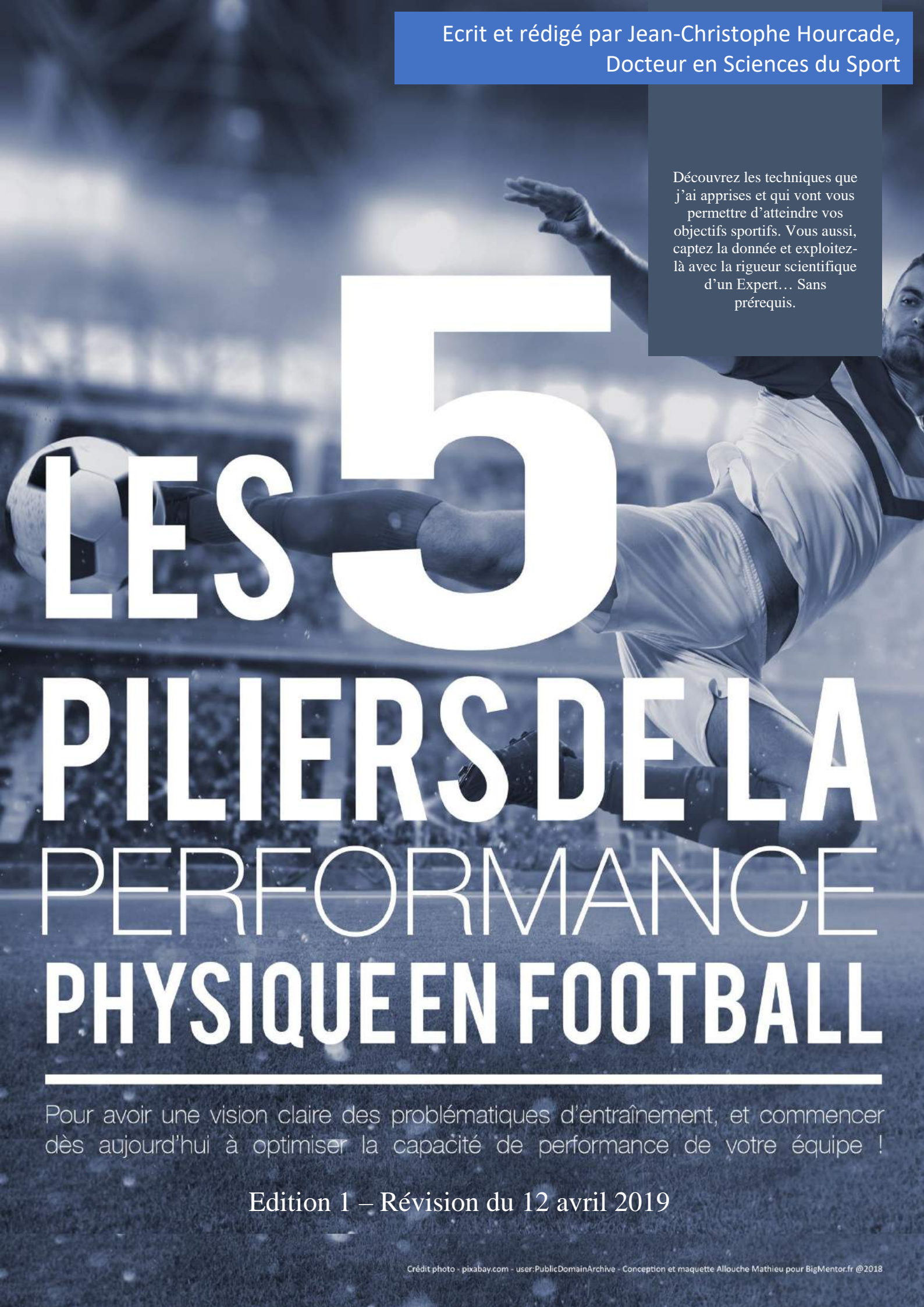


Écrit et rédigé par Jean-Christophe Hourcade,  
Docteur en Sciences du Sport

Découvrez les techniques que j'ai apprises et qui vont vous permettre d'atteindre vos objectifs sportifs. Vous aussi, captez la donnée et exploitez-la avec la rigueur scientifique d'un Expert... Sans prérequis.



# LES 5 PILIERS DE LA PERFORMANCE PHYSIQUE EN FOOTBALL

Pour avoir une vision claire des problématiques d'entraînement, et commencer dès aujourd'hui à optimiser la capacité de performance de votre équipe !

Edition 1 – Révision du 12 avril 2019

Les textes et images qui vont suivre sont protégés dans leur globalité par le droit d'auteur. Il n'est pas autorisé de les copier, de les plagier ou de les vendre. Si vous souhaitez faire l'une des trois actions précitées vous devez convenir d'un accord avec son auteur.

Jean-Christophe Hourcade  
jchourcade@acpasport.com- 06.08.62.99.44

Rejoignez la prochaine MasterClass

# « La Réathlétisation du footballeur »

4 jours pour découvrir les secrets  
d'une phase de réathlétisation réussie !

**Du 9 au 12 juin  
2019 à Bordeaux**



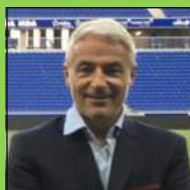
Frédéric Aubert  
Entraîneur National  
Référént Préparation Athlétique FFF



David Barriac  
Entraîneur-adjoint Ligue 1  
Préparateur Physique



Aurélien Quesnel  
Responsable Prépa Physique  
Centre Formation Amiens SC



Thierry Delmeule  
Médecin  
Girondins de Bordeaux



Serge Dubeau  
Médecin (1991-2016)  
Girondins de Bordeaux



Alexandre Renoux & Fabien Bouscarrat  
Kinésithérapeutes  
Girondins de Bordeaux



Nicolas Ardouin  
Ancien gardien professionnel  
Conseiller en nutrition



Julien Todeschini  
Nutritionniste sportif Professionnel  
Préparateur Physique

**A PARTIR DE  
517,50€ TTC**

**Dernières places disponibles sur  
[www.acpasport.com](http://www.acpasport.com)  
ou au 06.08.62.99.44**

**Animée par un  
plateau d'Experts  
réunis pour  
l'occasion !**



# POURQUOI AVOIR TÉLÉCHARGÉ CET EBOOK ?

Si vous avez téléchargé cet eBook, c'est que vous êtes avant tout, comme moi : un passionné de football et d'entraînement.

Vous êtes préparateur physique, entraîneur, éducateur, cadre technique, étudiant ou enseignant en STAPS, abonné au magazine « Vestiaires », avec une envie commune d'apprendre et de progresser.

Notre passion pour le football nous amène depuis des années à concéder de nombreux sacrifices pour atteindre plusieurs objectifs : **S'ÉPANOUIR** personnellement...et **GAGNER** avec notre équipe !

Notre mission ? ...bien préparer physiquement nos joueurs pour qu'ils soient performants la semaine à l'entraînement et tout autant le week-end en compétition !

*« Notre quête vers l'expertise et l'excellence est un sacré challenge ! »*

Se former demande du courage, des efforts financiers, une capacité à se remettre en question, du temps, au dépend parfois de nos vies de famille, et de la patience pour bien assimiler de nouveaux acquis.

Gagner un match de football est difficile, au regard des nombreux facteurs à maîtriser. Au même titre que la technique, la tactique et le mental, **la préparation physique est aujourd'hui un des paramètres incontournables de la performance.**

Mais nous sommes confrontés chaque jour à bien des difficultés : l'assiduité aux entraînements de notre effectif, des installations pas toujours conformes à nos attentes, l'absence d'adjoint, le manque de matériel, des moyens financiers souvent limités, la peine à renouveler notre bibliothèque d'exercices, la difficulté d'évaluer avec précision les charges d'entraînement de nos séances, la quantité toujours croissantes des informations à saisir à l'aide d'outils peu adaptés au football ou de solutions très complexes, onéreuses, reposant sur des fondements scientifiques parfois discutables.

Mais les temps changent, les techniques évoluent...

Comme dans les clubs de haut-niveau, l'entraînement du footballeur est aujourd'hui prescrit en grande majorité sous formes d'exercices intégrés et contextualisés, pour tenter de développer l'ensemble des qualités physiques, au même titre que les exercices analytiques (sans ballon).

Cette nouvelle donne impose de nouvelles compétences pour bien l'appréhender.

Vous ne les maîtrisez pas encore ?

Vous pensez que cette approche méthodologique est réservée à l'élite, aux techniciens de haut niveau ?

Ce n'est pas totalement faux !...

**...MAIS SOYEZ CONFIANT !**

La première bonne nouvelle est qu'avec la passion, l'envie, la motivation, la détermination et la capacité de remise en cause il est possible de faire partie de cette élite !

La seconde, c'est qu'en téléchargeant cet eBook, vous avez fait le premier pas pour rejoindre le cercle fermé de ceux qui veulent savoir et qui gagnent un temps précieux !

La troisième c'est qu'à la fin de cet eBook je vous livre 2 bonus prêts à l'emploi : le lexique du cadre technique-expert et un exemple complet de modélisation d'exercices pour comparer les performances physiques de votre équipe avec des références actuelles !

**Prêt à découvrir les techniques que j'ai apprises afin de vous permettre ensuite d'atteindre vos objectifs sportifs ? Alors sommaire...**

# Sommaire

## **PILIER 1**

AVOIR UNE CONNAISSANCE PRECISE DES EXIGENCES PHYSIQUES DES FOOTBALLEURS EN COMPETITION

## **PILIER 2**

ORGANISER L'ENTRAINEMENT ET LES EXERCICES SPECIFIQUES

## **PILIER 3**

CHOISIR UNE METHODE POUR QUANTIFIER LA CHARGE D'ENTRAINEMENT DES EXERCICES ET DES SEANCES DE FOOTBALL

## **PILIER 4**

APPREHENDER LES EFFETS PHYSIQUES ET PHYSIOLOGIQUES INDUITS PAR LES VARIATIONS DE VOLUME ET D'INTENSITE DES EXERCICES ET DES SEANCES D'ENTRAINEMENT

## **PILIER 5 :**

UTILISER LES OUTILS TECHNOLOGIQUES POUR ANALYSER LES EFFETS DES SEANCES ET OPTIMISER AINSI LES DECISIONS

## **LES 2 BONUS UTILISABLES IMMEDIATEMENT**

LE LEXIQUE DE L'EXPERT

UN EXEMPLE COMPLET DE MODELISATION DE JEUX REDUITS

# Qui A ÉCRIT CET EBOOK ?



Bonjour à tous !

Je m'appelle Jean-Christophe Hourcade, docteur en Sciences du Sport, j'exerce depuis plus de 15 ans des fonctions d'entraîneur-préparateur physique et de consultant au plus haut niveau.

Le football a toujours fait partie de ma vie. Depuis le plus jeune âge, j'ai baigné dans un univers qui m'a conduit à pratiquer, puis entraîner, et surtout, grâce à mon père, à découvrir les secrets d'un club professionnel, celui des Girondins de Bordeaux, pendant la plus belle décennie de son histoire.

N'ayant jamais eu les qualités pour jouer à un bon niveau, j'ai réussi malgré tout, à force de persévérance, à faire de ce sport mon métier. Passionné d'entraînement et de préparation physique depuis mon adolescence, j'ai eu la chance de me former sur le terrain en tant qu'éducateur, dès l'âge de quinze ans. Dix-huit saisons dans le milieu amateur à essayer de trouver des solutions aux nombreuses problématiques de terrain que je découvrais.

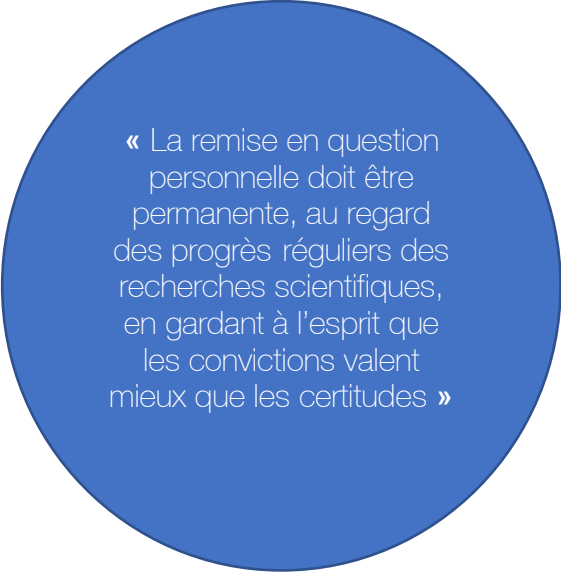
A travers mon cursus universitaire, j'ai eu la chance de faire de belles rencontres. Celle avec Monsieur Cazorla, mon père spirituel en STAPS aura été décisive, m'ouvrant les portes du haut niveau au début des années 2000. C'est à Georges que je dois un certain sens de l'expertise, cette recherche permanente de l'excellence et la modestie associée que l'on doit avoir face à tout ce que l'on ne sait pas.

Pendant toutes ces années, j'ai occupé des fonctions d'entraîneur puis de préparateur physique dans les championnats de CFA, National, Ligue 2, Ligue 1, humant le parfum de la coupe d'Europe avec l'AS St Etienne en 2005. Ce parcours m'a fait comprendre à chaque instant, que rien n'est jamais acquis. De

par la fragilité des résultats, mais aussi, parce qu'en tant que technicien, nous n'avons pas tous les atouts pour déterminer le sort d'un match. La remise en question personnelle doit être permanente, au regard des progrès réguliers des recherches scientifiques, en gardant à l'esprit que les convictions valent mieux que les certitudes.

C'est dans cet état d'esprit que j'ai décidé de reprendre un cursus universitaire à quarante-six ans, vingt-trois ans après avoir conclu une maîtrise STAPS option « Entraînement et Performance Motrice » dans le Bordelais, ma terre natale. Une année pour l'obtention d'un master II « EOPS » à Lille en 2014, puis le grand saut dans un cursus doctoral de 3 ans, en collaboration avec l'Université de Paris Descartes et la Fédération Française de Football. Si je me sens en tout premier lieu un « homme de terrain », j'ai ressenti comme une nécessité de devoir conceptualiser l'expérience accumulée pendant toutes ces années en clubs professionnels. Prendre de la distance, réactualiser mes connaissances, essayer de mieux comprendre ce qui se passe sur le terrain, tels étaient mes objectifs avant d'envisager de revenir « dans le circuit » encore mieux armé.

Je me suis retrouvé dans la peau d'un alpiniste néophyte au pied de l'Everest. 8848m d'ascension pour tenter de toucher le toit du monde. Malgré ma motivation, je dois avouer ne pas avoir tout à fait mesuré l'ampleur de la tâche. Les moments de doute ont été nombreux, noyé que j'ai été parfois dans mes centaines d'articles scientifiques. Paradoxalement, cette expérience universitaire est certainement la plus belle aventure intellectuelle et expérimentale que j'ai eu la chance de vivre au cours de mon parcours professionnel.



« La remise en question personnelle doit être permanente, au regard des progrès réguliers des recherches scientifiques, en gardant à l'esprit que les convictions valent mieux que les certitudes »



**J'ai décidé aujourd'hui de partager avec vous le fruit de cette expérience scientifique, expérimentale, méthodologique, pour ne pas dire philosophique, grâce à cet eBook. Ce dernier est un résumé simplifié et condensé de mon manuscrit de thèse, avec l'objectif personnel que la lecture de ce document vous sera agréable, sans trop de difficulté de compréhension, au regard de certains aspects scientifiques malgré tout incontournables.**

Je souhaite de tout cœur, en toute humilité, que le partage de mes réflexions vous permettra d'être encore plus efficaces sur le terrain, en vous faisant prendre conscience que ce que l'on propose aux joueurs doit être réfléchi et avoir « du sens », fondé sur des principes méthodologiques et scientifiques solides.

Je tiens également à vous assurer que moi et mon équipe restons à votre disposition pour vous accompagner dans votre quête de connaissance, que ce soit à travers nos formations d'expert, notre logiciel d'optimisation de la performance sportive spécifique au football ou notre matériel pédagogique.

Pour conclure, je dirais que si ce modeste parcours pouvait susciter également chez de jeunes étudiants préparateurs physiques l'envie de s'inscrire dans ce richissime cursus doctoral, je serais comblé.

Bonne lecture à tous et à très bientôt !

Bien sportivement,

Jean-Christophe

# Bienvenue dans un monde de sciences et de conventions !



Parce que cela respecte le cadre académique, les unités de mesure qui vous sont présentées dans cet eBook, sont notées sous leur forme scientifique, comme par exemple “ $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ” au lieu de “ $\text{Km/h}$ ”. Il n'y a pas de différence entre les deux, c'est la même unité. Pour rappel, le fait de diviser une unité par une autre revient à la multiplier par une puissance  $^{-1}$ , et c'est aussi vrai pour tous les nombres :

$$\text{Exemple : } 3/4 = 3/4^1 = 3 \times 4^{-1}$$

Dans ce document, j'ai fait le choix de ne pas mentionner les références bibliographiques. Cependant, il peut arriver que je cite un auteur au sein même d'une phrase. Dans ce cas-là, vous remarquerez la locution latine *et al.*, du pronom-adjectif indéfini *alius* « autre ». Elle est d'usage dans les notices bibliographiques pour les références d'articles ou de livres comportant au moins trois auteurs. On annonce l'auteur principal puis *et al.* au lieu de citer tous les collaborateurs.

Vous trouverez également *i.e.*, emprunt de l'anglais, lui-même du latin *id est*. (« c'est à dire ») et “*n*” (ex :  $n=46$ ), “*n*” correspondant au nombre de l'échantillon étudié.

En ce qui concerne les données statistiques, seuls les moyennes et écarts-types sont présentés, afin de ne pas surcharger le document et rendre ainsi la lecture plus fluide pour les non-initiés. En revanche, pour les plus experts et les plus curieux, vous trouverez, sur demande, toutes ces valeurs dans mes publications scientifiques.



# Introduction

Face aux enjeux sportifs et financiers croissants, les clubs de haut niveau ou ambitieux ont une obligation de résultats. Les défis sont quotidiens pour les staffs techniques, avec pour fil directeur l'équilibre à trouver, entre le développement contrôlé des qualités des joueurs, la réduction maximale du nombre de blessés et le maintien au plus haut niveau possible de la capacité de performance de l'équipe.

L'évaluation de cette capacité, à travers l'analyse des déplacements en compétition, est une des principales thématiques de recherche dans les sports collectifs.

Le football n'échappe pas à la règle avec une littérature scientifique riche depuis plus de quarante ans. L'ensemble de ces travaux a constitué la base de mes recherches et je vous livre ici les points clés à connaître.



Le football se caractérise par des efforts réalisés à différentes intensités qui entraînent un stress physiologique hautement spécifique. Plus le niveau d'exigence est élevé, plus il est nécessaire d'avoir recours à un nombre important de séances hebdomadaires pour y répondre, ce qui pose avec de plus en plus d'acuité, la problématique de la meilleure gestion possible du travail physique. L'alternance des exercices et de la récupération, l'intensité, la durée, ou encore la distribution des situations avec et sans ballon doivent être bien maîtrisées. Outre la technique et la tactique, la préparation physique s'impose comme un des éléments incontournables de l'entraînement.

Il est indéniable de constater que l'entraînement du footballeur a considérablement évolué depuis les années 70. Si le travail physique du footballeur a longtemps été prescrit sous des formes analytiques, les formes d'entraînement intégrées et/ou contextualisés se sont largement développées depuis 20 ans. Cette évolution méthodologique s'inscrit dans une volonté des techniciens de développer les qualités physiques avec autant d'efficacité que les exercices sans ballon, tout en "stimulant" l'intelligence du joueur en situation.

L'évolution des différentes formes d'exercices dans les séances n'est pas sans incidence sur le contrôle de leurs charges d'entraînement (CE) respectives. Définies comme la combinaison des paramètres Volume, Intensité et Fréquence, les CE doivent être contrôlées et ajustées en permanence.

Cela pourrait contribuer à optimiser les différentes adaptations physiologiques recherchées, tout en réduisant les risques potentiels de blessures.

**« Définies comme la combinaison des paramètres Volume, Intensité et Fréquence, les CE doivent être contrôlées et ajustées en permanence »**

Pour quantifier les CE, l'entraîneur doit s'appuyer sur des outils de mesure précis. Si les CE prévisionnelles des exercices analytiques sont relativement faciles à appréhender, cela est en revanche plus difficile pour certains exercices avec ballon, notamment les jeux à effectifs réduits et les exercices à puissance maximale, qui constituent aujourd'hui une partie non négligeable des programmes d'entraînement des footballeurs.



Le contrôle de la charge s'effectue dans la plupart des cas a posteriori, sauf dans de rares cas d'enregistrement des données GPS (Global Positioning System) en temps réel, qui ne concernent qu'une minorité des équipes de l'élite. Si les objectifs physiques sont définis avant les séances, l'engagement moteur et mental des joueurs est plus aléatoire et dépend d'une multitude de facteurs : état des terrains, surface de jeu, l'animation des exercices par le staff, l'humeur individuelle des joueurs...

L'évaluation précise des exercices spécifiques au football se retrouve donc placée au cœur des préoccupations des entraîneurs. Ces derniers s'appuient sur différentes méthodes de quantification de la CE, caractérisées par des marqueurs de volume et d'intensités spécifiques.

Malgré l'utilisation de méthodes de contrôle de la CE et le développement des moyens technologiques et scientifiques associés, la gestion des composantes de la performance athlétique demeure d'une extrême complexité, ces dernières étant multiples et plurifactorielles.

Cet eBook vous permettra d'y voir plus clair !

La performance collective en football est la somme de performances individuelles, dépendante d'un environnement en constante évolution, que ce soit d'un point de vue des conditions climatiques ou sportives.

Mentionnons également que le développement des qualités physiques peut être parfois antinomique (Endurance vs. Force), mais aussi sous l'influence de la préparation « invisible » des joueurs, qui recouvre, entre autres, la qualité de l'alimentation, du sommeil, de l'état psychologique et du temps accordé aux plages de récupération.



Répondre aux exigences sans cesse accrues du jeu représente donc l'objectif des entraîneurs, en développant et en maintenant l'ensemble des qualités physiques spécifiques de leur effectif. Ainsi, les différentes actions technico-tactiques du jeu peuvent s'exprimer avec la plus grande efficacité possible.

Vous le savez certainement, le football induit différentes modalités, intensités et distances de déplacement, ce qui rend les efforts produits très spécifiques à ce jeu. Pour exemple, les joueurs de football professionnels réalisent



près de 1400 actions lors d'un match de compétition, soit une toutes les 4 secondes. Lors des 90 minutes de jeu, les joueurs alternent des courses à différentes intensités, entrecoupées de temps de récupération aléatoires, la somme représentant en moyenne 98% du temps sans ballon. Le football se définit donc comme une activité intermittente, composée de courses dans différentes directions, dont le volume, l'intensité et la fréquence varient en fonction des postes et du contexte de la compétition.

**« Le football se définit donc comme une activité intermittente, composée de courses dans différentes directions, dont le volume, l'intensité et la fréquence varient en fonction des postes et du contexte de la compétition »**

Les caractéristiques physiologiques les plus observées pour la pratique du football de haut niveau, rassemblent pour leur part plusieurs composantes métaboliques, sur les plans aérobie, anaérobie et musculaire.

« Il semble bien établi que les sollicitations induites par la compétition ne peuvent suffire au développement contrôlé des différentes qualités physiologiques du footballeur »

Par exemple, la fréquence cardiaque fluctue en match entre 70 et 90% de la fréquence cardiaque maximale (FCmax), avec une moyenne comprise entre 80 et 90%. Ces intensités aléatoires ne permettent pas de maintenir, avec certitude, des périodes suffisamment longues dans la zone 90-100% de FCmax pour le développement optimal de la consommation maximale d'oxygène. Les capacités physiques sont donc développées en début de saison (et de carrière), puis entretenues tout au long de la saison sportive, grâce à des programmes



d'entraînement les plus rationnels et individualisés possibles. Ces derniers sont réfléchis et prescrits par des staffs composés de spécialistes qui augmentent sans cesse leur niveau de compétence. L'intégration récente de nouveaux techniciens (conseillers scientifiques) en témoigne et contribue à l'optimisation des méthodologies d'entraînement.

Si la fréquence cardiaque (FC) a longtemps été le seul témoin de l'intensité des séances de football, l'utilisation des échelles de perception de l'effort a permis une nouvelle approche pour quantifier leurs charges, tout comme les systèmes GPS qui tentent, pour certains, de proposer des algorithmes spécifiques pour atteindre le même objectif.

« Les contenus d'entraînement dépendent de la connaissance des capacités physiques, physiologiques et psycho-physiologiques des footballeurs, mais aussi de celles que l'on doit avoir des exigences requises par la compétition »



# Pilier 1 : Avoir une connaissance précise des exigences physiques des footballeurs en compétition



Avant toute chose, il vous faut connaître la nature des efforts pendant les matchs. Cela va vous permettre d'exprimer vos paramètres d'exercices (et d'entraînement) en comparaison avec ceux de compétition. Par exemple, vous allez choisir lors de votre prochaine séance un exercice aérobie qui aura pour objectif la réalisation de 10% du volume de match ou un jeu réduit proposant une vitesse de déplacement supérieure de 20% par rapport à la compétition.

**A ce stade-là, ne vous précipitez pas encore sur internet pour acheter un GPS, la littérature scientifique est déjà très riche sur le sujet !**

Je vous propose une synthèse de la littérature scientifique sur le sujet et vais vous donner maintenant les valeurs de référence qui vont vous guider pour construire votre nouveau cadre méthodologique.



La publication de Reilly et Thomas en 1976 marque le véritable point de départ des recherches sur les modalités de déplacement des joueurs, reconnues pour leurs validations méthodologiques. Relatives aux performances des joueurs de football en compétition, les données présentent non seulement des volumes de course, mais aussi des paramètres d'intensité.

L'analyse des déplacements des joueurs s'appuie sur différentes zones d'intensité (elles ne sont pas encore définies à l'époque en vitesses chiffrées) mais permettent déjà d'identifier des profils aux postes, tout en les corrélant avec des cibles physiologiques spécifiques. Les recherches se succèdent dans les années 80-90, en améliorant le degré d'expertise, grâce notamment aux progrès technologiques du matériel vidéo.



Afin d'établir des analyses scientifiques concernant les déplacements des joueurs en compétition, il semble nécessaire de prendre en compte l'ensemble du contexte du match observé.

**En effet, les systèmes de jeu choisis, le moment de la saison, les conditions météorologiques, la surface de jeu utilisée, la valeur de l'adversaire, le niveau technique des équipes ou le lieu du match (domicile et/ou extérieur), sont autant de paramètres d'influence qu'il convient de ne pas négliger.**

Malheureusement, peu d'études précisent l'ensemble de ces critères (tableau 1). Autre problématique, les différentes zones de vitesses qui servent de valeur étalon pour analyser les capacités physiques ne sont pas toujours définies avec les mêmes bornes, en fonction des études et des techniques utilisées. A titre d'exemple, les valeurs définies comme « sprint » sont fixées dans certains cas au-dessus de  $25\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ , et dans d'autres à partir de  $18\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

Malgré ces précautions d'usage, les différents systèmes d'analyse multi-caméras restent d'excellents moyens techniques pour quantifier les données, comme en témoigne la majorité des clubs de haut niveau qui les intègrent en 2017 pour analyser leurs compétitions, mais aussi leurs entraînements.

Les unités GPS sont admises depuis peu en compétition officielle par la FIFA (saison 2015-2016), et les données scientifiques publiées relatives aux matchs sont de ce fait encore assez rares. Si des réserves d'usage ont été soulignées, en raison d'un matériel qui n'est pas toujours validé scientifiquement, les entraîneurs et scientifiques du sport possèdent malgré tout aujourd'hui une connaissance remarquable des différentes capacités physiques des joueurs.



La nature des efforts est ordonnée en 3 niveaux : le Volume, l'Intensité et la Fréquence des efforts.

## **Niveau 1 : le Volume des efforts**

Les unités

Le paramètre « Volume » recouvre la notion de durée mesurée en unité de temps (minute), et/ou de distance (mètre), le nombre de sprints, de sauts et d'accélération. Les distances totales parcourues par zone de vitesse peuvent être aussi utilisées pour établir des comparaisons entre exercices. Par exemple, une opposition à 9 vs. 9 présentera une plus grande distance totale pour des vitesses  $> 21 \text{ km.h}^{-1}$ , par rapport à un jeu réduit à 4 vs. 4, en raison de dimensions de terrain supérieures.

La mesure

Les valeurs issues de la littérature pour exprimer ce paramètre volume sont calculées par des outils de hautes technologies, comme les GPS ou les systèmes vidéo semi-automatiques, ces derniers étant installés à demeure dans les stades. La paramètre Volume présente des valeurs moyennes d'équipe, mais peut tenir compte aussi de certaines spécificités, à l'image des postes et/ou des systèmes de jeu.

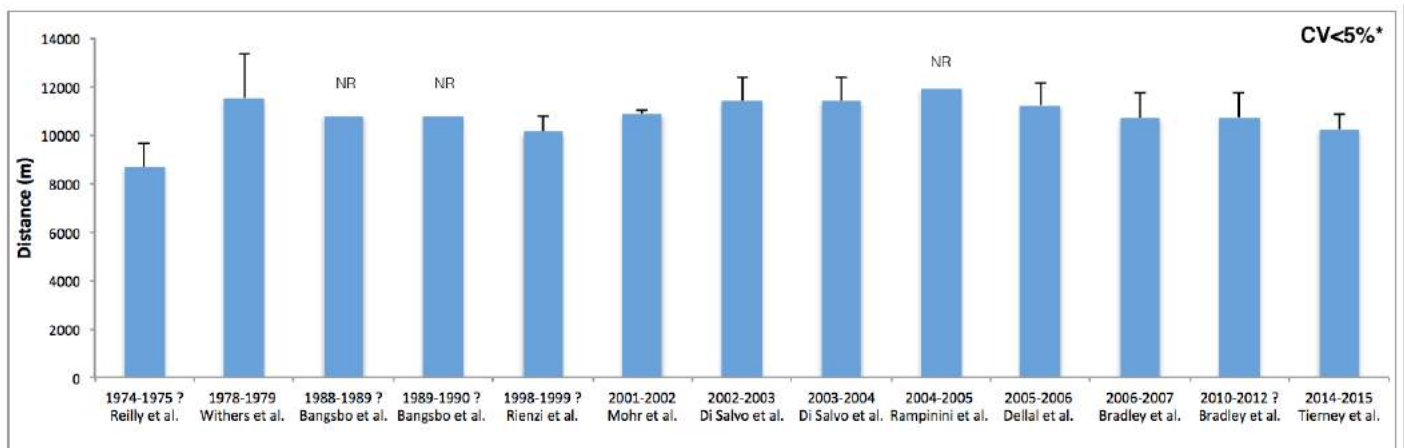
## **Les distances moyennes d'équipe parcourues en match**



Les valeurs moyennes d'une équipe professionnelle de 1ère division européenne, sont comprises entre 10 100m et 11 900m, avec une moyenne de 10 950m depuis 1974 (Figure 1).

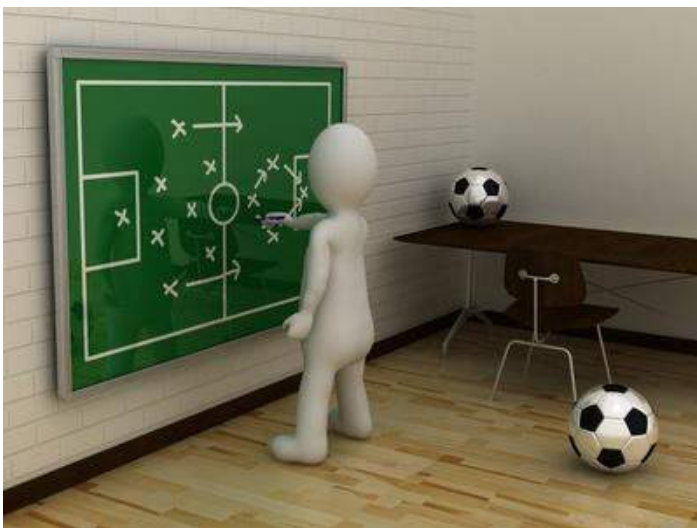
On retrouve des valeurs plus basses sur certains continents, qui témoignent de l'influence de la culture du pays, des conditions environnementales spécifiques, mais aussi d'une préparation physique peut-être moins optimisée qu'en Europe.

Notons que la valeur de l'opposition peut conditionner également le volume total de course, mais aussi ceux plus spécifiques de haute et très haute intensité.



**Figure 1** : Principales études et les distances moyennes parcourues en match par des équipes professionnelles européennes masculines depuis 1974 (NR= Ecart-type Non Renseigné) (\*)= ne tient pas compte de l'étude de Reilly et al. (1976).

## Les distances moyennes d'équipe en fonction des systèmes de jeu



Peu d'études mentionnent les systèmes de jeu adoptés par les équipes étudiées (Tableau 1), et aucune, à notre connaissance, ne décrit les animations et/ou les consignes technico-tactiques. Le fait de jouer à domicile ou à l'extérieur, de décider d'un pressing constant sur l'adversaire, ou au contraire d'adopter un positionnement bas du bloc équipe

face à un adversaire supposé plus fort, pourrait influencer fortement les paramètres physiques des équipes et des joueurs. Cette première limite met en évidence le fait qu'il existe une différence fondamentale entre système de jeu et animation d'équipe, et que les performances physiques des joueurs sont sous influences.

La deuxième limite est fondée sur le fait que les comparaisons par lignes d'équipe sont parfois difficiles, parce que les postes qui les composent ne sont pas toujours déclinés de la même manière dans la littérature.

Références	Année de publication	Saison sportive concernée	Matériel de recueil de données	Pays de l'équipe observée	Niveau de compétition	Système de jeu	Domicile Extérieur	Météos, Surface de jeu	Période d'observation	Présentation des données
Tierney.P.J et al.	2016	2014-2015	GPS Stat sports®	U21 U18 Angleterre	Championnats « Elite Jeune»	4-4-2/4-3-3 3-5-2/3-4-3 4-2-3-1	Non précisé	Herbe	Août à Mai	Zones de vitesse (km.h <sup>-1</sup> ) Accélérations+Décé
Suarez-Arrogés.L et al.	2015	2013-2014 ?	GPS GPSports@SPI Pro X	Espagne	Division 1+ Coupes N et Euro	4-4-1-1	Non précisé	Non précisées	1 mi-temps seulement	Zones de vitesse (km.h <sup>-1</sup> ) Distance (m.min <sup>-1</sup> )
Bradley.P et al.	2013	2010-2012 ?	Prozone Sports Ltd® v.3.0 (multi-caméras)	Angleterre	Division 1+2+3	Standardisé	Non précisé	Non précisées	Standardisée	Zones de vitesse (km.h <sup>-1</sup> ) Distance (m)
Bradley.P et al.	2011	2006-2007	Prozone Sports Ltd® v.3.0 (multi-caméras)	Angleterre	Division 1	4-4-2 4-5-1 4-3-3	Non précisé	Non précisées	1 saison	Zones de vitesse (km.h <sup>-1</sup> ) Distance (m)
Dellal.A et al.	2010	2005-2006	Amisco Pro®	France	Division 1	Non précisé	Non précisé	Non précisées	1 saison	Zones de vitesse (km.h <sup>-1</sup> ) Distance (m)
Di Salvo.V et al.	2007	2002-2004	Amisco Pro® v.1.0.2	Espagne	Division 1+ Champ. Ligue	Non précisé	Non différencié	Non précisées	2 saisons	Zones de vitesse (km.h <sup>-1</sup> ) Distance (m)
Barros.M.R.L et al.	2007	2001-2004	DVideo®	Brésil	Division 1	Non précisé	Domicile + Extérieur	20-30°C	3 saisons	Zones de vitesse (km.h <sup>-1</sup> ) Distance (m)
Burgess et al.	2006	2002-2003	Track Performance®	Australie	Division 1	Non précisé	Non précisé	Non précisées	1 saison	Zones de vitesse (km.h <sup>-1</sup> ) Distance (m.min <sup>-1</sup> )
Mohr.M et al.	2003	2001-2002 ?	Caméras VHS (Panasonic NV-M50)	Italie Danemark	Division 1+ Champions Ligue	Non précisé	Non précisé	Non précisées	3 périodes (début, milieu, fin)	Zones de vitesse (km.h <sup>-1</sup> ) Distance (m)
Rienzi.E et al.	2000	1998-1999 ?	Caméra (Sony TR 75E)	Angleterre Amérique du Sud	Division 1 Internationaux	Non précisé	Non précisé	Non précisées	Non précisée	Zones de vitesse décrites Distance (m)
Bangsbo.J et al.	1991	1988-1990 ?	Multi-Caméras (pas de référence)	Danemark	Division 1+2	5-3-2	Domicile	Non précisées	milieu de 2 ème partie de saison	Zones de vitesse (km.h <sup>-1</sup> ) Distance (m)
Ekblom.B	1986	1982-1983	Traçage à la main sur plan (Echelle 1:400)+ TV	Suède Allemagne Angleterre	Division 1+2+3+4	Non précisé	Non précisé	20-30°C	Printemps/ Eté Automne	Quelques données de distance (revue)
Withers.R.T et al.	1982	1978-1979	Caméra + magnétophone	Australie	Division 1	Non précisé	Domicile + Extérieur	Non précisées	Non précisée	Zones de vitesse décrites Seuils en foulées
Reilly.T & Thomas.V	1976	1974-1975 ?	Traçage à la main sur plan	Angleterre	Division 1	4-3-3	Domicile + Extérieur	Non précisées	Non précisée	Zones de vitesse décrites Distance (m)

**Tableau 1 :** Caractéristiques des principales études relatives à l'analyse des déplacements du footballeur, de 1976 à 2016

## Les distances moyennes d'équipe en fonction des postes occupés

- Les défenseurs centraux semblent être ceux qui parcourent le moins de distance (Figure 2).
- Les défenseurs latéraux présentent en moyenne des distances parcourues supérieures aux défenseurs centraux et aux attaquants, sans toutefois atteindre celles des milieux de terrain.

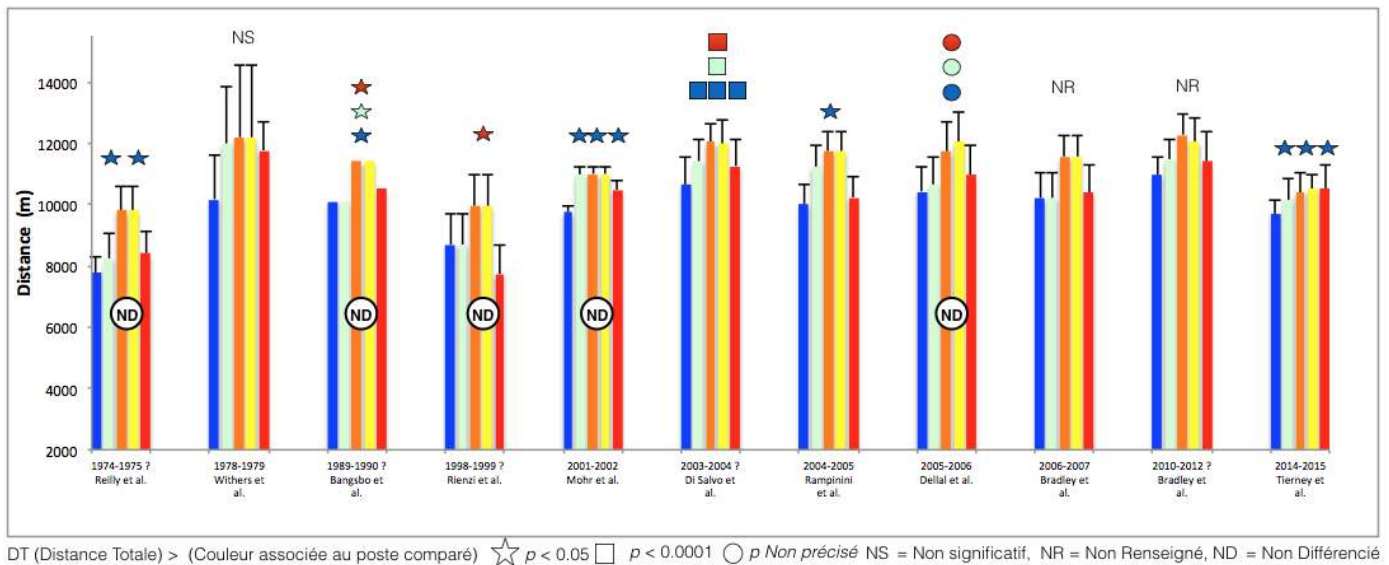


Figure 2 : Comparatifs des distances parcourues en fonction des postes depuis 1974 (barre bleue=défenseurs centraux, barre verte=défenseurs latéraux, barre orange=milieux axiaux, barre jaune=milieux excentrés, barre rouge=attaquants)

- Les défenseurs centraux parcourent moins de distance que les défenseurs latéraux (9333-10980m vs. 10152-11474m) (Figure 3).

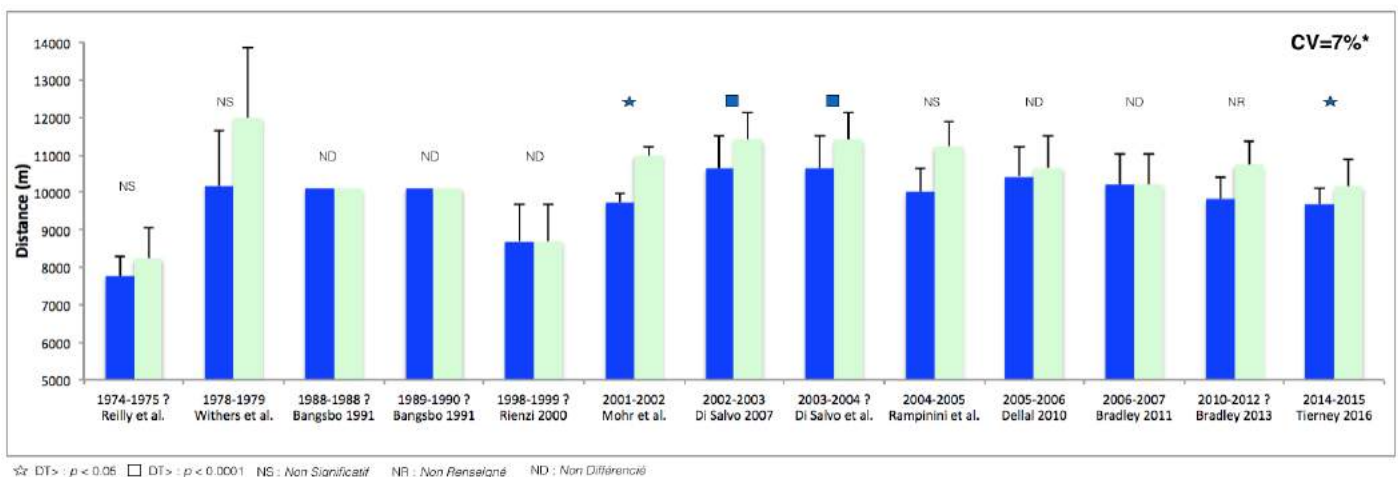


Figure 3 : Principales études répertoriant les distances moyennes parcourues en match par les défenseurs depuis 1974 (barre bleue=défenseurs centraux, barre verte=défenseurs latéraux) (\*) CV identiques pour les deux postes.

- Les milieux de terrain affichent des distances supérieures aux défenseurs et aux attaquants (11300 vs. 10095 et 10374 m).
- Les attaquants affichent des distances parcourues de valeurs très inégales selon les études. Les attaquants parcourent en moyenne 10374m lors d'un match de football, les distances évoluant en fonction du système de jeu et de l'animation offensive de l'équipe.



## Ce qu'il faut retenir des Paramètres de Volume

- *Le paramètre Volume peut être identifié par la distance totale parcourue, ou par la distance en zone de vitesse, mais aussi par la somme des accélérations, décélérations et/ou de sprints*
- *Les distances moyennes parcourues par les équipes n'ont pas augmenté significativement depuis 40 ans, affichant une valeur moyenne de 10880m*
- *Les valeurs de distances parcourues par les défenseurs semblent pour leur part en légère augmentation, ce qui pourrait s'expliquer, en partie, par l'adoption généralisée de la défense de zone, induisant une participation accrue sur le plan offensif des défenseurs latéraux*
- *Les milieux de terrain sont les joueurs qui parcourent les plus grandes distances, indépendamment de leur position axiale ou excentrée*
- *Les attaquants parcourent plus de distances que les défenseurs axiaux mais moins que les défenseurs latéraux*

**Ces résultats sont à interpréter avec précaution, tributaires des systèmes de recueil des données, des systèmes de jeu employés, tout comme les consignes technico-tactiques prodiguées**

---

## Niveau 2 : l'Intensité des efforts

Les unités

Lorsque l'on tente d'analyser la performance sportive, l'intensité est la variable la plus complexe à appréhender. Ainsi, les auteurs s'appuient sur différents marqueurs en fonction de l'activité concernée. L'intensité peut être mesurée par exemple en watts (ou % de la Puissance musculaire maximale) lors d'un test d'effort, en kg (ou % de RM) lors d'une épreuve de musculation, en % de FC lors d'un effort d'endurance, en valeur de lactatémie ou en RPE pour tout type d'exercices d'entraînement. **L'intensité des déplacements de nos footballeurs utilise généralement plusieurs paramètres de vitesse : les km.h<sup>-1</sup> associés à des ratios de distances courues à différentes intensités, les m.min<sup>-1</sup> et les m.s<sup>-2</sup>.**

La mesure

### Des zones de vitesse définies en fonction des technologies

Toutes les publications définissent les zones de vitesse sur la base de mentions, classant les déplacements en différentes catégories :

- Position debout
- Marche
- Courses « jogging »
- Courses modérées
- Haute et très haute intensité

Certaines prennent en compte également dans leur protocole les courses arrières et les déplacements latéraux. Ces catégories sont associées à des vitesses de courses exprimées en km.h<sup>-1</sup>.



Cependant, ces zones de vitesses ne sont pas toujours définies par les auteurs selon les mêmes critères, en fonction des technologies employées.

- Ainsi, certains associent le terme de « haute intensité » à des vitesses supérieures à 14,4 km.h<sup>-1</sup>, alors que pour d'autres, elles ne concernent que les vitesses supérieures à 21 km.h<sup>-1</sup>.
- Autre exemple, celui des efforts qualifiés de « sprints ».

On retrouve des valeurs hétérogènes pour la borne inférieure : 18 km.h<sup>-1</sup>, 21 km.h<sup>-1</sup>, 23 km.h<sup>-1</sup> et 25,2 km.h<sup>-1</sup>.



De manière surprenante, les zones de vitesse ne sont jamais individualisées en fonction des caractéristiques physiques et physiologiques des joueurs. Des vitesses relatives aux capacités individuelles permettraient une meilleure expertise et connaissance des exigences aux postes. Dans cette logique, les données pourraient être rapportées à des pourcentages individuels de VMA, de vitesse maximale, d'endurance limite ou exprimées en pourcentages des données références de compétition.

« Des vitesses relatives aux capacités individuelles permettraient une meilleure expertise et connaissance des exigences aux postes »

## Paramètres d'intensité retenus

**Pour rappel : Vitesse = Distance / Temps (km.h<sup>-1</sup>)**

- Vitesse (km.h<sup>-1</sup>) et Ratios

Pour notre étude, nous avons fait le choix de retenir :

- Zone de « haute intensité » : entre 14 km.h<sup>-1</sup> et 19 km.h<sup>-1</sup>. Elle se justifie de par sa zone inférieure, proche de la vitesse moyenne au seuil aérobie et celle de sa borne supérieure proche de celle des valeurs de VMA des joueurs professionnels.
- Zone de « très haute intensité » : au-dessus de 19 km.h<sup>-1</sup>. Elle intègre les valeurs de sprints lorsque ces dernières sont précisées.

Les **ratios des efforts** (appelés aussi « **densités** » des efforts) permettent de se rendre compte des évolutions des distances parcourues à certaines intensités par rapport à celle parcourue en totalité pendant le match.

Pour les efforts de « haute intensité », ils sont de **0,10** pour la période 1978 à 2000, et de **0,15** pour la période 2000 à 2010. Ceci démontre une augmentation

des distances associées à des efforts compris entre 14 km.h<sup>-1</sup> et 19 km.h<sup>-1</sup> sur une période de 30 ans (Figure 4 et Tableau 2).

Pour les efforts de « très haute intensité », le ratio est de **0,04** pour la période 1978 à 2000 et de **0,08** pour la période de 2000 à 2010.

Cette valeur moyenne de ratio est également en hausse par rapport à la période 1978 à 2000 (**0,08 vs. 0,04**) et démontre une augmentation des efforts à très haute intensité.

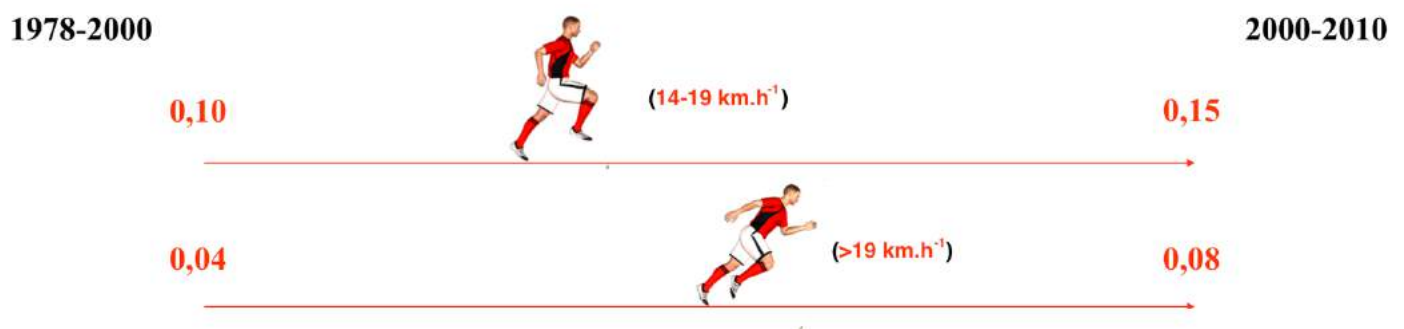


Figure 4 : Évolutions des ratios de haute et très haute intensité entre 1978 et 2010

- Vitesse relative (m.min<sup>-1</sup>)

Les « **m.min<sup>-1</sup>** » sont largement rapportés et utilisés dans la littérature. Cette unité est identifiée le plus souvent comme un marqueur d'intensité du jeu et permet de comparer les performances des joueurs lors d'un exercice par rapport à celles de la compétition.

Nous pouvons remarquer que les valeurs en match semblent inchangées lors des dernières décennies (**120,24 vs. 120,35 m.min<sup>-1</sup>**) (Tableau 2). A titre d'exemple, la vitesse relative en match est calculée de la manière suivante : **10800 m / 90 min = 120 m.min<sup>-1</sup>**

- Les accélérations et décélérations (m.s<sup>-2</sup>)

Pour rappel : **Accélération = Vitesse / Temps (m.s<sup>-2</sup>), évaluée à ≠ seuils**



« les accélérations et les décélérations sollicitent les membres inférieurs de manière concentrique et excentrique, ce qui peut induire une fatigue musculaire proportionnelle à leur densité »



Ces paramètres sont exprimés dans la littérature avec des valeurs variables (généralement de **2 à 5,5 m.s<sup>-2</sup>**). Les GPS permettent de tenir compte d'efforts beaucoup plus courts comme les accélérations et les décélérations qui sollicitent les membres inférieurs de manière concentrique et excentrique, et qui peuvent induire une fatigue musculaire proportionnelle à leur densité.

Références	Saison sportive	Profil Equipe	n	Moyenne distance totale (m)	Distance « Haute intensité » (HI) (14-19 km.h <sup>-1</sup> )	Distance « Très haute intensité » (THI) (Moy : > 19 km.h <sup>-1</sup> )	Distance cumulée en sprint (compris dans THI) (km.h <sup>-1</sup> )	Distance moyenne en sprint	Ratio D.relative « Haute intensité »	Ratio D.relative « Très haute intensité »	Ratio vitesse relative (m.min <sup>-1</sup> )
Bradley.P et al. (2013) Prozone Sports Ltd®	2010-2011	Angleterre Division 1	190	10722	(14,4-19,7) 1711	(> 19,8) 929	(>25,2) 248		0,16	0,08	119,13
Bradley.P et al. (2011) Prozone Sports Ltd®	2006-2007	Angleterre Division 1	153	10697	(14,4-19,7) 1695	(> 19,8) 927	NR		0,15	0,08	118,85
Dellaf.A et al.(2010) Amisco Pro®	2005-2006	France Division 1	3540	11213	NR	(> 21) 418	>24 237			0,03*	124,58
Lago et al (2010) Amisco Pro®	2005-2006	Espagne Division 1	27	10971	(14,1-19) 1702	(> 19,1) 823	(> 23) 262		0,15	0,07	121,9
Rampinini.E et al. (2007) Prozone Sports Ltd®	2004-2005 ?	Europe Division 1	188	10827	(14,4-19,7) 1715	(> 19,8) 821	NR		0,15	0,07	120,30
Di Salvo. V et al. (2009) Prozone Sports Ltd®	2003-2006	Angleterre Division 1	7355	NR	NR	(> 19,8) 908	(>25,2) 228			NR	NR
Di Salvo. V et al. (2007) Amisco Pro®	2002-2004	Espagne Division 1	300	11393	(14,1-19) 1754	(> 19,1) 950	(> 23) 343	19,3±3,2 m	0,15	0,08	126,5
Barros. R.M.L et al. (2007) DVideo®	2001-2004	Brésil Division 1	55	10012±1024	(14,1-19) 1731±399	(> 19,1) 1128	(> 23) 437±171		0,17	0,11	111,24
<b>Moyennes</b>				<b>10833</b>					<b>0,15</b>	<b>0,08</b>	<b>120,35</b>
Mohr.M et al.(2003) Caméra manuelle	2001-2002 ?	Italie 1 ere Division	42	10860	NR	(> 18.1) 650	343			0,05	120,66
Rienzi.E et al.(2000) Caméra manuelle	1998-1999 ?	Australie Angleterre Division 1	23	10104±703	(« Cruising ») 903	(« Sprinting ») 368	ND		0,08	0,03	112,26
Bangsbo.J et al. (1991) Caméra manuelle	Non précisé 1988-1990 ?	Danemark Division 1+2	14	10800							120
Withers.R.T et al. (1982) Caméra manuelle	1978-1979	Australie Division 1	20	11527	(« Cruising ») 1506±584	(« Sprinting ») 666±311	ND		0,13	0,05	128,07
<b>Moyennes</b>				<b>10822</b>					<b>0,10</b>	<b>0,04</b>	<b>120,24</b>
Reilly.T & Thomas.V (1976) Mapping	1974-1975 ?	Angleterre Division 1	40	8680	(« Cruising ») 1810±411	(« Sprinting ») 974±246	ND		0,20	0,11	96,44

Tableau 2 : Présentation chronologique des études avec leurs données spécifiques d'intensité de 1974 à 2011 (\*) >21km.h<sup>-1</sup>



## Ce qu'il faut retenir des Paramètres d'Intensité

- *Les ratios des efforts réalisés par les équipes à « haute intensité » ( $14-19 \text{ km.h}^{-1}$ ) semblent en progression depuis les années 70 (ratios moyens =  $0,10$  vs.  $0,15$ )*
- *Cela semble être également le cas pour ceux de « très haute intensité » ( $>19 \text{ km.h}^{-1}$ ) (ratios= $0,04$  vs.  $0,08$ )*
- *En revanche, le ratio en vitesse relative reste stable depuis 40 ans ( $120 \text{ m.min}^{-1}$ )*
- *Les milieux de terrain parcourent le plus de distance à « haute intensité » (ratio =  $0,17$ ) et la plus grande vitesse/distance relative ( $127 \text{ m.min}^{-1}$ )*
- *Les milieux excentrés parcourent le plus de distance à « très haute intensité » (ratio =  $0,10$ )*
- *Les systèmes de jeu induisent des sollicitations spécifiques, qui influencent les déplacements et les types d'efforts des joueurs*

**L'outil GPS offre de nouvelles perspectives pour individualiser les données, en prenant en compte par ailleurs de nouvelles variables comme les accélérations et les décélérations**

---

## Niveau 3 : la Fréquence des efforts

« lorsque l'on parle de Fréquence, on fait allusion à la relation travail-récupération au sein même des exercices ou des matchs »

Les unités

De manière assez surprenante, **la Fréquence** est peu citée lorsqu'il s'agit de définir la notion de CE, cette dernière étant souvent réduite aux seuls paramètres de Volume et d'Intensité. Elle est pourtant une de ses trois variables incontournables. Pendant de nombreuses années, les auteurs l'ont réduit au seul **nombre des séances hebdomadaires**.

Aujourd'hui, lorsque l'on parle de **Fréquence**, on fait allusion à la **relation travail-récupération** au sein même des exercices ou des matchs. Comme nous avons commencé à l'aborder dans le chapitre consacré à l'Intensité, cela se traduit par des **ratios** qui mettent cette fois en rapport un **nombre d'efforts** au regard d'une **durée d'exercice**, d'une mise en perspective de **plusieurs types d'efforts les uns par rapport aux autres** ou d'une **durée d'effort dans des zones de vitesses comparées**.



La mesure

### Fréquence des efforts de hautes intensités : choix des paramètres

Les systèmes GPS offrent plusieurs variables pour composer ces ratios : des vitesses ou des zones de vitesse spécifiques.

- Ratio nombre d'effort / temps de jeu

Ce premier ratio permet par exemple de mieux comprendre l'évolution de la distribution des efforts de très haute intensité en compétition en l'espace de 40 ans. Ainsi, en nous appuyant sur la littérature, nous pouvons constater que le temps de récupération a diminué entre deux efforts intenses, avec une fréquence aujourd'hui inférieure à un effort par minute (Figure 5). Cela reste certes une simple valeur moyenne qui ne tient pas compte des postes, mais qui nous permet malgré tout d'être sensibilisé au fait que le footballeur moderne doit s'entraîner à répéter des efforts avec des temps de récupération de plus en plus courts.

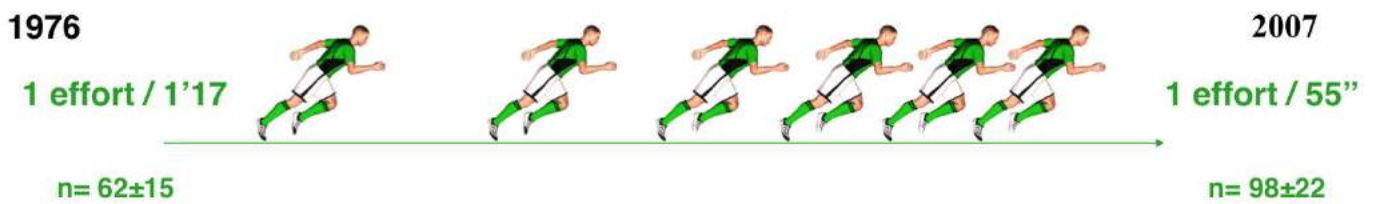


Figure 5 : Évolution des ratios de Fréquence des efforts de très haute intensité (>19 km.h<sup>-1</sup>) entre 1976 et 2007

- Ratio Vitesse > à V1 / Vitesse < V2

Il est également possible d'établir des ratios entre des courses réalisées à différentes vitesses. Suarez-Arrogés *et al.* proposent dans ce sens un ratio confrontant, de manière arbitraire, des courses courues au-dessus (**V1**) et en dessous (**V2**) de 7 km.h<sup>-1</sup>. Ainsi, le ratio de **2,1 :1** indique que les efforts < à 7 km.h<sup>-1</sup> sont deux fois plus nombreux que ceux > à 7 km.h<sup>-1</sup>.

- Ratio en durée d'efforts dans plusieurs zones de vitesse

Enfin, il est également possible d'exprimer la Fréquence à partir de ratios qui catégorisent les efforts en durée d'exercice, dans plusieurs zones de vitesse. Dans la littérature des années 70-80, on retrouve des zones définies en « marche », « faible intensité » et « sprints ». Dans celle des années 90-2000, sont définies les zones « station debout », « faible intensité » et « haute intensité ». Par exemple, un ratio de **4 :18 :1** indique que pour **4 secondes** de temps de jeu en position **debout**, **18 secondes** sont consacrées aux efforts de **faibles intensités** et **1 seconde** aux **efforts de haute intensité** (Tableau 3).

La principale limite de ces ratios est que, selon les auteurs, les méthodologies peuvent être différentes, ce qui rend les comparaisons difficiles entre les études.

## Fréquence

Références	Nbre de sprints	Durée moy. sprint (s)	Tps récup moy./sprints (min)	Nbre de courses à HI	Tps de Récup/ courses HI (s)	Nbre de courses à THI	Nbre de pauses	Temps en position debout (s)	Changements de direction	Moy. du tps en position debout (s)	Nbre d'accélér.	Nbre de décélér.	ratio W/R	RSS*
											> 3m.s <sup>2</sup>			
Tierney et al. (2016)											33±8	54±12		
	minim. 1s >21 km.h <sup>-1</sup>										Vitesse Relative (RD)>7 km.h <sup>-1</sup> / RD<7 km.h <sup>-1</sup>		RSS	
Suarez-Arroges.L et al.	12,7±6,1*	2,50±0,5	4,1±2,4								2,1:1		3,1±2,9**	
				>14,4 km.h <sup>-1</sup>										
Bradley.P et al. (2011)				119±38 (M)	53±22 (M)									
Rampinini et al. (2007)				14,4-19,7 km.h <sup>-1</sup>				>19,8					0,6:10:1	
Di Salvo et al. (2009)	minim. 0,5s >25,2 km.h <sup>-1</sup>													
	32±5													
	>23 km.h <sup>-1</sup>													
Di Salvo. V et al. (2007)	17,3±7,7 (3-40)													
Mohr.M et al. (2003)	> 18 km.h <sup>-1</sup>			High		High+Sprint					Debout/Faible intensité/Haute intensité			
	39±2			69±5		108±3				14±0,3			4:18:1	
Rienzi et al. (2000)								267±64						3:16:1
Bangsbo.J et al. (1991)	19	2.0		57		76								6:27:1
											Marche/Faible intensité/Sprint			
Withers.R.T et al. (1982)								85 (14,9-198,5)	49,9±13					3:5:2
Reilly & Thomas (1976)			90s	« Cruising » 114±16		« Sprinting » 62±15	43,4 (11-120)	143s (19-455)						3:5:1
Knowles & Brooke (1974)	52 (4,6-59,4)													3:5:1

\*RSS (Repeated Sprint Sequence) = Minimum 2 sprints >1s avec R<60s \*\* valeur pour une seule mi-temps, HI (Haute intensité), THI (Très haut intensité), W/R (Travail/Récupération), M (Moyenne)

Tableau 3 : Paramètres de Fréquence en compétition relevés dans la littérature



## Ce qu'il faut retenir du Paramètre Fréquence

- *La fréquence en football est le témoin de la distribution des efforts, et reflète le rapport entre le temps de travail et le temps de récupération.*
- *Entre 10 et 30 sprints sont réalisés au cours d'une rencontre, en fonction des postes et des systèmes de jeu (ratios = de 0,11 à 0,33)*
- *Les milieux excentrés effectuent le plus grand nombre de sprints, en moyenne 19 (ratio = 0,21)*
- *Les milieux excentrés et les attaquants effectuent le plus grand nombre d'accélération, respectivement entre 35 et 38 (ratios = 0,38 à 0,42) (seuil non précisé)*
- *33 accélérations et 54 décélérations  $>3m.s^{-2}$  sont effectuées et complètent les efforts d'intensité maximale (ratios = 0,36 à 0,61)*
- *On note une progression marquée du nombre d'efforts de « haute et très haute intensité » entre 1976 et 2007, en moyenne 62 vs. 98 (ratios = 0,68 à 1,08)*

**Les ratios spécifiques exprimés en pourcentages du temps de jeu, confirment une tendance d'augmentation de la Fréquence des efforts sur les 30 dernières années, avec des temps de récupération à la baisse entre ceux de haute et très haute intensité**

---



# Pilier 2 : Organiser l'entraînement et les exercices spécifiques

## Planification de l'entraînement en football



La terminologie employée pour aborder l'organisation générale de l'entraînement en football fait très souvent référence aux principes appliqués en athlétisme. Les concepts de microcycle (2 à 10 jours), mésocycle (3 à 5 semaines), macrocycle (3 à 6 mois) et plan annuel permettent de distinguer différentes phases d'entraînement en fonction de leur durée respective. Ces dernières fixent des

volumes et des intensités de travail en vue de la préparation d'un ou plusieurs objectifs annuels.

Pour notre part, nous définissons la planification comme l'ensemble des programmes d'entraînement d'une saison, voire de plusieurs lorsque l'on s'adresse à des jeunes joueurs en formation. **La périodisation se concentre sur plusieurs semaines alors que la programmation ne concerne que l'organisation des séances d'une semaine.**

Une saison de football s'organise en trois phases :

- **Périodisation n°1 : la période de préparation d'avant-saison (cycle 1)**

Au niveau professionnel, cette période préparatoire dure 4 à 6 semaines, dans laquelle sont intégrés en moyenne 4 à 6 matchs amicaux. Cette première phase est consacrée au développement de l'ensemble des qualités physiques, et nécessite de nombreuses séances. Cela peut se traduire par des CE plus élevées de 60% par rapport à celles de semaines classiques de compétition ( $4343 \pm 329$  vs.  $1703 \pm 173$  u.a RPE), ou par des volumes de courses hebdomadaires également supérieurs de plus de 30% ( $+7000$  vs.  $4714 \pm 1581$ m).

- **Périodisations n°2 et 3 : la période de compétition (cycles 2 et 3)**



Cette phase de compétition est composée de 39 semaines en moyenne, ce qui représente, sans compter les séances individuelles, de décrassage ou de compensation, plus de 230 séances annuelles. Elle est divisée en 2 périodes, la phase des matchs « aller » (août-décembre, **périodisation 2**), et la phase des matchs « retour » (janvier à mai, **périodisation 3**), séparée habituellement par une trêve hivernale. Sa durée varie en fonction des pays (les professionnels

anglais continuent de jouer entre Noël et le jour de l'an), mais aussi en fonction des choix décidés par les entraîneurs. Elle dure en moyenne une semaine.

## **Programmation d'une semaine d'entraînement**

- **Nombre de séances**

Une équipe professionnelle de football s'entraîne en moyenne 5 à 6 fois par semaine lorsqu'elle participe à une seule compétition hebdomadaire.

En fonction de la période de la saison et du calendrier des différentes compétitions, ce programme est amené naturellement à subir des aménagements. C'est le cas en période de préparation de début de saison ou lorsqu'un deuxième match est programmé en semaine, par exemple pour les équipes qui sont engagées sur la scène européenne.

Les joueurs professionnels s'entraînent quotidiennement, en doublant régulièrement une séance collective, contrairement aux équipes des centres de formation de l'élite qui doublent leurs entraînements quotidiens plusieurs fois dans la semaine (Tableau 4).



Horaires	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
8h30		Arrivée des joueurs au centre d'entraînement					
8h30-9h00		Petits-déjeuners en commun					
9h-10h00	Soins	Programmes individuels, soins, consultations médicales				Promenade	Soins
10h00-12h00		Séance 1	Séance 3	Séance 4	Soins	Vidéo collective	Séance 6
12h00-14h00		Repas en commun				Repas en commun	Repos et Match de l'équipe réserve (joueurs remplaçants)
14h00-15h30	Soins					Sieste puis Collation	
15h30-17h00		Séance 2			Séance 5		
17h00-19h00					Vidéo + Départ hôtel	Causerie d'avant-match	
20h00					Repas en commun	Match de compétition	

Tableau 4 : Exemple d'un programme d'entraînement hebdomadaire d'une équipe professionnelle de Ligue 1 (données personnelles non publiées)

De ce fait les CE hebdomadaires cumulées des joueurs professionnels sont naturellement inférieures à celles des joueurs en formation, en comparaison par exemple avec des catégories U16 ou U18. En fonction des résultats du week-end et de la programmation du match suivant, l'entraîneur peut être amené à laisser les joueurs libres le lendemain d'une rencontre gagnée.

Les CE hebdomadaires sont évaluées quotidiennement par les staffs, ce qui conduit à la réalisation de séances de complément pour les joueurs remplaçants ou ceux qui présentent des déficits de travail importants.

Un ou deux jours de repos sont généralement accordés après un match de compétition. Les charges fortes sont généralement planifiées à J+3 et J+4, les charges légères à modérées complétant cette programmation.

En moyenne, une équipe professionnelle réalise lors d'une semaine d'entraînement près de 40% de la distance totale parcourue en compétition (4467±1296 vs. 10800m) et plus de 130m (132±101m) de distance cumulée à des vitesses supérieures à 5,5 m.s<sup>-1</sup>.



- **Durée moyenne de séance**

Elle est de 60 à 120 minutes, en fonction des contenus spécifiques.

## **Définissons ensemble maintenant les termes utilisés pour nommer les exercices :**

- Les exercices analytiques sont composés d'efforts sans ballon. Ils sont souvent présents en période de préparation d'avant-saison. Cette option est choisie par les entraîneurs qui souhaitent contrôler avec précision la charge d'entraînement des exercices.

- Les exercices intégrés recouvrent des situations avec ballon, à dominantes techniques ou technico-tactiques. Ces derniers sont réalisés le plus souvent sans opposition, avec des déplacements plus ou moins préétablis. Ils permettent, au même titre que les exercices analytiques, un bon contrôle de la charge d'entraînement.

- Les exercices contextualisés rassemblent les différentes formes d'opposition, nommées communément « jeux réduits ».

## **Nous pouvons classer les exercices en catégories**

- **Les exercices technico-tactiques (catégorie 1)**

- **Les jeux en opposition à 11 vs. 11**

Ils constituent une part importante des contenus hebdomadaires d'entraînement et reproduisent les mêmes contraintes « espace-temps » que les matchs de compétition. Ils permettent à l'entraîneur de travailler les principes de jeu de son équipe, en testant les différents schémas tactiques envisagés et de mettre en situation ceux des futurs adversaires.

- **Les jeux réduits avec gardiens de but**

Les « jeux réduits » ont pour objectif de développer et/ou d'entretenir les capacités physiques et physiologiques des joueurs, avec la même efficacité que des formes de travail analytiques classiques. L'atout majeur de ces exercices est incontestablement le caractère spécifique à l'activité, en étant par

ailleurs plus ludiques aux yeux des joueurs. On retrouve majoritairement dans cette famille d'exercices des rapports d'opposition variés (du 1 vs. 1 au 8 vs. 8) qui visent à développer l'endurance sous toutes ses formes, endurance aérobie, puissance aérobie, puissance maximale aérobie (Figure 6), mais aussi la composante force pour les formats de jeu les plus petits.

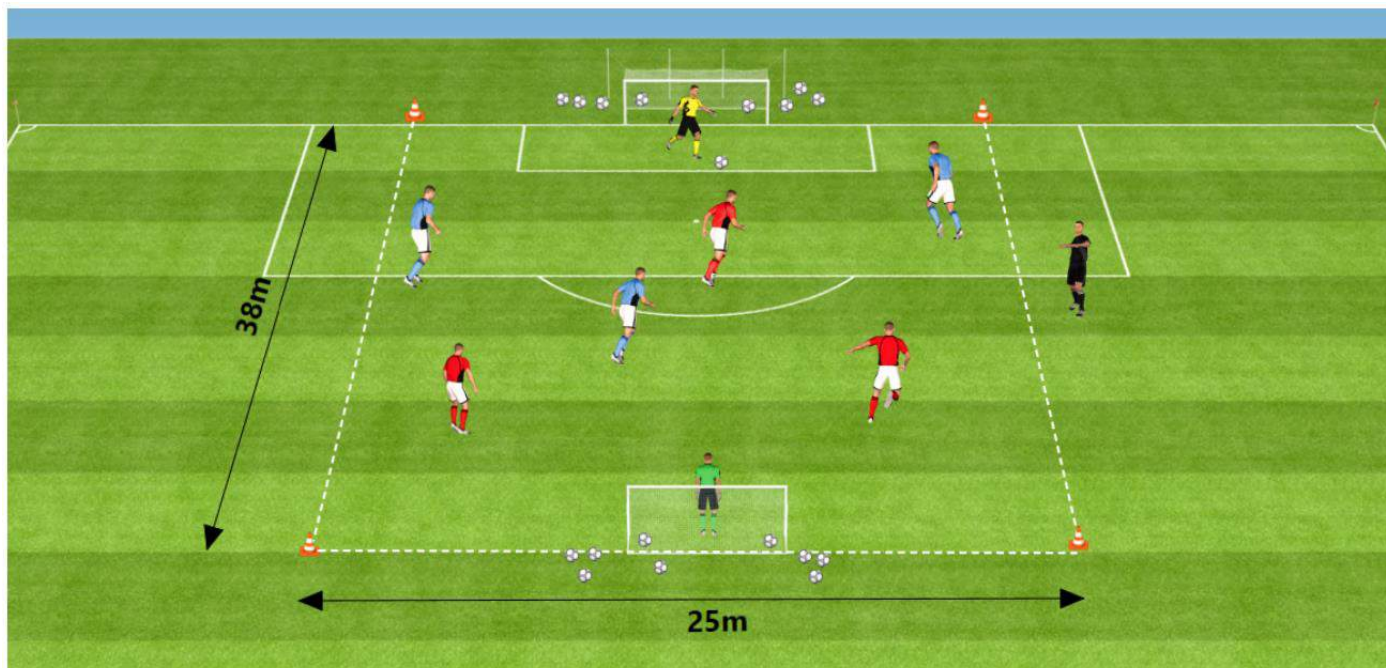


Figure 6 : Exemple d'un jeu réduit à 3 vs. 3 utilisé pour solliciter la consommation maximale d'oxygène (6 x 3min-1min, marquage individuel, départ sources de balles au niveau des gardiens de but, encouragements du coach)

Lors de ces formes jouées, les grands buts peuvent être remplacés par des petits buts portatifs, dont le nombre peut varier. Autres possibilités, les jeux peuvent se réaliser sur des terrains synthétiques avec des bordures comme pour les matchs de Futsal, ou les points peuvent être attribués lorsque le ballon est déposé sur la ligne de but adverse (« Stop-Ball »).

Remarquons qu'en fonction de l'option choisie, les répercussions sur le plan physiologiques pourront être différentes.

Enfin, certains jeux de conservation intègrent la notion de progression collective, en insistant par exemple sur la verticalité du jeu (« jeu Lippi »).

Confirmés par de nombreuses publications, plusieurs facteurs conditionnent l'intensité de l'exercice :

## ⇒ **La qualité d'animation du coach**



De nombreuses études ont clairement montré que les encouragements du coach impactent directement la FC, les concentrations de lactate sanguin mais aussi la perception de l'effort (RPE).

## ⇒ **Le nombre de joueurs**



Une étude de Little et Williams montre que les moyennes de FC diminuent lorsqu'on augmente progressivement le nombre de joueurs. D'autres études sont plus nuancées, et n'observent pas de différence entre les % de FC max, pour des formats de jeu à 2 vs. 2, 4 vs. 4 et 6 vs. 6. Certains jeux réduits prévoient également l'utilisation de joueurs « Joker » ou « d'appui », afin de créer un surnombre ponctuel. Si l'impact du nombre de joueur sur les paramètres physiologiques ne semble pas être discuté, force est de constater que cela peut avoir une influence sur les aspects techniques. Les jeux réduits sur petits terrains, par rapport à ceux de plus grande taille (30 x 25m vs. 60 x 50m), induisent plus de dribbles, plus de frappes, plus de tacles et plus de contacts individuels avec le ballon.

## ⇒ **Le ratio travail/récupération**



Le format du jeu (continu vs. intermittent) semble être un élément déterminant sur le plan physiologique et physique. Si Hill-Haas *et al.* n'ont pas constaté de changements de valeurs de % de FC max entre différents types de jeux réduits, ils observent cependant des distances totales parcourues supérieures, entre 13,0 et 17,9 km.h<sup>-1</sup>, mais aussi à haute intensité (>18 km.h<sup>-1</sup>), ainsi qu'un nombre de sprints plus important lors des formes continues (24min vs. 4 x 6min).

## ⇒ **Les dimensions du terrain**

Le nombre de joueurs défini peut conditionner les effets sur le plan de la FC. Ainsi, il a été rapporté que pour une même durée de jeu (8min), avec le même rapport d'opposition (5 vs. 5), la taille du terrain de jeu pouvait influencer fortement cette variable physiologique. Les dimensions du terrain sont également mises en avant pour leur influence sur les aspects techniques, comme le remarquent Vilar *et al.* au niveau du temps de possession du ballon, plus court lorsque les espaces de jeu sont réduits.

## ⇒ **Le mode de marquage**



Le type de marquage, en individuel, en zone ou sans, est un facteur qui influence l'engagement des joueurs et par conséquent l'intensité des séquences de jeux. Une étude de Ngo *et al.* confirme cette hypothèse, en rapportant des % de FC de réserve plus élevés lors de 3 vs. 3 en marquage individuel par rapport à un marquage libre ( $80,5 \pm 5,8$  vs.  $75,7 \pm 4,7\%$ ). Ces valeurs de FC sont en corrélation avec les notes de perception de l'effort ( $RPE=7,1 \pm 0,7$  vs.  $6,0 \pm 0,9$ ).

## ⇒ **Les règles**



La règle du hors-jeu imposée, le nombre de touches de balle, les conditions environnementales, l'entretien de la motivation par l'annonce permanente du score et l'influence de la présence ou absence du gardien de but sur l'intensité de l'exercice sont également à prendre en compte.

### ○ **Les jeux de conservation**



Les jeux de conservation rassemblent les jeux d'entraînement qui s'appuient sur des formes à effectifs réduits, et à de rares exceptions, sans les gardiens de but. Les règles n'imposent pas forcément une organisation précise des équipes, avec des dimensions de terrain adaptées en fonction du rapport d'opposition et du thème défini.

## ○ Les exercices techniques

Ils concernent tous les exercices de perfectionnement technique analytique, gammes techniques, le travail au poste, mais aussi certaines situations



stratégiques (coups de pieds arrêtés, touches). Ce large choix d'exercices est le plus souvent associé à une dominante athlétique, en phase avec la programmation générale de la semaine. Certains exercices « techniques » sont aussi proposés dans la littérature pour tenter de reproduire les intensités du match, ou avec l'objectif d'atteindre une cible précise de FC ou de consommation maximale d'oxygène.

## ○ Les exercices tactiques

Lorsque l'entraîneur souhaite travailler un aspect tactique du jeu, il s'appuie généralement sur des exercices qui associent certaines lignes d'équipes. Les jeux sous forme « d'attaque-défense » permettent, à titre d'exemple, d'améliorer les déplacements coordonnés d'une défense avec des milieux défensifs axiaux, en la confrontant à un bloc offensif. Les corrections s'opèrent au cours des répétitions des actions, entrecoupées de temps de récupération propices aux changements de joueurs.

## Les exercices d'endurance (catégorie 2)

### ○ Les exercices de courses aérobies modérées

Programmés en période préparatoire, ces volumes de courses constituent le socle du travail foncier des équipes. On retrouve ces dernières également lors de période de régénération pendant la saison et en début des séances d'entraînement pour les échauffements.



### ○ Les exercices de courses à haute intensité

Ils sont prescrits pour développer la puissance maximale aérobie (PMA), à travers des séquences « intermittent court », qui peuvent être effectuées, soit de manière analytique, soit de manière intégrée (Figure 7). Ce travail de course se

réalise en individualisant les distances de courses en fonction des capacités individuelles des joueurs. Ces dernières sont calculées en pourcentage de la VMA (Vitesse Maximale Aérobie), ou de la VIFT (Vitesse Intermittent Fitness Test). Il est également possible d'individualiser les types de séquences intermittentes en fonction des postes, comme en témoigne la méthodologie d'une étude qui a fixé un paramètre « 15-15 » (15 secondes de travail, 15 secondes de récupération) pour les milieux de terrain, « 10-20 » pour les défenseurs et « 5-25 » pour les attaquants.

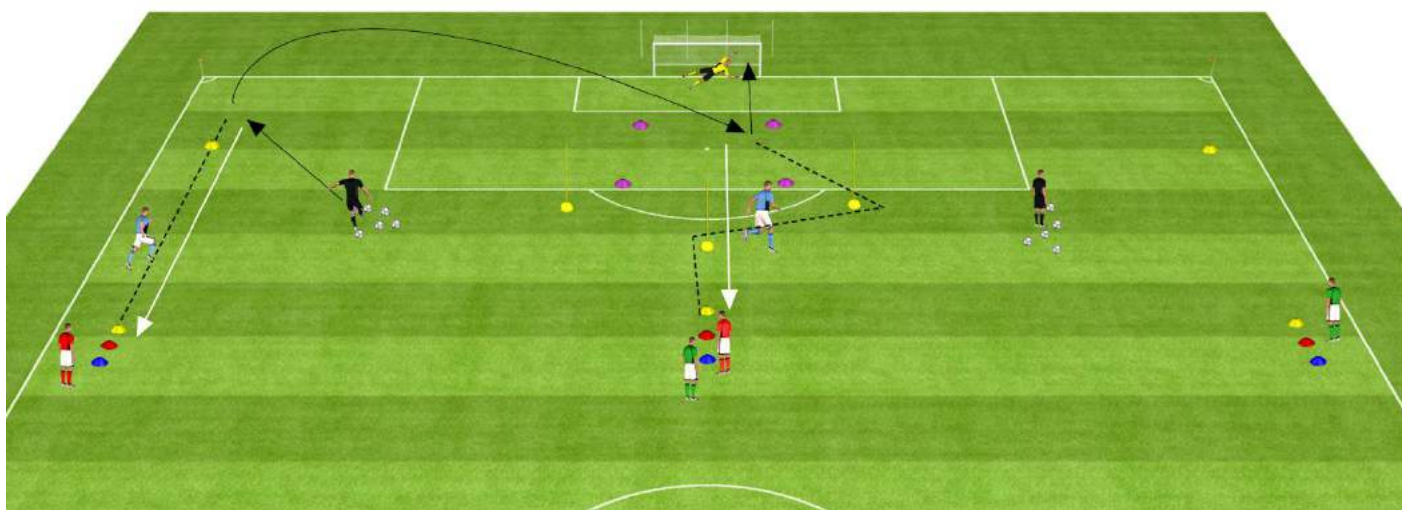


Figure 7 : Exemple d'un travail intermittent court, individualisé par postes, en 10s-20s à 110% de la VMA

## Les exercices de puissance musculaire et de vitesse maximales (catégorie 3)

Les exercices de renforcement musculaire accompagnent le joueur dans sa préparation hebdomadaire et peuvent prendre plusieurs formes :

- **Le(s) circuit(s) training**

Forme d'entraînement associant plusieurs exercices, avec ou sans charges additionnelles, en salle de musculation ou sur le terrain, pour un objectif de renforcement généralisé



## ○ Les exercices de renforcement préventif et correctif

Appelés aussi exercices prophylactiques, ils visent à travailler les points faibles du sportif, ces derniers étant définis à partir de tests initiaux (tests de fonctionnalité « FMS », « MAT »). Ils ont un objectif de prévention sur les plans musculaire, tendineux et articulaire.

## ○ Les exercices de force-vitesse



On retrouve l'utilisation de matériels spécifiques : parachutes, chariot lesté, élastique de survitesse, gilet lesté. On regroupe également dans cette famille d'exercices, les ateliers d'appuis et de coordination, ces derniers étant placés généralement dans les échauffements tout au long de la semaine.

## ○ Les exercices de répétitions de sprints « intégrés »

Le travail de la vitesse a énormément évolué ces dernières années. Nous avons constaté que le jeu nécessitait d'avoir une bonne capacité à répéter des efforts d'intensité maximale avec des récupérations courtes et aléatoires. Un nouveau modèle d'entraînement a été proposé, les exercices de « RSA » (Repeated Sprint Ability) (Figure 8).



Figure 8 : Exemple d'exercices de répétitions de sprints « intégrés », sous forme de compétition entre deux équipes





## Ce qu'il faut retenir de la planification de l'entraînement

- *La période de préparation comprend 4 à 6 semaines d'entraînement*
- *La période de compétition intègre 39 semaines avec une moyenne de 40 à 50 matchs de compétition, en fonction des participations éventuelles aux coupes nationales et européennes*
- *5 à 6 séances composent la semaine d'entraînement, d'une durée de 61±21min*
- *Les charges d'entraînement d'une semaine à l'autre sont peu contrastées, contrairement à celles des séances quotidiennes*
- *L'entraînement est de plus en plus individualisé, intégré et contextualisé, notamment pour le travail athlétique*
- *Les jeux réduits peuvent permettre de développer les qualités physiques des joueurs, aussi efficacement que des formes analytiques, à condition toutefois de choisir les bons paramètres (i.e. dimensions des terrains, nombre de joueurs, temps de travail et de récupération, règles)*

**Cette présentation met en lumière l'importance de l'engagement du coach dans l'animation des séances, mais aussi la grande difficulté de connaître avec précision l'influence distincte de chaque paramètre sur l'intensité des exercices et des séances, qui dépendent beaucoup de l'implication des joueurs.**

---



## Pilier 3 : Choisir une méthode pour quantifier la charge d'entraînement des exercices et des séances de football

Dans les années 60, l'entraînement du sportif était souvent prescrit sur la seule expérience de l'entraîneur, entraînant comme il était entraîné. L'augmentation des volumes d'entraînement, les avancées technologiques en matière d'équipements, l'accompagnement des athlètes sur le plan individuel, autant d'éléments qui ont contribué à l'amélioration des performances.



Au cœur de la programmation des séances et exercices, nous retrouvons un des éléments clés sur lequel repose l'optimisation de la performance, la gestion de la charge d'entraînement (CE).

### Définition

La charge d'entraînement est définie comme la combinaison des paramètres de Volume, d'Intensité et de Fréquence, en étant souvent confondue, à tort, avec la « charge de travail », cette dernière étant plutôt relative à un seul paramètre descriptif de l'exercice : le volume seul (kilomètres) ou l'intensité seule (charges en musculation). A l'origine, dans les sports d'endurance, le Volume faisait référence à la durée, l'Intensité à un pourcentage de  $VO_2max$  et la Fréquence au nombre de séances hebdomadaires. Aujourd'hui, ces paramètres sont fortement discutés à travers une multitude de recherches scientifiques, dont les conclusions sont loin d'être consensuelles. Pour notre part, nous définirons la « charge de travail » (CW) comme l'addition des CE et des charges de compétition (CC).

## Le suivi des CE : pour quel(s) objectif(s) ?



Le suivi des CE collectives hebdomadaires ne présente que peu d'intérêt, pour une raison principale : une fois la saison débutée, le cumul des CW va très vite varier entre les joueurs, malgré des séances de compensation mises en place pour les joueurs remplaçants, qui s'avèrent souvent insuffisantes.

Un suivi individuel des CE et des CW doit être dès lors mis obligatoirement en place, en faisant la distinction entre les joueurs titulaires, les remplaçants (dont les temps de jeu différent), les internationaux (cela peut augmenter les temps de jeu de manière importante), les blessés, ceux qui sont en phase de réathlétisation et les jeunes joueurs du centre de formation qui viennent ponctuellement renforcer le groupe professionnel. Le seul intérêt d'une lecture collective des CE réside dans le fait que cela peut « sécuriser » la périodisation en phase de préparation de début de saison et témoigner ensuite de la disponibilité générale de l'effectif.

## Charge externe et charge interne

La CE décrit le « stress » physiologique imposé à l'athlète. Dans la littérature, deux types de CE sont évoquées par certains auteurs, la charge interne et la charge externe.

Lorsqu'un exercice est programmé, ses caractéristiques sont définies en amont. Lorsque celles-ci sont exprimées en valeurs absolues et non de manière relative aux capacités des sujets, elles semblent constituer la « charge externe » (exemples : distance totale parcourue, nombre de sprints, d'accélération). A l'inverse, la « charge interne » correspond à ce même exercice, mais en prenant en compte ses répercussions sur chacun des sportifs. La charge interne est mesurée par des paramètres physiologiques ou psycho-physiologiques en réponse immédiate à l'exercice. Les indices, les plus communément utilisés sont la FC, la fréquence ventilatoire, la consommation maximale d'oxygène, la concentration du lactate sanguin, la perception de l'effort.

Une des difficultés pour les entraîneurs dans la programmation de leurs exercices, concerne l'hétérogénéité des capacités des joueurs face aux CE, qui

peut amener à de fortes différences de CE interne malgré une CE externe identique. En effet, 2 joueurs ne réagiront pas de la même manière à un exercice intermittent, en fonction de leur profil physiologique, de leur âge ou de leur niveau d'entraînement.

## Méthodes de quantification de la charge d'entraînement

Pour mesurer la « dose » d'entraînement, c'est à dire la CE, les entraîneurs peuvent s'appuyer sur différentes méthodes de quantification. Si leur paramètre de volume est souvent identique (la durée), elles se distinguent en revanche par des paramètres d'intensité différents.

Pour étudier la relation entre l'entraînement et la performance, le stress physiologique du sportif est exprimé par rapport aux capacités individuelles, en fonction de ce qui est programmé. La CE est le résultat de la multiplication de la durée d'exercice par un paramètre décrivant son intensité, qui pour rappel, est soit la fréquence cardiaque (FC), des valeurs chiffrées associées à des seuils ventilatoires, des valeurs de lactatémie ou de perception de l'effort (RPE).

D'autres méthodes ont été basées sur le rapport entre le travail cumulé et l'endurance limite individuelle (WER), ou plus récemment, sur des algorithmes développés à partir des nouvelles technologies GPS (Tableau 5).

Références	Année	Nom de la méthode	Critère	Caractéristiques
Banister.W	1985	Trimps (Training Impulse)	<b>Fréquence Cardiaque</b>	Prise en compte de la FC moyenne de la séance et FC de réserve
Mujika.I	1996		<b>Lactatémie</b>	5 zones par paliers en mmol-1 (coefficients= 1,2,3,5,8)
Foster.C	2001	Méthode session RPE	<b>Echelle perceptive</b>	Echelle normée de 0 à 10
Lucia	2003		<b>Trimp/ Seuil ventilatoire</b>	3 phases, 3 coefficients
Wood	2005		<b>FC/Seuils ventilatoires</b>	5 zones: zone 1=Coeff 2, zone 2=coeff 2, zone 3=coeff 6, zone 4=coeff 10, zone 5=coeff 16
Desgorges	2007	WER (Work Endurance recovery)	<b>Endurance Limite</b>	Mesure de la performance exprimée en fonction de l'endurance limite de qualité observée
Casamichana	2013	Player Load	<b>GPS (somme des accélérations)</b>	

Tableau 5 : Principales méthodes de quantification de la charge d'entraînement

Le niveau de précision et de validité des méthodes est estimé par les scientifiques qui multiplient les comparaisons de résultats à travers de nombreux protocoles expérimentaux depuis la fin des années 90. Les degrés de corrélation entre méthodes sont étudiés, soumis à la quantification d'exercices de différents formats et de différentes intensités, ce qui donne lieu à une littérature extrêmement riche en nombre de publications (11799 articles sur *PubMed*<sup>1</sup>, début 2019, avec le mot clé Training Load).

### Quantification par la perception de l'effort : La méthode « Séance-RPE »

La méthode RPE CR-10, initiée par Foster, multiplie des cotations de perception de l'effort par la durée de l'exercice. Cette dernière est construite sur le principe scientifique que la perception de l'effort est un indicateur précis de l'intensité de l'exercice, en relation directe avec plusieurs témoins physiologiques, comme la FC et le lactate sanguin.

Foster propose de modifier l'échelle initiale de Borg, pour la rendre plus pratique en vue d'une application de terrain (Tableau 6). Remarquons que ces échelles ont connu plusieurs évolutions depuis 1970 (Tableau 7).

Indices	Appréciation
0	<i>Repos</i>
1	<i>Très très facile</i>
2	<i>Facile</i>
3	<i>Modérée</i>
4	<i>Assez difficile</i>
5	<i>Difficile</i>
6	
7	<i>Très difficile</i>
8	
9	
10	<i>Maximal</i>

Tableau 6 : Échelle de perception de l'effort modifiée par Foster (2001)

<sup>1</sup> PubMed : moteur de recherche d'articles scientifiques ([www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed))

Différents types d'exercices peuvent être évalués à partir de la perception de l'effort, notamment ceux à haute et très haute intensité qui sont particulièrement difficiles à quantifier avec les méthodes basées sur la fréquence cardiaque.

Echelles de perception de l'effort « RPE » (Rating Perceived Exertion)								
The Borg RPE (1970)		The Borg CR-10 (1982)			Echelle modifiée de Foster		The Borg Centimax CR-100 (1994)	
15-grade scale		Category Ratio 10			Category Ratio 10		Category Ratio 100	
6		0	Rien du tout		0	Repos	0	Rien du tout
7	Très très léger	0,5	Très très faible	Juste perceptible	1	Très très facile	2	Minimal
8		1	Très faible		2	Facile	3	Extrêmement léger
9	très léger	2	Faible	Léger	3	Modérée	5	Très léger
10		3	Modéré		4	Assez difficile	13	Léger
11	Assez léger	4	Plutôt fort		5	Difficile	20	
12		5	Fort	Lourd	6		25	Modéré
13	Plutôt dur	6			7	Très difficile	35	Assez Dur
14		7	Très fort		8		45	
15	Difficile	8			9		50	Dur, Lourd
16		9			10	Maximal	60	
17	Très dur	10	Très très fort	Presque maximal			70	Très dur
18		*	Maximal				80	
19	Très très dur						90	Extrêmement dur
20							100	« Max » (presque maximal)
							110	
							120	
							*	Maximum absolu

Tableau 7 : Principales échelles basées sur la perception de l'effort (Échelles RPE)

## Calcul de la charge d'entraînement

$$CE = \text{Durée de la séance} \times \text{RPE (ua)}$$

Équation 1 : Calcul de la CE avec la méthode RPE

Le calcul de la CE associe à la durée de l'exercice (paramètre de volume) une cotation choisie par le sportif (paramètre d'intensité). La multiplication entre les deux paramètres détermine une charge d'entraînement exprimée en unités arbitraires (ua) (Tableau 6).

Durée de séance (min)	Indice de séance	Appréciation	Charge d'entraînement (u.a)
60	2	Facile	120
75	7	Très difficile	525

Tableau 6 : Exemple de calcul d'une CE de deux séances avec la méthode Séance-RPE (d'après Foster 2001)

## Des paramètres spécifiques pour contrôler et valider les programmations des CE

Une programmation réussie des CE s'appuie sur des variations de CE quotidiennes et hebdomadaires maîtrisées. Les facteurs de monotonie<sup>2</sup>, de contrainte<sup>3</sup>, de forme<sup>4</sup> et d'ACR<sup>5</sup> sont des paramètres qui permettent d'encadrer ces variations, en faisant en sorte que les contrastes soient ajustés pour permettre une bonne récupération physique des joueurs entre les séances.

Le deuxième objectif est de veiller à l'équilibre entre les CE et CW de l'ensemble de l'effectif. Les différences de charges entre les joueurs peuvent être liées, comme nous l'avons vu, à des temps de jeu en compétition différents, mais aussi à leur capacité d'adaptation individuelle face aux CE prescrites. Maintenir le meilleur niveau de performance de toute l'équipe tout en protégeant l'intégrité physique des joueurs est la cible à atteindre.

### Analyse : atouts et limites de la méthode RPE CR-10

Le principal atout de la méthode RPE Séance-CR10 est de pouvoir quantifier un grand nombre d'exercices avec une même unité (arbitraire), qu'ils soient à dominante aérobie, intermittente, pliométrique ou de musculation. De plus, ce moyen d'évaluation non invasif ne dépend en rien de la fiabilité d'un matériel technologique sous la responsabilité des joueurs...et ne coûte pas un centime...

### Une méthode subjective sous l'influence de l'humeur des sportifs

La cotation RPE est une cotation subjective, ce qui peut conduire dans certains cas à des notations influencées par le contexte psychologique du sportif au moment de l'évaluation. Un statut de remplaçant, un avenir sportif incertain, pourront par exemple modifier grandement l'état d'humeur du sujet (à prendre en compte par ailleurs). Une plus grande sensibilité psychologique pourrait entraîner de ce fait une surcote d'un exercice perçu comme difficile, et par effet cascade la CE totale de la séance.

### Une méthode qui serait sensible à l'organisation des exercices dans la séance

---

<sup>2</sup> Le facteur de monotonie se calcule en divisant la CE hebdomadaire par son écart-type (doit être inférieure à 2), et témoigne d'un manque de contraste entre les CE quotidiennes

<sup>3</sup> Le facteur de contrainte se calcule en multipliant la CE hebdomadaire par la valeur de la monotonie, et devient un témoin des risques de surmenage et/ou de surentraînement. Si la contrainte est nettement supérieure à la CE (<3000/4000), alors la capacité de performance des sportifs est affectée

<sup>4</sup> Le facteur de forme représente la capacité de performance du moment pour le sportif (valeur de CE de la semaine -valeur de la contrainte)

<sup>5</sup> L'ACR « Acute Chronic Ratio » est un ratio proposé par Gabbett, et a pour objectif de témoigner des CE trop contrastées entre celle de la semaine en cours en comparaison avec la moyenne des 4 semaines précédentes

La méthode CR10-RPE proposée par Foster, repose sur une appréciation globale de l'intensité de la séance. Or, selon la position d'un exercice de très haute intensité et de CE élevée dans la séance, l'hypothèse pourrait être faite que ce dernier, lorsqu'il est placé à la fin, pourrait influencer la note finale, malgré les recommandations du protocole initial qui préconise d'attendre 30min après la fin de l'entraînement pour recueillir les appréciations des joueurs.

Une étude récente, confrontant 3 types d'exercices de très hautes intensités (intermittent, PMA et répétitions de sprints) remarque pour sa part que l'organisation des exercices peut influencer largement les CE.

### **Une méthode globale qui ne permet pas une quantification détaillée des séances**

La méthode RPE CR-10 quantifie la CE de manière globale, et ne permet pas une évaluation individuelle de chaque exercice, ce qui limite les possibilités d'analyse.

### **Problématiques et questionnements**

Le choix de la méthode de quantification est l'élément central pour un contrôle précis des charges d'entraînement des séances et semaines de travail. Nous pouvons légitimement nous poser la question de savoir laquelle retenir pour le football, au regard de la grande variété d'intensités prescrites lors des diverses situations d'entraînement. Ces dernières, qui intègrent des efforts aérobies, continus, mais aussi intermittents et de répétitions de sprints, nécessitent idéalement l'utilisation d'un marqueur d'intensité commun.

Les exercices intégrés et contextualisés à haute et très haute intensité sont les compléments quotidiens de situations analytiques, dont l'organisation au sein d'une séance n'est pas forcément sans conséquence sur la perception de l'effort final et les adaptations physiologiques.

Si la méthode RPE semble être utilisée en majorité par les clubs amateurs et professionnels, elle n'est pas conçue au départ pour quantifier les exercices spécifiques au football. Fondée sur ses corrélations avec différents témoins physiologiques, notamment la fréquence cardiaque, elle est élaborée à l'origine pour quantifier des séances d'entraînement aérobies dans leur globalité.



Le contexte particulier du football professionnel met également en avant les limites de cette notation globale, les joueurs pouvant être influencés au moment de leur notation, selon leur humeur, par un exercice difficile placé en fin de séance.

Face à ce constat, une nouvelle méthode RPE (Exercice-CR10), additionnant les cotations de chaque exercice, présente une solution digne d'intérêt pour les entraîneurs désireux d'étudier les CE de chaque composante de la séance. L'avantage de cette dernière est de relativiser la CE d'un seul exercice dans la notation globale.

## Perspectives



Une de mes études<sup>6</sup> a validé scientifiquement une méthode RPE par exercice qui permet une analyse qualitative des CE par exercice et/ou par catégories d'exercices. En complément et pour une application spécifique au football, le choix d'un RPE « musculaire » pourrait permettre également d'identifier avec plus de précision les CE et les délais de récupération, en relation avec

les différents types de fatigue que nous étudions dans l'expérimentation présentée dans le pilier n°4.

Cette méthodologie peut s'appliquer à tous les exercices spécifiques au football et aux jeux réduits en particulier, dont les effets sont les plus difficiles à appréhender.

---

<sup>6</sup> <http://dx.doi.org/10.1016/j.scispo.2017.03.004>



## Ce qu'il faut retenir sur les méthodes de quantification de la CE

- *La CE est la combinaison de 3 paramètres, le Volume, l'Intensité et la Fréquence*
- *La CE externe représente ce qui est imposé au joueur lors d'un exercice (ex : distance à parcourir, nombre de sprints à effectuer)*
- *La CE interne témoigne de ce qui est vécu par le joueur lors d'un exercice (ex : réponse cardiaque, lactatémie, notation RPE)*
- *La méthode RPE « Séance CR-10 » est une méthode facile à utiliser et validée scientifiquement pour quantifier les CE de certains types d'exercices.*
- *Cependant, cette méthode présente plusieurs limites, comme le fait de ne pas pouvoir évaluer distinctement chaque composante de la séance d'entraînement et d'être sensible à l'humeur des sportifs.*
- *La nouvelle méthode RPE « Exercice CR-10 » semble être pour sa part plus pertinente pour répondre à la spécificité des exercices et des séances de football*

**La quantification des CE est une étape essentielle de la gestion de l'entraînement. Cependant, il convient d'être prudent quant au choix de la méthode, sans oublier que son objectif final est de permettre une bonne gestion des programmes d'entraînement**

---



## Pilier 4 : Appréhender les effets physiques et physiologiques induits par les variations de volume et d'intensité des exercices et séances d'entraînement

Une des problématiques majeures des préparateurs physiques est celle de connaître avec précision les effets de leurs contenus d'entraînement, et notamment ceux associés aux variations de volume et d'intensité des exercices et des séances, pour permettre les adaptations physiologiques recherchées et le maintien d'une forme optimale tout au long de la saison.



Le protocole expérimental que je vais vous présenter a été construit pour tenter de répondre à la problématique de la bonne connaissance des effets sur les performances physiques, de l'augmentation du volume d'exercices spécifiques au football, réalisés à hautes intensités. Il est présenté dans sa traduction française et fait référence à un de mes articles originaux publié en mars 2018 dans la revue internationale « Science and Medicine in Football ». Il a pour but de vous sensibiliser à la

méthodologie qu'il convient d'adopter dans une démarche scientifique. Cette étude a été soutenue par la FFF en collaboration avec l'université de Paris Descartes et le club de football du Stade de Reims (Ligue 1).

Afin de ne pas effrayer les non-initiés, j'ai volontairement simplifié son contenu ainsi que la présentation des résultats, en ne mentionnant aucune valeur statistique. Pour les plus aguerris, vous pourrez retrouver l'ensemble de ces dernières dans l'article original<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> <https://doi.org/10.1080/24733938.2018.1486038>

# « Effets sur les performances physiques, de l'augmentation du volume d'exercices spécifiques au football, réalisés à hautes intensités »



## INTRODUCTION

Dans le football de haut niveau, l'évolution du jeu nécessite de développer de manière importante les qualités aérobies et de puissance musculaire [1] [2]. Basés sur ces qualités, les joueurs de l'élite sont capables de répéter des courses de hautes intensités avec des temps de récupération aléatoires [3, 4]. Si pendant des années les exercices analytiques (sans ballon) ont pris une place majeure dans la préparation physique du joueur, depuis plus de deux décennies, les entraîneurs proposent des exercices physiques spécifiques, effectués avec le ballon (exercices techniques, technico-tactiques « intégrés » et/ou jeux réduits « contextualisés ») [5, 6]. L'objectif de ces exercices est de se rapprocher le plus possible des exigences des matchs de compétition [7, 8]. Plusieurs auteurs ont comparé les effets physiologiques des exercices analytiques en comparaison avec ceux effectués avec ballon, et ont confirmé que certains étaient aussi efficaces pour maintenir les qualités, notamment celles sur le plan aérobies [9-11]. D'autres qualités comme la capacité à répéter les sprints peuvent également être travaillées grâce à ces exercices intégrés ou contextualisés [7].



Au cours des années 80, le travail physique des joueurs de football a été fortement influencé par le travail aérobie avec une part croissante des exercices par « intervalle » effectués de manière analytique [12, 13]. De principe, les exercices réalisés à des intensités proches de la capacité maximale aérobie pourraient être considérés comme des exercices à « haute intensité », ceux de sprints et de puissance musculaire maximale comme des exercices à « très haute intensité ».

De nos jours, le terme « d'entraînement par intervalles à haute intensité » est plus fréquemment utilisé [3], et conduit à quatre formes d'exercices :

- ⇒ Intervalles courts
- ⇒ Intervalles longs
- ⇒ Les séquences de répétitions de sprints
- ⇒ Les courses intermittentes

En football, ces exercices intermittents à hautes intensités sont prescrits principalement avec ballon, soit sous forme de jeux réduits [14, 15] soit sous forme d'exercices technico-tactiques spécifiques [7, 16]. Les jeux réduits sont susceptibles de solliciter les groupes musculaires de la même manière qu'en compétition, au même titre que les compétences techniques et tactiques. De plus, les jeux réduits sont souvent cités pour être de bons moyens d'améliorer les capacités aérobies [17]. Différents types d'organisation peuvent être programmés lors de ces jeux, avec des rapports d'opposition variables (3 vs. 3, 4 vs. 4, 5 vs. 5, avec ou sans gardiens de but) [18]. A l'inverse, des exercices reposant sur des intervalles courts, longs ou sur des sprints répétés, selon les objectifs des entraîneurs, peuvent être réalisés sans adversaire [16, 19, 20]. Les charges d'entraînement (CE) sont définies par la combinaison de trois paramètres, le volume, l'intensité et la fréquence des exercices ou des séances [21].

Les programmes d'entraînement et leurs CE associées sont prescrits pour tenter d'obtenir les meilleures adaptations physiologiques possibles, en réduisant autant que possible, les risques de blessure et de fatigue [22, 23]. Associées aux changements de performances, les notations des indices d'état (fatigue, stress, courbature, qualité du sommeil) peuvent être un moyen supplémentaire pour évaluer au quotidien les facteurs de fatigue [24]. Parmi les paramètres des jeux réduits, le volume est certainement un des paramètres les plus simples à ajuster. Ce dernier permet de modifier les effets de l'exercice, alors que les changements de règles, les dimensions du terrain et le nombre de joueurs sont étroitement liés et influencent conjointement ces effets [18]. A titre d'exemple, Fanchini *et al.* ont signalé qu'une augmentation de deux fois le volume d'un jeu réduit augmentait l'intensité, alors qu'une augmentation par trois la diminuait, sans aucun effet sur les actions techniques [25].

Néanmoins, très peu d'études ont analysé les effets des variations de volume des exercices spécifiques au football, effectués à des intensités élevées, sur les performances à court ou moyen terme.

L'objectif de cette étude est d'analyser les effets de l'augmentation du volume des exercices sur les capacités de performance physique des joueurs, suite à des exercices spécifiques au football effectués à des intensités élevées et très élevées (respectivement à la vitesse maximale aérobie et en sprint).

Les effets de l'augmentation des volumes ont été évalués à travers les réponses de fréquence cardiaque et de lactate sanguin, mais aussi par le suivi de performances en détente verticale et de courses.



## MÉTHODE

### Approche expérimentale

- Cette étude a été réalisée avec une équipe de jeunes footballeurs professionnels (centre de formation d'un club de Ligue 1), lors de la première période de compétition de la saison 2015-2016.
- Six séances spécifiques de football, une à dominante « jeux réduits » (réalisée à des volumes faible et élevé) et deux exercices spécifiques (réalisés avec des volumes identiques) ont été construites au regard des entraînements habituellement programmés au haut niveau, et en comparaison avec des séances déjà présentées dans des études antérieures [18, 25] (Figure 9).
- Lors de chaque séance, après un échauffement standardisé, six joueurs ont effectué, dans un ordre aléatoire, un exercice spécifique à un faible volume, tandis que six autres effectuaient le même exercice, mais avec un volume élevé (volume faible multiplié par 3).
- A la suite de cet exercice, un jeu en opposition de fin d'entraînement a été réalisé. Quand les trois premières séances ont été effectuées, les joueurs ont réalisé, en complément et de manière aléatoire, les séances aux volumes faibles ou élevés qu'ils n'avaient pas réalisés auparavant.
- Les effets de fatigue aiguë et différée ont été évalués en utilisant des enregistrements de fréquence cardiaque (FC), les performances en saut en

contre-mouvement (CMJ), le suivi d'indices d'état matinaux, la concentration de lactate sanguin, et des données GPS.

- Toutes les séances ont été effectuées sur le même terrain synthétique, dans des conditions météorologiques identiques (14°C à 18°C), le taux d'humidité variant de 72 à 82%, les mêmes jours (mardi et mercredi) et aux mêmes heures (respectivement, 16h30 et 8h45).
- Tous les joueurs ont reçu des instructions afin de consommer un repas le midi à base d'hydrates de carbone, au moins trois heures avant le début de l'entraînement (repas pris en commun). L'hydratation des joueurs a été basée sur l'ingestion de boissons d'effort glucosées.
- Aucun entraînement intense n'a été programmé dans les 48h précédant les séances, pour respecter le temps nécessaire à la restauration du glycogène musculaire et des autres composantes physiologiques [26, 27].



## Sujets

Douze jeunes joueurs professionnels de football, de la même équipe, ont pris part à cette expérimentation. Leur fréquence d'entraînement était d'au moins 6 séances par semaine, avec un match de compétition le week-end.

Les moyennes d'âge, taille, poids du corps, le FC maximale (FC max), la vitesse maximale aérobie (VMA) et la puissance musculaire (CMJ) étaient les suivantes :  $18,8 \pm 1$  ans (tranche d'âge : 18 à 20 ans),  $181,1 \pm 6,7$  cm,  $75,5 \pm 6,6$  kg,  $190,2 \pm 6,3$  kg  $17,3 \pm 0,9$  km.h<sup>-1</sup> et  $41,6 \pm 3,6$  cm.

## Procédures



### *Évaluation de la VMA*

Une semaine avant le début de l'étude, tous les joueurs ont réalisé un test de terrain « Vameval », test progressif jusqu'à épuisement, sur une piste de 200m afin de déterminer la vitesse de course associée à la consommation maximale d'oxygène (VMA) [28]. La vitesse de course de ce test au premier palier est fixée

à  $8 \text{ km.h}^{-1}$  et augmente de  $0.5 \text{ km.h}^{-1}$  chaque minute. Le dernier palier complété, ainsi que le temps passé dans ce dernier palier, correspond à la VMA [29]



### *Échauffement*

Chaque séance était précédée du même échauffement : course lente, mouvements globaux puis spécifiques, étirements activo-dynamiques, sprints et exercices techniques avec ballons. Le même protocole était reconduit le lendemain matin suivant les séances, pour les tests CMJ.



### *Exercice spécifique à dominante « aérobie »*

Cet exercice consistait à une action offensive entre deux attaquants, un axial, l'autre excentré. Après une passe en profondeur de la part du joueur axial, le joueur de couloir devait déborder et centrer dans une zone délimitée (5x5m près du point de penalty). L'attaquant de pointe tentait de marquer. A la fin de l'action, les deux joueurs devaient revenir à leur position de départ le plus vite possible afin de respecter le temps imparti à la séquence. Aucune limite du nombre de touche de balle n'a été exigée et les joueurs ont changé de poste à chaque nouvelle séquence.

Le volume faible était fixé à 7min (1 série de 10 courses « Aller-Retour » à 100% de VMA) pour un ratio travail-récupération de 15-30s, et de 21min pour le volume élevé (3 séries de 10 courses). La récupération entre les efforts et séries (3min) a été fixée à 50% de VMA. L'intensité des courses était définie au préalable, individualisée en fonction des niveaux de VMA.

Dans le but de tenir compte du temps lié au changement de direction et celui nécessaire aux enchaînements techniques, un coefficient de correction des distances a été appliqué [30].



## Exercice spécifique à dominante « sprint »

Cet exercice consistait à réaliser un sprint à vitesse maximale, sur une distance de 30m, en direction du but adverse, suivi d'un changement de direction avant de recevoir un ballon transmis par l'entraîneur. Après un contrôle de balle, le joueur tentait de marquer. Afin d'atteindre une intensité maximale, les deux groupes de travail ont été placés côte à côte, les joueurs étant en compétition sous forme de duel 1 vs. 1. Pour entretenir une motivation permanente, le score était pris en compte et annoncé à chaque passage.

Le volume faible était fixé à 7min (1 série de 7 sprints) pour un ratio temps de travail/temps de récupération de 10-50s, et de 21min pour le volume élevé (3 séries de 7 sprints). Le temps de récupération entre les séries (3min) était effectué de manière passive. Le seuil d'accélération retenu était de  $5,5\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ , pour valider l'intensité du sprint [31].

## Jeux réduits

Le jeu réduit était structuré sur la base d'une opposition à 3 vs. 3 incluant les gardiens, avec des buts aux dimensions normales (2,44x7,32m). La dimension du terrain (longueur x largeur) était de 38x25m. Quand le ballon sortait du terrain, le jeu reprenait le plus vite possible à partir des gardiens. Le système de défense était défini sous forme de marquage individuel dans la zone. Les hors-jeu n'étaient pas pris en compte. Les joueurs n'étaient autorisés qu'à deux touches de balle.

Le volume faible était fixé à 7min (2 séries de 3-1min), et le volume élevé à 23min, (6 séries de 3-1min). La durée de travail pour ces jeux réduits, lors du volume élevé, était légèrement supérieure à celle des autres exercices (+2min), afin de respecter le même coefficient d'augmentation entre les volumes faibles et élevés (x3).

## Jeu de fin de séance

Ce jeu final, qui clôturait la séance d'entraînement, se présentait sous la forme d'une opposition à 6 vs. 6 avec gardiens de but et a été réalisé 5 minutes après la fin des exercices spécifiques de football. La dimension du terrain était de 67x43m, avec des buts de dimensions normales (2.44x7.32m). Quand le ballon

sortait de l'air de jeu, il était immédiatement remplacé grâce à des sources de balle placées dans les buts et tout le long des lignes délimitant le terrain. Le système défensif employé était basé sur le marquage de zone. La règle du hors-jeu était prise en compte. Les joueurs étaient autorisés à 3 touches de balle. L'organisation des équipes reposait sur 3 défenseurs, 2 milieux de terrain et un attaquant.

Le temps de jeu était fixé à 2 séquences de 7min, entrecoupées d'une pause de 3min (passive).

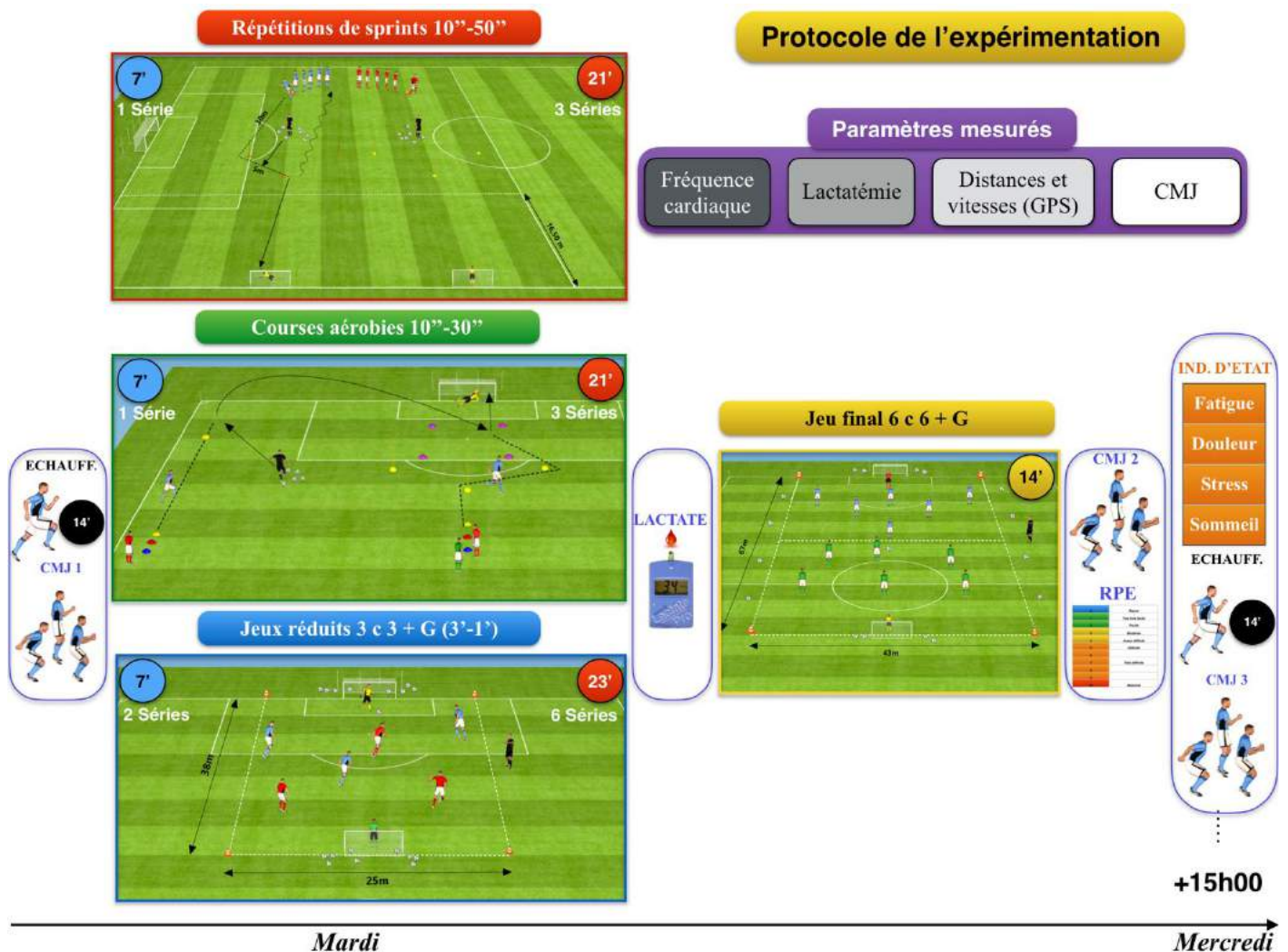
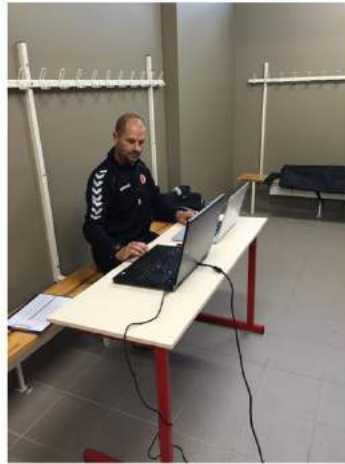


Figure 9 : Protocole simplifié de l'expérimentation



## *Évaluation de la puissance musculaire*

Des tests de détente verticale (CMJ), avec un système de mesure infrarouge (Optojump Next©kit, Microgate, Bolzano, Italie), ont été réalisés après l'échauffement (CMJ-1), après la séance (CMJ-2) et le lendemain matin suivant la séance (CMJ-3). Les joueurs ont réalisé une série de quatre répétitions de CMJ, avec un temps de récupération de 20s entre chaque saut.



Les conditions de réalisation du saut vertical ont été standardisées, imposant un angle de 90° au niveau des genoux, en position de départ, mains sur les hanches tout au long du saut, en interdisant tout déplacement latéral ou en avant, les jambes tendues au moment de la réception du saut. Tout saut qui ne respectait pas l'ensemble de ces critères a été exclu et remplacé par un nouvel essai. La moyenne des valeurs des trois meilleurs sauts a été retenue et prise en compte dans l'analyse, pour valider la précision des mesures, comme recommandé par Taylor et Cormack [32, 33]. La hauteur maximale de saut a été retenue comme variable dépendante.

Ces tests ont été effectués pour évaluer les possibles changements de performance, suite à l'augmentation des volumes des exercices.



## *Quantification de la charge d'entraînement*

Pour une meilleure compréhension des effets des exercices, l'augmentation du volume des exercices a été également exprimée par l'intermédiaire de calculs des CE individuelles. La CE a été quantifiée par l'intermédiaire de la méthode de la perception de l'effort (RPE), s'appuyant sur l'échelle « Category Ratio » (CR-10) décrite par Borg [34] et modifiée par Foster [22]. L'échelle originale CR10 de Borg a été modifiée avec des graduations verbales (de repos, 0, à intensité maximale de l'exercice, 10) en demandant au sujet de définir une note globale de l'intensité de l'exercice. Cette note de perception de l'effort fournie par le

joueur a été multipliée par la durée entière de la séance (en minute) à partir de l'équation suivante :

$$CE = \text{durée} \times CR - 10$$

Équation 2 : Calcul de la CE avec la méthode RPE

Chaque note RPE a été relevée environ 30min après chaque séance, afin de s'assurer que l'effort perçu renvoyait bien à tout l'entraînement plutôt qu'à l'intensité du dernier exercice. Tous les joueurs ont été familiarisés avec cette échelle de perception de l'effort avant le début de l'étude (échelle utilisée au quotidien par le préparateur physique).



### *Concentration de lactate sanguin*

Des micro-prélèvements sanguins ont été effectués à la pulpe du doigt dans les 3min qui ont suivi chaque exercice, et ont été analysés avec le nouvel appareil de mesure Lactate pro II (référence LT1730, Arkray, Kyoto, Japon) [35]. Des échantillons de sang ont été prélevés sur chaque joueur, lors de chaque exercice, et dans le même ordre si possible. Tous les appareils de mesure étaient neufs au début de l'étude, avec une calibration automatique.



### *Enregistrement de la fréquence cardiaque*

La FC a été mesurée et enregistrée au repos, ainsi que toutes les 5s pendant chaque séance d'entraînement, en utilisant des récepteurs et émetteurs de FC codés individuellement, pour éviter tous les risques d'interférence (système Polar® Team2, Kempele, Finlande). La plus haute FC enregistrée lors du test VMA a été considérée comme la FC maximale. Les FC d'entraînement ont été exprimées sous forme de pourcentages de la FC maximale et classées en cinq zones: 50-60%, 60-70%, 70-80%, 80-90%, et 90-100% de la FC maximale, comme proposé par Edwards [36].



## Caractéristiques des mesures GPS

Une unité GPS Fieldwiz (Advanced Sport Instrument, 10 Hz, Suisse) a été placée dans le dos des joueurs, dans une brassière prévue à cet effet. Les données de chaque récepteur ont été traitées de la même manière et extraites à l'aide de la plate-forme Cloud spécifique (<http://upload.fieldwiz.com>).

Pour les hautes intensités, deux paramètres de fréquence d'exercice ont été retenus, un pour le sprint (nombre de sprints supérieurs à 23 km.h<sup>-1</sup> pour une période de temps donné) et un pour les accélérations (nombre d'accélérations supérieures à 4 m.s<sup>-2</sup> pour une période de temps donné).



### Indices d'état

Un questionnaire psycho-physiologique a été utilisé après 15 heures de repos, pour évaluer les indices d'état des joueurs. Le questionnaire était composé de 4 questions relatives aux courbatures musculaires (DOMS), à la fatigue générale, au stress et à la qualité du sommeil. Chaque question a été notée sur une échelle de 1 à 7 points, ces notes correspondant respectivement à « *très très mauvais* » et « *très très bon* » (Tableau 7) [24].

Variables	
Stress	
1	No stress
2	Very low
3	Low
4	Moderate
5	Important
6	Very important
7	Maximal
Fatigue	
1	No fatigue
2	Very low
3	Low
4	Moderate
5	Important
6	Very important
7	Maximal
Delayed onset muscle soreness	
1	No pain
2	Very low muscular fatigue
3	Low muscular fatigue
4	Muscular fatigue
5	Low muscular pain
6	Moderate muscular pain
7	Very important muscular pain
Sleep	
1	Excellent
2	Very good
3	Good
4	Moderate
5	Bad
6	Very bad without insomnia
7	Very bad with insomnia

Tableau 7 : Indices d'état de Hooper



## RÉSULTATS



### Charge d'entraînement

- o L'augmentation du volume d'exercice a induit une augmentation similaire de la CE pour les trois types de séances.
- o Les CE des séances « jeux réduits » sont plus élevées que celles des séances « courses aérobies », pour les deux volumes d'exercices.



- Tous les joueurs ont reproduit les accélérations attendues durant les exercices de sprints, quel que soit le volume, en accord avec la valeur du seuil d'accélération retenu.
- Les pics de vitesse (vitesse maximale) des courses étaient supérieurs lors des exercices de sprints par rapport aux exercices à dominante aérobie et jeux réduits, quel que soit le niveau du volume des exercices.
- L'augmentation de volume lors des jeux réduits a provoqué une baisse de la vitesse relative moyenne.
- Au cours de la séance « jeux réduits », associée au volume élevé, la distance réalisée lors de la dernière séquence de 3 min a été plus faible au regard de la première (6/6).
- Pour la séance à dominante aérobie, aucune différence n'a été observée concernant le ratio de fréquence de sprints, au regard des deux volumes d'exercices, faible ou élevé, contrairement aux jeux réduits.
- Le ratio de fréquence de sprints a été plus élevé lors de la séance de répétitions de sprints en comparaison avec les séances à dominante aérobie et jeux réduits, pour le faible volume mais aussi pour le volume élevé.
- Pour la séance à dominante aérobie, il a été observé que le ratio de fréquence d'accélération n'a pas évolué lors du passage du volume faible à élevé. La même observation a pu être faite pour les exercices de répétitions de sprints et ceux de jeux réduits.
- Le ratio de fréquence d'accélération des jeux réduits a été plus faible que ceux des exercices aérobies et répétitions de sprints pour le volume faible. Pour le volume élevé, le ratio de l'exercice aérobie a été plus élevé que celui de la séance de répétitions de sprints, celui de cette dernière étant plus élevé que celui de l'exercice de jeux réduits.
- La moyenne des FC lors des jeux réduits était plus élevée que celles des séances de sprints, pour les deux volumes d'exercices, et la moyenne de FC lors de la séance de courses aérobies a été plus haute que celle de la séance de sprint pour le volume élevé.

- Lors des jeux réduits, le pourcentage de temps passé dans la zone 5 a significativement augmenté entre le volume faible et le volume élevé d'exercice, contrairement à la baisse du temps passé dans la zone 4 quand le volume de l'exercice a augmenté.
- Lors des jeux réduits réalisés avec un volume élevé, la répétition du nombre de séquences a induit une augmentation de la FC, entre la première séquence de 3min et la dernière.
- Lors du volume faible d'exercice, les moyennes de FC relevées lors du jeu final, à la suite des jeux réduits, étaient plus hautes que celles suivant les exercices de répétitions de sprints. L'augmentation du volume d'exercice n'a pas affecté la FC moyenne lors du jeu final, quel que soit le type d'exercice.
- L'augmentation du volume d'exercice n'a induit aucun changement significatif au niveau des concentrations de lactate sanguin lors des séances de répétitions de sprints, ni lors des séances aérobies.
- Les concentrations de lactate sanguins, lors des exercices de jeux réduits, pour le volume élevé, étaient plus hautes que celles des exercices aérobies et celles des exercices de sprints.



### *Puissance musculaire*

- Aucune différence dans les performances de détente verticale n'a été observée entre CMJ-1 et CMJ-2, quel que soit la séance et le volume d'exercice réalisé.
- Lors des exercices spécifiques (sprints et aérobies), les valeurs de CMJ-3 étaient plus basses que celles des CMJ-1 à la suite du volume faible ainsi que celles des CMJ-2.
- Les mêmes résultats ont été observés avec les volumes élevés : CMJ-3 était plus bas que CMJ-2 et que CMJ-1.
- Seules les valeurs de CMJ-3, enregistrées après les volumes élevés, lors des séances de sprints, apparaissaient plus basses par rapport au volume faible.

- En revanche, aucune différence en hauteur de saut n'a été observée entre les performances des CMJ-2 et CMJ-3 lors des séances de jeux réduits, quel que soit le volume réalisé.



### *Jeu final de séance*

- L'augmentation du volume des exercices n'a pas affecté les distances totales parcourues durant le dernier jeu clôturant les séances. Cependant, les distances totales parcourues ont été plus basses après les jeux réduits par rapport aux exercices aérobies, pour le volume faible et pour le volume élevé.



### *Indices d'état*

- Malgré l'augmentation du volume d'exercice, aucune différence de valeurs pour les quatre indices d'état (fatigue, courbature musculaire, stress et qualité du sommeil) n'a été relevée le lendemain matin.



### *Relations entre les réponses physiologiques des exercices et les paramètres d'exercice*

- Les moyennes de FC des séances et les distances de course apparaissent corrélées<sup>8</sup>, ainsi que des changements de volume d'exercice sur la relation entre les FC moyennes et les distances de course en sprints, en courses aérobies et les jeux réduits.
- Les changements de FC liés au passage du volume d'exercice faible à élevé n'étaient pas corrélés aux pertes de distance de course lors du jeu final.
- Le ratio de fréquence de sprints des séances et la diminution de performance en CMJ-3 (par rapport au CMJ-1) sont apparues corrélées, contrairement aux diminutions de performances lors des CMJ-2. Les

---

<sup>8</sup> Corrélation entre deux ou plusieurs variables : c'est l'intensité de la liaison qui peut exister entre ces variables. Le coefficient de corrélation « r » est compris entre -1 et 1. Plus la valeur se rapproche de 1, plus le niveau de relation est important entre ces variables



baisses de performances en CMJ-3 ont été également corrélées avec le nombre total de sprints effectués lors des séances.



## DISCUSSION

L'objectif de cette étude était d'analyser les effets, sur les performances physiques, de l'augmentation du volume d'exercices spécifiques au football, réalisés à haute et très haute intensité. Les principaux résultats sont les suivants :

- L'augmentation du volume des exercices sous forme de jeux réduits induit des baisses de performance aiguës
- Les deux autres exercices spécifiques laissent apparaître une fatigue différée, comme en témoignent des baisses de performance de détente verticale le lendemain matin suivant les séances.

### *Baisses de performance aiguës*



Lors des séances de répétitions de sprints et de courses aérobies, les fréquences de sprints et d'accélérations n'ont pas évolué avec l'augmentation du volume des exercices. En revanche, elles ont été plus basses lors des jeux réduits en comparaison avec les exercices spécifiques aérobies et sprints. La fréquence de sprints lors des jeux réduits a diminué avec l'augmentation du volume d'exercice. De toute évidence, les faibles valeurs enregistrées en sprints et en accélérations lors des jeux réduits sont dues au format de l'exercice, qui ne permettait pas de réaliser de grandes distances de courses, réduisant ainsi la possibilité d'atteindre des vitesses élevées.

Les FC moyennes lors des exercices de jeux réduits et courses aérobies étaient plus élevées que celles enregistrées lors des exercices de sprints. Les jeux réduits, effectués avec un volume élevé, ont permis l'atteinte des plus fortes moyennes de FC, proches des FC maximales. Par ailleurs, lors des jeux réduits, la distribution du temps passé dans les différentes zones de FC a évolué sous l'influence de l'augmentation du volume. Le temps passé dans la zone supérieure (90-100% de la FCmax) a augmenté de plus de 23%, alors que le temps passé dans la zone de 80 à 90% a diminué dans des proportions similaires. Ces observations sont en contradiction avec une étude précédente qui montre une augmentation de la FC moyenne des exercices lorsque le volume évolue de 2 à 4 min, mais également une diminution de cette dernière lorsque le volume passe de 4 à 6 min [25]. Dans la présente étude, une dérive des FC a été observée avec l'augmentation du volume d'exercice au cours des jeux réduits, en même temps qu'une diminution de la distance de course enregistrée dans les 3 dernières minutes de l'exercice. En outre, les changements des moyennes de FC ainsi que la distance parcourue lors des séances à volume faible et élevé sont corrélés de manière significative.



La diminution des distances de course est peut-être la contrepartie de l'augmentation des FC, justifiant les effets de la fatigue aiguë des séances de jeux réduits. L'augmentation du volume d'exercice a également entraîné une augmentation des concentrations de lactate sanguin lors des séances de jeux réduits, augmentation qui n'a pas été observée dans les deux autres séances. Cependant, aucune relation n'est apparue entre le lactate sanguin et les paramètres de performance physique.

Les FC moyennes enregistrées pendant le jeu final ne sont, ni influencées par le nombre de séries, ni par le type d'exercice effectué. L'augmentation du volume d'exercice n'a eu aucun effet sur la distance totale parcourue lors de cette dernière opposition. Cependant, les distances parcourues après les séances de jeux réduits étaient plus faibles en comparaison avec celles des séances intégrant des courses aérobies. Les protocoles des jeux réduits ont induit les FC et les concentrations de lactate sanguin les plus élevées. Les changements de FC sont liés à ceux des distances de course, ce qui met en

évidence les effets d'une possible fatigue aiguë provenant des jeux réduits, également corroborée par des distances de course réduites dans le jeu final.

### *Baisses de performances différées*



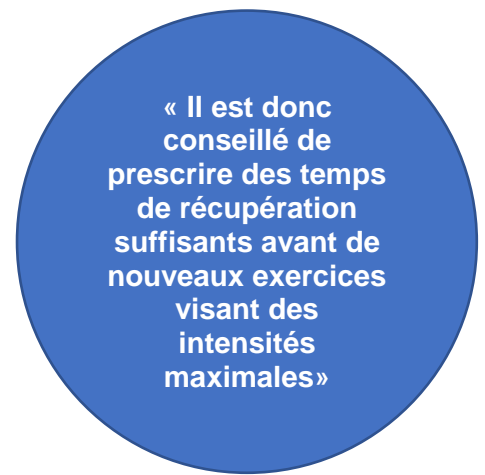
Après une nuit de récupération (+15 heures), des baisses de performance en CMJ ont été observées suite aux exercices de répétitions de sprints et de courses aérobies, pour les volumes faibles et élevés. Toutefois, pour le volume élevé, les baisses de performances lors des séances d'exercices de répétitions de sprints sont apparues plus importantes que celles observées après les séances d'exercices aérobies.

À la suite des jeux réduits, aucune diminution des performances de saut n'a été notée, malgré les effets aigus de la séance sur les FC, le lactate sanguin et la fréquence de sprint.

La comparaison entre séances souligne le fait que les diminutions de CMJ, observées après les séances de sprints et de courses aérobies, sont fortement liées aux hautes fréquences de sprints, accélérations et vitesses maximales enregistrées. La baisse de performance de saut la plus élevée apparaît suite au volume d'exercice élevé de la séance intégrant les répétitions de sprints, cette dernière présentant les paramètres d'intensité les plus hauts (vitesses maximales, fréquences de sprints et accélérations).

Les baisses de performances en détente verticale ont été corrélées à la fréquence de sprint des séances et au nombre de sprints. Ces effets négatifs de l'intensité apparaissent combinés à un effet de volume lors des exercices de sprints. Par conséquent, ces effets négatifs induits et observés sur les performances de saut, principalement après les exercices de sprints, soulignent les sollicitations physiologiques spécifiques des exercices en fonction de leur intensité (Figure 10).

Les baisses de performance en CMJ après des exercices de football ont déjà été analysées dans la littérature, mais à notre connaissance, rarement après des exercices d'intensités élevées et très élevées. Il a été mentionné par ailleurs que



des exercices physiques intenses étaient susceptibles de réduire les performances en CMJ [37, 38]. Sjökvist *et al.* ont signalé des baisses différées de performance en sauts, similaires aux nôtres, mais avec des volumes d'exercices significativement plus élevés que ceux observés dans notre protocole (50 vs. 23min) [39]. Dans cette étude, des baisses de performance en CMJ ont été observées après 24h de récupération (mais pas après 48 et 72h), suite à une séance d'entraînement de football. En soulignant l'importance majeure de la puissance maximale dans le football, ces performances réduites en CMJ le lendemain matin après des séances de répétitions de sprints, mettent en évidence les effets négatifs potentiels de ces exercices sur la capacité de performance en football. Cette perte de puissance est observée 15 heures après les séances, ce qui suggère que les joueurs sont encore en phase de récupération et ne sont pas en mesure d'exprimer leur capacité de performance au meilleur niveau possible. Il est donc conseillé de prescrire des temps de récupération suffisants avant de programmer de nouveaux exercices visant des intensités maximales.



Figure 10 : Sollicitations physiologiques en fonction des intensités de course et niveau de fatigue associé

### *Suivi des indices d'état*

Le suivi des indices d'état est un moyen utile pour surveiller les réponses positives ou négatives à l'entraînement, liées aux variations des CE lors des périodes de présaison [40]. Une étude précédente a rapporté une relation entre les variations des indices d'état avec les distances de courses à haute intensité durant une phase de compétition, tandis qu'aucune relation n'a été mise en avant entre les courbatures musculaires, la qualité du sommeil et des données d'entraînement [41]. Un niveau minimum de volume et d'intensité d'entraînement semble nécessaire pour induire des modifications aiguës des notations des indices d'état. Ceci est suggéré par certaines publications qui montrent que l'augmentation de la fatigue, des courbatures musculaires et un sommeil perturbé sont liés à une CE élevée [41, 42]. Lorsque de faibles CE sont programmées après les matchs de compétition, les variations de notation des

indices d'état sont également faibles [43]. Dans notre étude, les notations sont restées inchangées, malgré la réalisation d'exercice d'intensités très élevées, ce qui suggère que le volume d'une seule séance était insuffisant pour influencer de telles mesures. Plus précisément, les mesures des indices de bien-être sont susceptibles d'être sensibles à l'accumulation des CE des séances, décrivant certains effets retardés et cumulés des entraînements, ce qui n'a pas été le cas, à priori, de notre protocole [42, 44].



## LIMITES DE L'ETUDE

La présente étude a été effectuée avec des joueurs de football de l'élite, pendant la saison compétitive, ce qui pourrait mettre en lumière certaines limites méthodologiques de notre étude. En effet, celle-ci a proposé des situations pratiques sur le terrain, d'où la difficulté d'avoir un contrôle total et similaire de l'activité de chaque sujet. Cela pourrait expliquer certaines variations interindividuelles issues des paramètres des exercices. Par ailleurs, certains effets négatifs aigus et retardés ont été observés à la suite des exercices spécifiques et des jeux réduits. Malheureusement, en raison du contexte d'entraînement et de compétition, nous n'avons pas été en mesure d'observer ces effets dans des délais prolongés, bien que cela aurait représenté de riches informations pour les scientifiques et les entraîneurs. À titre d'exemple, les effets de fatigue aiguë des jeux réduits nécessiteraient des mesures de la capacité aérobie et de marqueurs d'endurance, après des délais minimums de 24 à 48h heures. Cela pourrait être facilement effectué, sans incidence sur le niveau de fatigue, mais cela mettrait les joueurs encore à contribution, ce qui est potentiellement problématique dans un contexte de club professionnel [44, 45].

Pour conclure, si des performances en CMJ ont été réduites après 15 heures de récupération, d'autres mesures auraient permis d'identifier les délais requis pour une récupération totale.



## APPLICATIONS PRATIQUES

Cette étude est la première à analyser les effets de l'augmentation du volume des exercices sur les performances physiques, à partir d'exercices spécifiques au football, effectués à haute et très haute intensité. Cette dernière fournit de

nouvelles informations pour les entraîneurs pour l'optimisation de leurs programmes d'entraînement :

⇒ Tout d'abord, la haute fréquence et le nombre de sprints de la séance de répétitions de sprints, et d'une manière plus modérée le contenu de la séance aérobie, peuvent diminuer la puissance maximale musculaire, même si le volume de l'exercice est faible.

⇒ À la suite de ces séances, un temps de récupération de plus de 15 heures semble nécessaire avant que les joueurs ne puissent exprimer de nouveau entièrement leurs capacités maximales.

⇒ Deuxièmement, les jeux réduits, qui concernent principalement le développement de la puissance maximale aérobie, peuvent entraîner une diminution immédiate de la capacité de performance des joueurs. La dérive des FC, les concentrations de lactate sanguin plus importantes et la fréquence de sprints réduite, enregistrées lors de ces exercices en opposition, soulignent l'augmentation des besoins métaboliques pour réaliser toutes les séquences programmées.

⇒ Selon les objectifs de l'entraîneur, qui peuvent être techniques, tactiques ou physiques, la place des jeux réduits dans la séance doit être adaptée.

⇒ Néanmoins, la présente étude n'a pas analysée les effets induits par les exercices dans des délais prolongés : d'autres études et données restent indispensables pour définir toute la gamme des durées de récupération nécessaires.

## Bibliographie de l'étude



« Sachez que tout article publié dans des revues nationales ou internationales se doit d'être supportée par des références bibliographiques. Je vous livre ci-dessous, la bibliographie sur laquelle je me suis appuyé pour construire la rédaction de mon étude »

1. Bangsbo, J., M. Mohr, and P. Krstrup, *Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player*. J Sports Sci, 2006. **24**(7): p. 665-74.
2. Krstrup, P., et al., *Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance*. Med Sci Sports Exerc, 2006. **38**(6): p. 1165-74.
3. Buchheit, M. and P.B. Laursen, *High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis*. Sports Med, 2013. **43**(5): p. 313-38.
4. Hader, K., et al., *Metabolic Power Requirement of Change of Direction Speed in Young Soccer Players: Not All Is What It Seems*. PLoS One, 2016. **11**(3): p. e0149839.
5. Casamichana, D., et al., *Influence of the Type of Marking and the Number of Players on Physiological and Physical Demands During Sided Games in Soccer*. J Hum Kinet, 2015. **47**: p. 259-68.
6. Impellizzeri, F.M., et al., *Use of RPE-based training load in soccer*. Med Sci Sports Exerc, 2004. **36**(6): p. 1042-7.
7. Knight, T.J., *The Effect of Changing Player Numbers on the Physiological Responses and Time-motion Characteristics of a Soccer-Specific Training Drill*. International Journal of Performance Analysis in Sport, 2015. **15**: p. 452-470.
8. Los Arcos, A., et al., *Effects of Small-Sided Games vs. Interval Training in Aerobic Fitness and Physical Enjoyment in Young Elite Soccer Players*. PLoS One, 2015. **10**(9): p. e0137224.
9. Clarke, N.D., et al., *Fluid provision and metabolic responses to soccer-specific exercise*. Eur J Appl Physiol, 2008. **104**(6): p. 1069-77.
10. Dellal, A., et al., *Heart rate responses during small-sided games and short intermittent running training in elite soccer players: a comparative study*. J Strength Cond Res, 2008. **22**(5): p. 1449-57.
11. Thatcher, R. and A.M. Batterham, *Development and validation of a sport-specific exercise protocol for elite youth soccer players*. J Sports Med Phys Fitness, 2004. **44**(1): p. 15-22.
12. Sarianides, G., *Soccer: Pre-season conditioning and season maintenance for the professional soccer players*. National Strength & Conditioning Association Journal, 1985. **7**(4): p. 46-49.
13. Trachtenberg, A., *Soccer: Conditioning drills for soccer*. National Strength & Conditioning Association Journal, 1988. **10**(4): p. 50-52.
14. Hill-Haas, S.V., et al., *Physiology of small-sided games training in football: a systematic review*. Sports Med, 2011. **41**(3): p. 199-220.
15. Mallo, J. and E. Navarro, *Physical load imposed on soccer players during small-sided training games*. J Sports Med Phys Fitness, 2008. **48**(2): p. 166-71.
16. Kelly, D.M., et al., *The development of a soccer-specific training drill for elite-level players*. J Strength Cond Res, 2013. **27**(4): p. 938-43.
17. Impellizzeri, F.M., et al., *Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players*. Int J Sports Med, 2006. **27**(6): p. 483-92.
18. Little, T. and A.G. Williams, *Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer players*. J Strength Cond Res, 2007. **21**(2): p. 367-71.
19. Condessa, L.A.T.C., C.E ; Coelho, D.B ; Rodrigues, V.M ; Chagas, M.H ; Garcia, E.S, *Analysis and comparison of intensity in specific soccer training sessions*. Motriz, Rio Claro, 2015. **21 n.1**: p. 54-60.
20. Hoff, J., et al., *Soccer specific aerobic endurance training*. Br J Sports Med, 2002. **36**(3): p. 218-21.
21. Taha, T. and S.G. Thomas, *Systems modelling of the relationship between training and performance*. Sports Med, 2003. **33**(14): p. 1061-73.

22. Foster, C., *Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome*. Med Sci Sports Exerc, 1998. **30**(7): p. 1164-8.
23. Malone, J.J., et al., *Seasonal training-load quantification in elite English premier league soccer players*. Int J Sports Physiol Perform, 2015. **10**(4): p. 489-97.
24. Hooper, S.L., et al., *Markers for monitoring overtraining and recovery*. Med Sci Sports Exerc, 1995. **27**(1): p. 106-12.
25. Fanchini, M., et al., *Effect of bout duration on exercise intensity and technical performance of small-sided games in soccer*. J Strength Cond Res, 2011. **25**(2): p. 453-8.
26. Jacobs, I., et al., *Muscle glycogen and diet in elite soccer players*. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1982. **48**(3): p. 297-302.
27. Krustup, P., et al., *Maximal voluntary contraction force, SR function and glycogen resynthesis during the first 72 h after a high-level competitive soccer game*. Eur J Appl Physiol, 2011. **111**(12): p. 2987-95.
28. Cazorla, G.L., L. , *Comment évaluer et développer vos qualités aérobies: Epreuve de course navette et épreuve VAMEVAL*. Editeur: AREAPS, 1993.
29. Dellal, A., et al., *Small-sided games in soccer: amateur vs. professional players' physiological responses, physical, and technical activities*. J Strength Cond Res, 2011. **25**(9): p. 2371-81.
30. Buchheit, M., *Programming high-intensity training in handball*. ASPETAR Sports Medicine Journal 2014.
31. Akenhead, R. and G.P. Nassis, *Training Load and Player Monitoring in High-Level Football: Current Practice and Perceptions*. Int J Sports Physiol Perform, 2016. **11**(5): p. 587-93.
32. Cormack, S.J., et al., *Reliability of measures obtained during single and repeated countermovement jumps*. Int J Sports Physiol Perform, 2008. **3**(2): p. 131-44.
33. Taylor, K.L., et al., *Sources of variability in iso-inertial jump assessments*. Int J Sports Physiol Perform, 2010. **5**(4): p. 546-58.
34. Borg, G.A., *Psychophysical bases of perceived exertion*. Med Sci Sports Exerc, 1982. **14**(5): p. 377-81.
35. Bonaventura, J.M., et al., *Reliability and accuracy of six hand-held blood lactate analysers*. J Sports Sci Med, 2015. **14**(1): p. 203-14.
36. Edwards, S., *High Performance Training and Racing*. The Heart Rate Monitor Book, 1993: p. 113-123.
37. Morcillo, J.A., et al., *Relationships between repeated sprint ability, mechanical parameters, and blood metabolites in professional soccer players*. J Strength Cond Res, 2015. **29**(6): p. 1673-82.
38. Oliver, J., N. Armstrong, and C. Williams, *Changes in jump performance and muscle activity following soccer-specific exercise*. J Sports Sci, 2008. **26**(2): p. 141-8.
39. Sjokvist, J., et al., *Recovery from high-intensity training sessions in female soccer players*. J Strength Cond Res, 2011. **25**(6): p. 1726-35.
40. Buchheit, M., et al., *Monitoring fitness, fatigue and running performance during a pre-season training camp in elite football players*. J Sci Med Sport, 2013. **16**(6): p. 550-5.
41. Thorpe, R.T., et al., *Monitoring Fatigue During the In-Season Competitive Phase in Elite Soccer Players*. Int J Sports Physiol Perform, 2015. **10**(8): p. 958-64.
42. Andersson, H., et al., *Neuromuscular fatigue and recovery in elite female soccer: effects of active recovery*. Med Sci Sports Exerc, 2008. **40**(2): p. 372-80.
43. Thorpe, R.T., et al., *Tracking Morning Fatigue Status Across In-Season Training Weeks in Elite Soccer Players*. Int J Sports Physiol Perform, 2016. **11**(7): p. 947-952.
44. Buchheit, M., et al., *Determinants of the variability of heart rate measures during a competitive period in young soccer players*. Eur J Appl Physiol, 2010. **109**(5): p. 869-78.
45. Garcia-Tabar, I., M. Izquierdo, and E.M. Gorostiaga, *On-field prediction vs monitoring of aerobic capacity markers using submaximal lactate and heart rate measures*. Scand J Med Sci Sports, 2017. **27**(5): p. 462-473.





**Ce qu'il faut retenir** des effets physiques, physiologiques et psychophysiologiques induits par l'augmentation des volumes des exercices d'entraînement spécifiques au football

- *L'augmentation du volume des jeux réduits induit des baisses de performances aiguës (au sein des exercices et des séances)*
- *Cela se traduit par des diminutions de distances de courses parcourues tout au long des nouvelles séquences de jeu et une augmentation progressive de la FC*
- *Les joueurs ayant participé aux jeux réduits ont parcouru moins de distances lors du jeu final, en comparaison avec ceux qui ont effectué les deux autres exercices*
- *Les exercices de répétitions de sprints et de courses à VMA laissent apparaître une fatigue différée, comme en témoignent des baisses de performance de détente verticale le lendemain matin suivant les séances*
- *Dans ce sens, il convient de bien gérer les contenus d'entraînement qui sont programmés dans les futures 48 à 72 heures*

**En conclusion, la fatigue induite par les séances d'entraînement dépend plus du paramètre Intensité que celui de Volume. Il convient dès lors de s'appuyer sur des outils et des méthodes permettant de bien identifier les délais nécessaires à la récupération totale des capacités musculaires des joueurs.**



# Pilier 5 : Utiliser les outils technologiques pour analyser les effets des séances et optimiser ainsi les décisions

## L'option GPS : le choix de données pour quantifier les efforts

Les GPS permettent de mesurer des paramètres de volume, d'intensité et de fréquence grâce à un système d'observation satellite par triangulation (Figure 11). Certaines marques GPS tentent même de quantifier les CE en se concentrant par exemple sur la somme des accélérations sur trois axes de

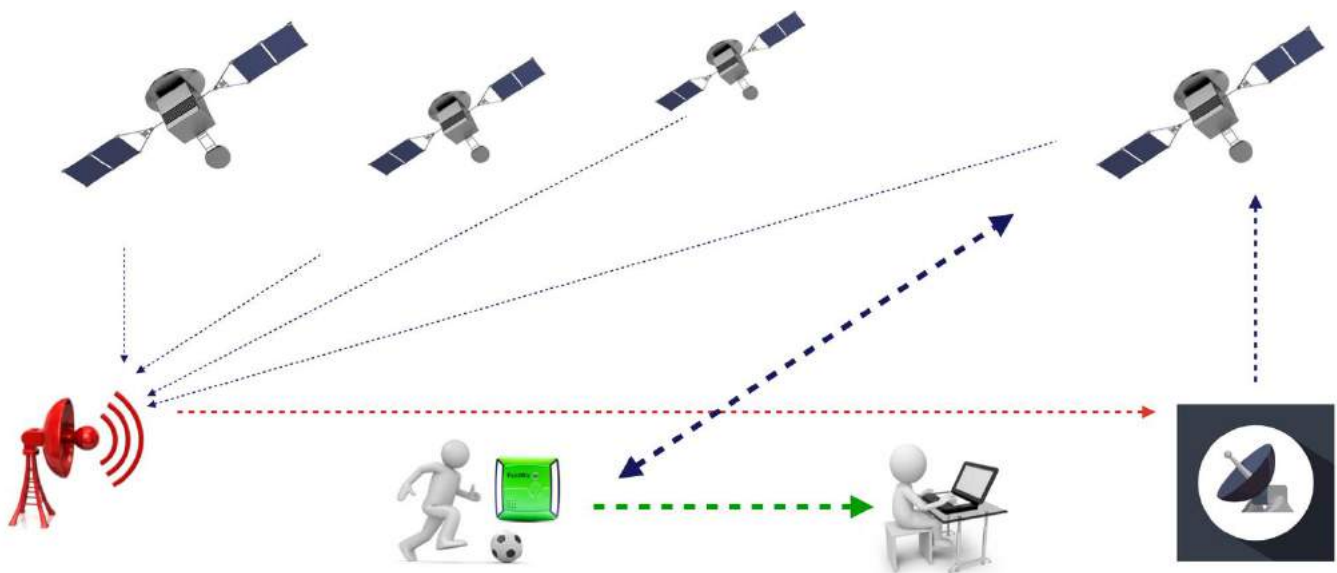


Figure 11 : Les systèmes GPS au service des sports collectifs

déplacements (le « PlayerLoad » de la marque *Catapult*).

Concernant ces accélérations, il n'existe pas, à notre connaissance, de consensus pour déterminer la valeur de référence du seuil qu'il conviendrait de retenir. En effet, une enquête de 2015 auprès de 82 clubs de football de l'élite mondiale a démontré que les valeurs de seuils retenus étaient fixées entre 1 et 7  $m.s^{-2}$  selon les préparateurs physiques !

Grâce aux GPS, il est maintenant possible de quantifier les efforts effectués à l'entraînement ou en match. Il est cependant nécessaire de faire un choix parmi les variables qui sont proposées par les manufacturiers.

Voici celles que je vous recommande et qui me semblent essentielles :

#### Des critères de Volume

- Distance totale de course (mètre) des exercices ou de la séance
- Nombre de sprints ( $> 23 \text{ km.h}^{-1}$ ) des exercices ou de la séance
- Nombre d'accélération + décélérations ( $> 2$  et  $5 \text{ m.s}^{-2}$ ) des exercices ou de la séance

#### Des critères de Fréquence

- Ratio nombre de sprints / temps d'exercice ou de séance
- Ratio nombre d'accélération + décélérations ( $> 2$  et  $5 \text{ m.s}^{-2}$ ) / temps d'exercice ou de séance
- Moyenne des pics de vitesses atteintes (Vitesse maximale) / temps d'exercice ou de séance

#### Des critères d'Intensité

- Distance à haute intensité ( $14-19 \text{ km.h}^{-1}$ ) / temps d'exercice (ou de séance)
- Distance à très haute intensité ( $>19 \text{ km.h}^{-1}$ ) / temps d'exercice (ou de séance)
- Vitesse relative ( $\text{m.min}^{-1}$ ) des exercices ou de la séance

La connaissance des données GPS peut contribuer à mieux appréhender les paramètres des exercices prescrits. Cependant, nous avons souligné que des CE externes pouvaient induire des CE internes différentes entre les joueurs. Cette observation nous amène à penser que les données GPS d'un exercice, d'une séance ou d'un match, pourraient s'établir à partir d'une forme de « Scoring » relative aux capacités individuelles (Tableau 8). Le 100% de référence serait déterminé par une moyenne glissante des indices individuels de compétition d'un joueur, auquel seraient comparées dans le temps les valeurs d'une séance ou d'un match.

Paramètres GPS	Perf réalisée (%)	Perf réalisée	100% Référence
1 Temps de jeu	94,4	85	90
2 Distance totale parcourue	83,3	10000	12000
3 Sprints > 23 km.h <sup>-1</sup>	80,0	40	50
4 Accélérations > 2 m.s <sup>2</sup>	75,0	45	60
5 Accélérations > 3 m.s <sup>2</sup>	80,0	40	50
6 Accélérations > 4 m.s <sup>2</sup>	100,0	30	30
7 Décélérations > 2 m.s <sup>2</sup>	75,0	45	60
8 Décélérations > 3 m.s <sup>2</sup>	50,0	25	50
9 Décélérations > 4 m.s <sup>2</sup>	66,7	20	30
10 Changements de direction	86,2	125	145
<b>CE Globale (%)</b>	<b>79,1</b>		

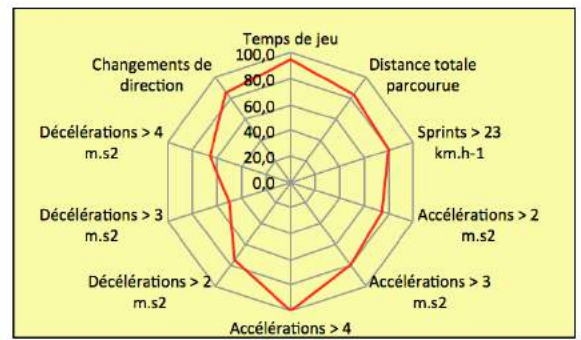


Tableau 8 : Exemple d'une modélisation par « Scoring » du paramètre Intensité en compétition

Une fois ces CE recueillies, elles pourraient être analysées et confrontées à un coefficient d'équipe et/ou individuel, représentant leurs effets physiologiques (Figure 12).

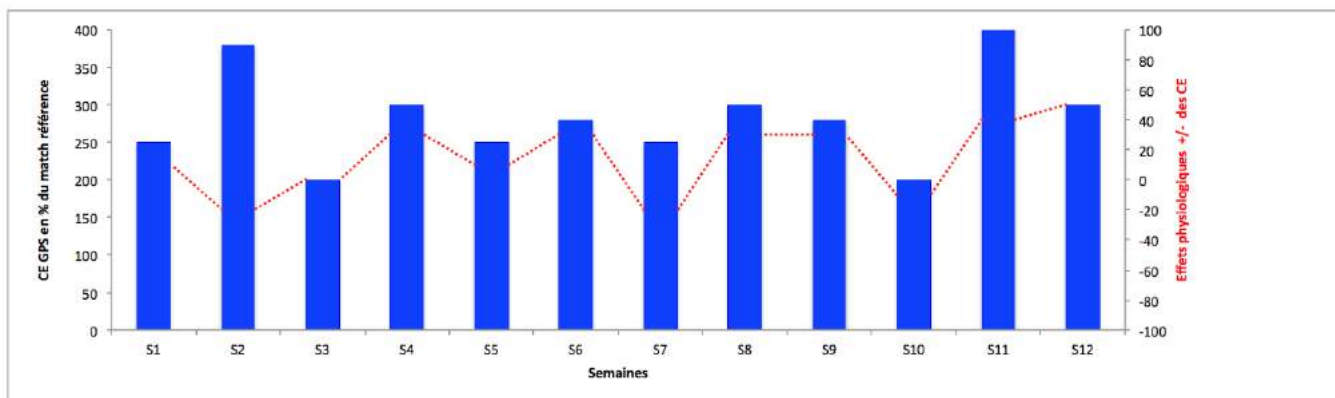


Figure 12 : Représentation graphique des volumes de course totaux hebdomadaires, d'entraînement et de match d'une équipe de football

## Perspectives

Cette idée de Scoring nous semble digne d'intérêt pour appréhender la quantification de la CE avec l'outil GPS. Cependant, des coefficients de pondération devraient être appliqués à chaque paramètre, selon leurs impacts physiologiques. De nouveaux protocoles expérimentaux pourraient tenter d'établir par exemple des corrélations entre ces variables GPS et des RPE spécifiques (globaux, cardio-respiratoires et/ou musculaires).

## Identifier le type de fatigue et les délais de récupération nécessaires entre les séances

Il convient maintenant de s'appuyer sur des outils efficaces pour évaluer la nature de la fatigue induite par les séances d'entraînement.

## Effets liés à la compétition

Les effets physiologiques liés aux CE, en termes de fatigue et/ou d'adaptations positives, méritent d'être étudiés. L'importance de contrôler avec précision les effets physiologiques, indépendamment de leurs valeurs, n'est plus à démontrer.

En compétition, Rampinini *et al.* notent que la fatigue induite par un match (évaluée dans un délai de 48h après la compétition) est déterminée par des facteurs centraux et périphériques, chacun d'eux étant en relation avec des indicateurs de fatigue spécifiques (contraction musculaire maximale volontaire, capacité de sprint et douleurs musculaires).

Ascensão *et al.* ont étudié pour leur part les effets d'un match de football sur les niveaux plasmatiques du stress oxydatif en compétition. L'analyse des marqueurs de dommages musculaires, reliés à des données fonctionnelles des membres inférieurs (témoins de force) témoignent d'un retour à l'état basal après 72h. Ce constat s'applique également aux jeunes joueurs et aux joueurs amateurs. Les questionnaires de bien-être (que nous allons aborder par la suite) sont un très bon moyen pour évaluer le degré de fatigue des joueurs.

## Effets liés aux séances d'entraînement

Les semaines d'entraînement d'une équipe professionnelle de football génèrent des CE hebdomadaires sur le plan individuel qui dépendent de plusieurs facteurs. D'une part des temps de jeu en compétition, mais aussi des effets induits par les contenus d'entraînement



qui ne sont pas vécus de la même manière par tous les joueurs. Notons également l'influence des changements environnementaux (météorologie, contexte de résultats sportifs, « mercato », blessures), ce qui rend extrêmement complexe la maîtrise des effets cumulés des CE des exercices, des séances, d'une ou plusieurs semaines d'entraînement.

**« L'analyse des marqueurs de dommages musculaires, reliés à des données fonctionnelles des membres inférieurs (témoins de force) témoignent d'un retour à l'état basal après 72h**

Les résultats de l'étude présentée dans le chapitre précédent ont confirmé que des répétitions de courses supérieures ou égales à 100% de VMA génèrent une fatigue mécanique différée, tandis que les jeux réduits, qui ne comportent aucune course de ce type, ont provoqué une fatigue aiguë, malgré des CE inférieures. Les travaux de Marrier *et al.* relèvent une fatigue mécanique aiguë liée à des courses à haute intensité lors de séances spécifiques de rugby à 7, ce qui souligne l'importance de bien estimer les délais de récupération nécessaires pour bénéficier des effets positifs de ces exercices.

## Les tests de terrain ou de « laboratoire »

Pour identifier la fatigue neuromusculaire et métabolique, il convient de choisir des tests qui répondent à plusieurs critères : être rapides à mettre en place, être non-invasifs, peu contraignants pour les joueurs (c'est à dire rapides à effectuer et sans risque de blessure) et être pertinents en termes d'informations pour les staffs :

Sur le plan neuromusculaire

- Test CMJ. Nous avons montré que ce test était sensible aux exercices de haute et très haute intensité et qu'il permettait d'identifier les baisses de performance neuromusculaires.



Sur le plan métabolique

- Test australien en puissance maximale

Le joueur réalise une performance lors d'un effort de courses navettes, sur une durée de 30 secondes (Figure 13). La somme des distances cumulées (en mètre) représente sa performance. On comparera ses différentes performances tout au long de la saison à sa meilleure performance qui deviendra la valeur référence. La durée de l'effort est courte, les courses n'atteignent pas des vitesses maximales et il lorsqu'il est placé après un échauffement, il est tout à fait possible d'envisager d'autres contenus physiques par la suite.

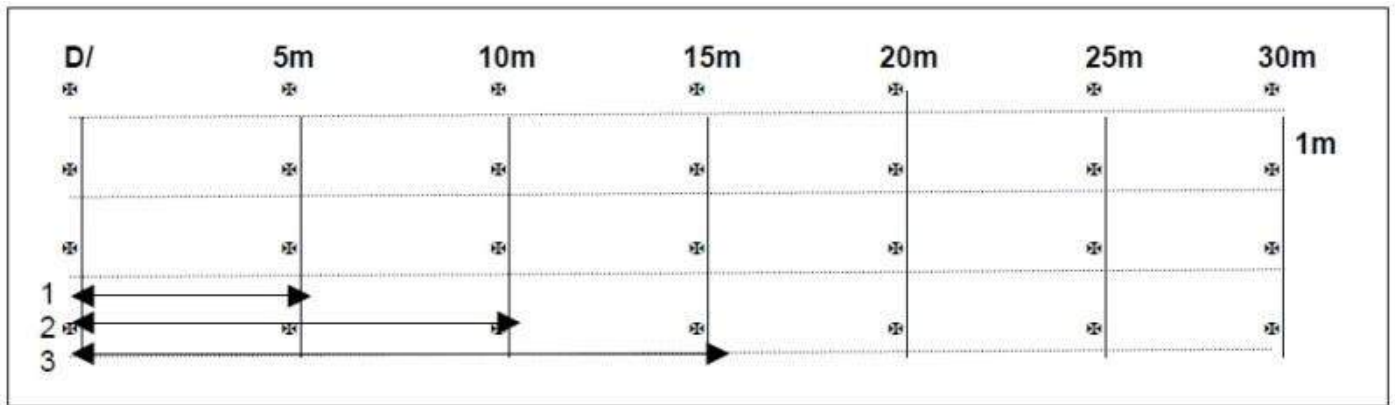


Figure 13 : Dimensions des zones de course du test australien

Sur le plan cardio-respiratoire

o Test australien en capacité

Ce même test recommande la réalisation de 6 navettes successives de 30 secondes, entrecoupées de 35 secondes de récupération passive. Ce protocole d'endurance lactique est reconnu comme pertinent pour évaluer la résistance à la fatigue. Les muscles produisent d'importantes concentrations de lactate, et nous pouvons faire l'hypothèse qu'un sportif en état de fatigue présentera une moins bonne tolérance à ces états d'acidoses.



En parallèle, l'analyse de la FC maximale et la moyenne de récupération entre les répétitions pourraient témoigner de la fatigue centrale et périphérique. La contrainte de temps supérieure au protocole de puissance lactique rend difficile une fréquence de test hebdomadaire. Un contrôle mensuel pourrait être un bon compromis, à condition de pouvoir consacrer une séance entière pour ce test et des évaluations complémentaires (biométrie, détente, souplesse...).

- o Test de course à vitesse sous-maximale

Plusieurs auteurs ont proposé d'étudier les FC de récupération après un effort maximal ou sous maximal pour appréhender les risques de fatigue et de surentraînement. Dans un contexte de fatigue prononcée, Buchheit *et al.* proposent un test de course de 5 min à 60% de la VMA. La chute de FC est appréciée entre la FC moyenne calculée de la 4<sup>ième</sup> à la 5<sup>ème</sup> minute et celle atteinte à la 6<sup>ième</sup> minute. Le suivi longitudinal du sportif s'opère en suivant les évolutions dans le temps de ce % de chute de FC. Les conclusions de certaines autres études amènent toutefois à la prudence, des baisses rapides de FC après un effort ne prédisant pas systématiquement un état de capacité physique optimal.



## Les tests psychophysiologiques

### Questionnaire d'état de forme

Le suivi journalier d'un certain nombre « d'indices d'état » a été développé Afin d'anticiper les risques de surentraînement et risques potentiels de blessure. Ils sont aujourd'hui largement utilisés pour le suivi de forme des sportifs et sont censés témoigner de l'impact des CE des séances et des matchs sur les organismes des joueurs. Hooper *et al.* ont proposé à l'origine quatre indices (fatigue, qualité du sommeil, douleur musculaire et stress), largement repris par la communauté scientifique.

Les évaluations matinales ou d'avant séance est un bon moyen de rester « connecter » avec ses joueurs. Ainsi, les informations recueillies avant les séances permettent d'avoir une photographie précise de l'état de forme de son effectif et d'aménager si besoin les contenus des séances à suivre.





## Limites pratiques

Nous avons pu observer dans notre étude (pilier 4) que ces indicateurs matinaux n'avaient pas été sensibles au CE d'exercices réalisés à haute et très haute intensité, malgré l'augmentation de volume par un coefficient de 3. Il semblerait que ces indicateurs soient sensibles aux fortes CE de matchs (variations de 17 à 26%), mais moins à celles d'entraînement (7 à 14%). Cela démontrerait que l'intensité des efforts n'est pas suffisante pour impacter seule les organismes en termes de fatigue. Les perturbations du sommeil et/ou douleurs musculaires dépendent très fortement du paramètre volume, ces indicateurs n'étant pas forcément sensibles aux CE d'exercices isolés.

Nous pouvons remarquer également que les « indices de Hooper » ont été validés dans un contexte...de natation, bien différent de celui de nos footballeurs. Le volume d'entraînement des nageurs est bien supérieur à celui des footballeurs, et l'agenda des compétitions très différent.

Il convient donc d'être prudent quant à la sensibilité de ces indices dans un contexte propre au football.

Face aux baisses potentielles de la capacité de performance qui ont été identifiées par ailleurs, cela met en lumière la nécessité pour les entraîneurs d'avoir recours à d'autres outils d'évaluation, complémentaires aux indices d'état proposés par Hooper.

L'objectif, mesurer avec encore plus de précision le potentiel physique et psychophysiologique de leur effectif.

### **Les tests de fonctionnalité**

- Les tests de souplesse de la chaîne postérieure
- Les tests de souplesse articulaire
- Les tests de force sous contrôle de la douleur au niveau des adducteurs
- Les tests FMS (Figure 14)

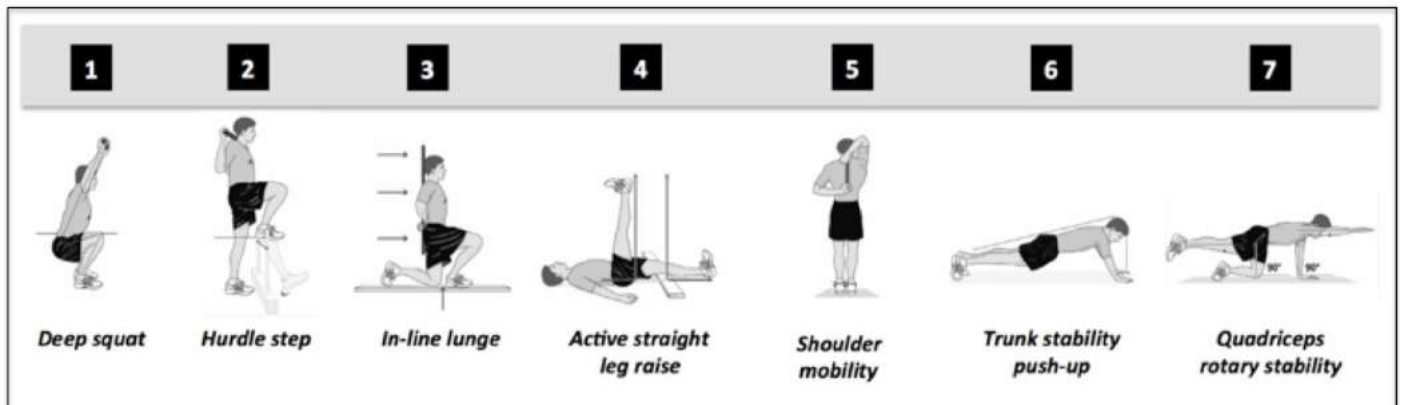


Figure 14 : Les sept mouvements fondamentaux de la méthode FMS (Functional Movement Screen)

## L'outil informatique pour centraliser et interpréter les données



En parallèle de nos recherches de terrain, nous avons développé au cours des six dernières années, un logiciel d'optimisation de la performance qui intègre des interfaces synthétisant l'ensemble des données collectées avant et après l'entraînement et les matchs. En complément de ces interfaces de synthèse, des interfaces d'aide à la décision et à l'amélioration continue des utilisateurs ont été

développées.

Il existe sur le marché de nombreuses solutions de plate-forme qui offrent ce type de service. Sans les citer et dans un souci de discrétion, nous remarquerons simplement que grand nombre d'entre elles s'avèrent très peu spécifiques au football, critiquables d'un point de vue de la rigueur scientifique ou d'une trop grande complexité pour les techniciens peu férus d'informatique.

Nous avons construit pour vous, une plate-forme à dimension humaine, en nous appuyant sur 30 années d'expérience de terrain, accumulées aussi bien dans le milieu professionnel que dans le milieu amateur.



## **Ce qu'il faut retenir des outils technologiques pour analyser les effets des séances d'entraînement et optimiser ainsi les décisions**

- *Les modules GPS deviennent incontournables aujourd'hui (et accessibles) pour avoir une connaissance parfaite des paramètres des exercices et des séances*
- *On retiendra pour le Volume : les distances totales parcourues, le nombre de sprints, d'accélération et de décélération*
- *Pour l'intensité : des ratios distance haute intensité (14-19 km.h<sup>-1</sup>) / temps, distance très haute intensité (>19 km.h<sup>-1</sup>) / temps et la vitesse relative (m.min<sup>-1</sup>)*
- *Pour la fréquence, des ratios spécifiques de densité : nombre de sprints, d'accélérations et de décélérations / unité de temps*
- *L'interprétation de ces données pourrait être optimisée en les rapportant aux caractéristiques individuelles des joueurs*
- *Les tests de terrain, de laboratoire, de fonctionnalité et les questionnaires de bien-être permettent de bien identifier le type de fatigue induit par l'entraînement*
- *L'ensemble des données récolté tout au long de la semaine nécessite d'être centralisé puis interprété par une solution informatique*

**Les outils technologiques à la disposition des entraîneurs sont nombreux aujourd'hui. Ils peuvent être un véritable atout pour les staffs, à condition cependant de bien les choisir en fonction de ses propres besoins, et sans qu'ils ne deviennent trop chronophages !**

---

## CONCLUSION

En introduction de cet eBook, j'avais l'idée que la performance physique en football pouvait reposer, selon moi, sur 5 piliers.

Au regard des différentes analyses présentées dans ce document, nous pouvons avancer certaines conclusions utiles pour notre pratique de terrain :

⇒ Nous avons constaté que l'évolution des exigences physiques en compétition conduisait aujourd'hui les techniciens à entraîner les joueurs plus comme des sprinteurs et moins comme des marathoniens, sans négliger toutefois les qualités aérobies indispensables pour pratiquer le football au haut niveau.

⇒ L'entraînement du footballeur a ainsi grandement progressé ces dernières décennies, consacrant aujourd'hui une grande partie de ses contenus aux situations intégrées et contextualisées. Au sein de ces dernières, l'entraînement aux efforts de hautes et très hautes intensités semble décisif, même si leur volume spécifique reste minoritaire à l'échelle de la semaine d'entraînement, en comparaison avec les autres types d'efforts sous-maximaux.

⇒ Face à ce constat, il devient donc nécessaire de bien appréhender ce que coûte ces efforts sur le plan physique. Les méthodes de quantification des CE offrent aux staffs la possibilité de mieux appréhender cette problématique. La méthode RPE présente l'avantage de mieux tenir compte de l'intensité des séances par rapport aux méthodes utilisant la fréquence cardiaque. Malgré tout, nos travaux ont souligné ses limites lorsqu'elle est appliquée au football. En effet, la notation globale ne nous semble pas suffisamment riche en termes d'informations, au regard des différents exercices de très hautes intensités sur le plan musculaire qui composent une séance de football. Dans cette perspective, nos réflexions nous ont conduit à proposer une nouvelle méthode RPE par exercice qui permet une analyse qualitative des contenus d'entraînement.

⇒ Nous avons également démontré que l'augmentation des volumes des exercices spécifiques au football provoquait des effets physiologiques aigus et différés en fonction de leur intensité neuromusculaire. Connaître les délais de récupération spécifiques à chaque type de séance devient dès lors l'enjeu

majeur pour les entraîneurs. Les différents tests de terrain et de fonctionnalité, tout comme les questionnaires d'indices d'état d'avant séance participent à l'atteinte de cet objectif.

⇒ Enfin, nous avons souligné que les stratégies à mettre en place pour assurer un suivi longitudinal d'un effectif tout au long de la saison doivent se bâtir sur l'analyse des données collectées quotidiennement. Nous avons insisté dans ce sens sur l'opportunité de pouvoir nous appuyer aujourd'hui sur un outil informatique accessible, permettant de gagner du temps, de la compétence, de l'expertise, et surtout, en étant spécifique au football. Il convient cependant de bien étudier ses propres besoins, en ayant toujours à l'esprit que « trop de données tue la donnée ».

Les limites de la performance sportive ont été longtemps un sujet de mythe et de débat, et semblent avoir atteint un état de stagnation depuis quelques années. La première partie de notre travail a confirmé cette tendance pour le football, notamment pour les variables physiques et physiologiques. Il est difficile d'évaluer avec précision les limites de nos joueurs pour les années futures, qui seront dépendantes, comme le soulignent Berthelot *et al.*, des futures innovations technologiques et des possibles évolutions des réglementations (*i.e.* arbitrage vidéo, durée du match, nombre de joueurs remplaçants). Malgré tout, le résultat d'un match de football restera toujours indécis, dépendant de l'histoire même de la rencontre et de facteurs humains et psychologiques non maîtrisables. Un flair « à la Guy Roux », le talent individuel des joueurs, l'aspect mental de la performance auront toujours raison des systèmes informatiques les plus sophistiqués, ce qui heureusement nous protège de la seule vérité des chiffres et des technologies modernes.



**LES BONUS  
INCONTURNABLES  
POUR PASSER A L'ACTION  
MAINTENANT**



# Bonus 1 : Le LEXIQUE de poche

Pour être un cadre technique-Expert voici la liste des mots et abréviations que vous devez maîtriser.



## Les abréviations de base

FC = Fréquence Cardiaque

Elle se mesure en battement(s) par minute

FCMax = Fréquence Cardiaque Maximale

Elle se mesure en battement(s) par minute

BPM = Battement Par Minute

C'est l'unité de mesure anglo-saxonne de la FC (= 1 battement par minute)

CV = Coefficient de variation (en %)

Le coefficient de variation est une mesure relative de la dispersion des données autour de la moyenne. Le coefficient de variation se calcule comme le ratio de l'écart-type rapporté à la moyenne, et s'exprime en pourcentage. Il permet de comparer le degré de variation d'un échantillon à un autre, même si les moyennes sont différentes :  $CV = s/x \times 100$  (s=écart-type de l'échantillon, x=moyenne de l'échantillon)

CE = Charge d'entraînement (en ua)

C'est la mesure quantitative et qualitative de l'entraînement. La CE est calculée à l'aide de différentes méthodes de quantification, ces dernières se différenciant par leur paramètre d'intensité spécifique

VMA = Vitesse Maximale Aérobie (en Km.h<sup>-1</sup>)

C'est la vitesse de course maximale que l'on atteint à la fin d'un test d'évaluation de la consommation maximale d'oxygène

VIFT = Vitesse Intermittent Fitness Test (en Km.h<sup>-1</sup>)

C'est la vitesse maximale que l'on atteint à la fin d'un test d'évaluation des réserves anaérobies (Test 30-15 de Martin Buchheit)

VO<sub>2</sub>max = Consommation maximale d'oxygène (symbole O<sub>2</sub>) en mml.min.kg<sup>-1</sup>

C'est un débit, donc à prononcer "le" VO<sub>2</sub>max et non "la" VO<sub>2</sub>max. Il est évalué pour le sportif, en laboratoire ou sur le terrain, en utilisant des tests d'efforts progressifs et maximaux, dont les protocoles sont continus (ex : VAMEVAL) ou discontinus (ex: T.U.B II)

RPE = Rating Perceived Exertion

C'est la notation de la perception de l'effort sur une échelle graduée. Le RPE est un critère d'intensité (au même titre que la FC ou la lactatémie) qui multiplié à la durée, permet de calculer la charge d'entraînement en ua.

Méthode "CR-10" = Méthode "Category Ratio 10"

C'est la méthode de quantification de la charge d'entraînement proposée par Foster. Le "10" indiquant la valeur maximale sur l'échelle de perception de l'effort (cotée de 0=repos à 10=maximum).

### Une explication sur les unités de mesure

UA (ua) = Unité Arbitraire

C'est l'unité de mesure standard associée aux méthodes de quantification de la charge d'entraînement.

mmol.l<sup>-1</sup> = Millimole par Litre

C'est l'unité de mesure utilisée pour évaluer la concentration d'acide lactique dans le sang.

### Le lexique physiologique

Acide lactique = L'acide lactique est ce que l'on appelle un acide organique qui participe amplement à la production énergétique dont les muscles ont besoin. Il est produit dans le sang lorsque les besoins en oxygène sont insuffisants

Charge "externe" = Définie par les caractéristiques de l'exercice (volume, intensité, fréquence des efforts)

Charge "interne" = Définie par les adaptations aiguës et chroniques (positives ou négatives) de l'organisme au regard de la charge externe

SL1 = Seuil aérobie

C'est la vitesse (ou l'intensité) associée à des concentrations d'acide lactique dans le sang inférieures à 4 mmol.L<sup>-1</sup>

SL2 = Seuil anaérobie

C'est la vitesse (ou intensité) associée à des concentrations d'acide lactique dans le sang égales à 4 mmol.L<sup>-1</sup> (la vitesse moyenne pour un footballeur professionnel est de 14,5 km.h<sup>-1</sup>)

Centre de masse = Centre de gravité

La Monotonie = C'est la charge moyenne quotidienne de la semaine (ou entre deux matchs) / écart-type

L'Indice de Fatigue (ou "Contrainte") = C'est la charge hebdomadaire x monotonie

L'Indice de Forme (ou Fitness) = C'est la charge d'entraînement de la semaine (ou entre deux matchs) - contrainte

### Le lexique de terrain

GPS = Global Positioning System



C'est un système de mesure des déplacements par satellites et par triangulation. Utilisé depuis une dizaine d'années dans les sports collectifs afin d'évaluer la charge "externe" des exercices

CMJ = Countermovement Jump

C'est l'abréviation donnée à un test de détente verticale pour mesurer la puissance musculaire des membres inférieurs. Test de référence très utilisé dans la littérature pour évaluer les effets physiologiques des exercices

Exercice intégré = Exercice d'entraînement qui se réalise avec l'utilisation du ballon

Exercice contextualisé = Exercice d'entraînement qui se réalise avec l'utilisation du ballon sous forme de jeux réduits

Exercice analytique = Exercice d'entraînement qui se réalise sans l'utilisation du ballon

Planification = période d'entraînement pouvant couvrir plusieurs mois, voire plusieurs saisons (macrocycle)

Périodisation = période d'entraînement pouvant couvrir plusieurs semaines (mésocycle)

Programmation = période d'entraînement pouvant couvrir plusieurs jours (microcycle)



## 1 EXEMPLE, 2 OBJECTIFS

# Bonus 2 : exemple complet de modélisation

L'exemple de modélisation que nous vous proposons dans ce chapitre met en lumière 2 formes de jeux réduits (3 c 3 + Gardiens avec appuis offensifs) orientés vers la recherche d'accélération et de sprints. Ce dernier va vous permettre de...

Vérifier l'impact d'un changement de règle

Grâce à la solution GPS, vous allez être en mesure de savoir si vos objectifs physiques, à travers des situations avec ballon, sont atteints (distances parcourues à différentes intensités, nombre de sprints, d'accélération...). Vous allez pouvoir vérifier également grâce à cet outil, de manière objective, l'impact d'un changement de règle sur les efforts engagés. La modélisation de vos exercices va vous permettre de vous construire un cadre de référence, améliorant ainsi vos prévisions de charges d'entraînement.

Comparer les performances de vos joueurs

Grâce à nos mesures étalons, vous allez pouvoir comparer, dans cet exemple, les performances physiques de votre équipe avec celles réalisées par les joueurs du Pôle Espoirs de la Nouvelle Aquitaine (catégories U14 et U15). Des valeurs de référence sont un excellent moyen de situer le profil athlétique de ses joueurs, en comparaison avec celui d'équipes de catégories d'âge ou niveaux de compétition différents.

Dès lors, vous allez être en mesure de vous fixer de nouveaux axes de travail pour faire progresser votre équipe et vos joueurs.

## Envie de vous tester ?

Projetez-vous en tant que cadre technique !

Le jeu que nous vous proposons consiste à vous projeter en tant que cadre technique régional en charge d'un pôle Espoirs. Prenez de quoi noter et prenez ensuite connaissance du protocole : objectifs physiques, paramètres méthodologiques, consignes.

Serez-vous capable de répondre à ces questions :

- Quelle distance les joueurs vont-ils parcourir pendant la durée effective de jeu ?
- Laquelle des 2 situations provoquera le plus de sprints et d'accélération ?
- Les charges d'entraînement seront-elles les mêmes ?

Vous êtes prêt ?... C'est parti !

## Modélisation de 2 jeux réduits à 3 c 3 + G avec appuis offensifs, à dominantes accélérations et sprints

### Le cadre de ce jeu

Vous êtes responsable du Pôle Espoirs de la Nouvelle Aquitaine. Vous avez décidé de tester 2 jeux réduits avec le même format (même rapport d'opposition, mêmes dimensions de terrain, même temps de travail et de récupération), mais avec 2 règles spécifiques pour mesurer d'éventuelles différences sur les efforts engagés.

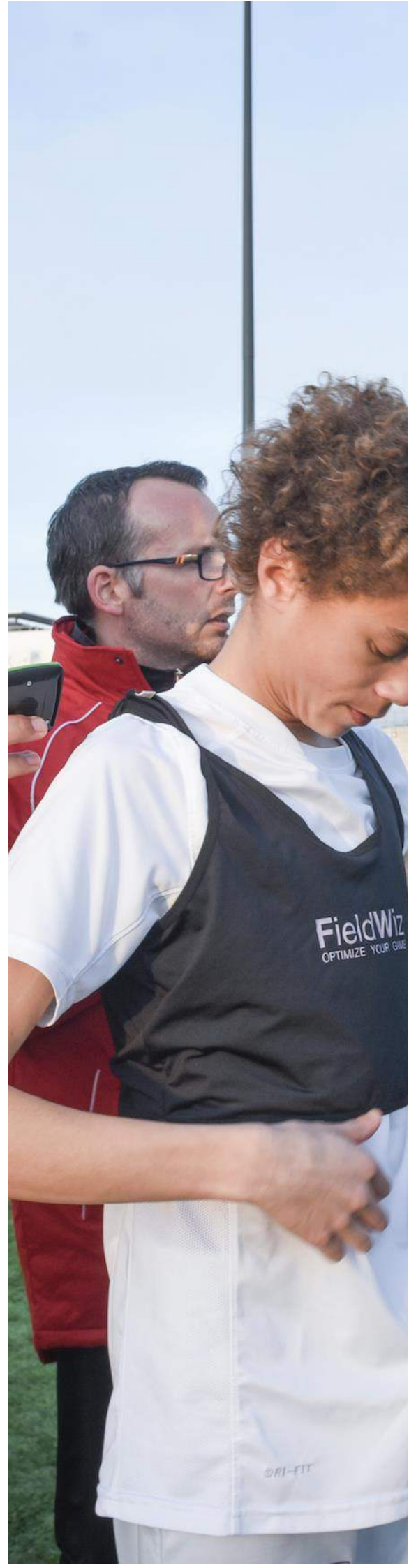
Vous avez à votre disposition 24 joueurs appartenant aux catégories U14 et U15. Votre effectif est divisé en 2 groupes de 12 joueurs dont 2 gardiens.

La séance a lieu sur terrain synthétique, en début de semaine (le lundi après-midi à 17h30), un délai de 48 heures de repos après le dernier match de compétition étant respecté. Les conditions météorologiques sont favorables, pas de pluie ni de vent, température de 12°.

Pour mesurer différents paramètres de déplacement, vous vous appuyez sur la solution GPS [FIELDWIZ](#) reconnue pour la qualité et la précision de sa technologie.

En complément, vous allez mesurer des indicateurs physiologiques pour évaluer l'intensité des exercices : Lactatémie et indice RPE

Et comme vous êtes attentif au niveau de fatigue provoqué par vos exercices, vous programmez des tests de fonctionnalité avant, après et le lendemain matin pour mesurer leurs effets.



## Les 2 jeux que vous mettez en place

Les règles communes :

6 joueurs s'opposent dans un couloir de jeu central (3 c 3), chaque équipe étant épaulée par 2 appuis offensifs supplémentaires qui occupent des zones latérales (cf. schémas). 3 touches de balle pour les 2 jeux réduits, marquage de zone, encouragements du staff, pas de hors-jeu, relance gardien lorsque le ballon sort du jeu (prévoir une vingtaine de ballons par aire de jeu). Les appuis sont inattaquables dans leur couloir respectif.

Les règles spécifiques :

Jeu 1 – Appuis fixes



Les appuis sont changés à chaque nouvelle séquence (cf. numéros de rotation sur le schéma). Au total, 2 passages sont effectués en appuis.

Jeu 2 – Appuis "passe et va"



Le joueur qui réalise une passe pour un joueur de couloir doit prendre sa place en sprintant. Ce dernier quitte son couloir et rentre dans le jeu.

Vous choisissez des paramètres méthodologiques pertinents

Vous fixez avec précision les paramètres méthodologiques en les accordant avec vos objectifs athlétiques. Vous allez enregistrer les distances totales, les distances à haute intensité ( $14-19 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), les distances à très haute intensité ( $> 19 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), le nombre de sprints, le nombre d'accélération et de décélération ( $> 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ). Les charges d'entraînement sont quantifiées à l'aide de la méthode proposée par Foster ( $\text{CE} = \text{RPE} \times \text{Durée}$ )

Durée totale de travail (min)	Durée des séquences (min)	Temps de récup entre séquences (min)	Nombre de séquences	Forme de la récupération	Dimension du terrain (m)	Densité ( $\text{m}^2/\text{joueur}$ )	Nature du terrain
22,5	2,5	2,5	5	Passive	45 x 35	140	Synthétique

Notez bien maintenant sur papier vos hypothèses de travail. Votre entraînement s'est parfaitement déroulé et vous retournez à votre bureau pour commencer à analyser vos résultats.

Etes-vous prêt à les découvrir ?

## ...Voici les résultats !

...et les réponses aux questions

Réponse 1 : Les joueurs ont parcouru en moyenne entre 1700 et 1800m lors de ces deux jeux (cf. tableau 1)

Réponse 2 : Le jeu associé à la dominante « passe et va » a engendré le plus de sprints et d'accélération (cf. tableau 1)

Réponse 3 : Les charges d'entraînement sont très proches et ne présentent pas de différence statistique significative entre les 2 jeux réduits (cf. tableau 2)

Tableau 1 - Résultats des paramètres de charge externe (Volume)						
	Distance totale (m)	Distance HI* 14-19 km.h <sup>-1</sup> (m)	Distance THl** >19 km.h <sup>-1</sup> (m)	Nombre de Sprints >21 km.h <sup>-1</sup>	Nombre d'accélération 2m.s <sup>-2</sup>	Nombre de décélération 2m.s <sup>-2</sup>
Jeu 1 Appuis fixes	1702±199	218±64	31±20	1,5±1,2	69,4±17	61,4±12
Jeu 2 Appuis « passe et va »	1796±92	230±51	80±49	7,8±4	82±17	77±15

\* Haute Intensité \*\* Très Haute Intensité

Tableau 2 - Résultats des paramètres de charge interne			
	Lactatémie (mmol.l <sup>-1</sup> )	Note de perception de l'effort (RPE/Echelle modifiée de Foster)	Charge d'entraînement (ua = unité arbitraire)
Jeu 1 Appuis fixes	8,0±2,9	4,7±2,8	105,8±62
Jeu 2 Appuis « passe et va »	8,0±4,6	4,1±1,9	92,3±43

## Vos prévisions ont-elles été bonnes ?... pas si facile n'est-ce pas ?

Si vous êtes en phase avec vos hypothèses de départ **BRAVO** !

Si ce n'est pas le cas, rien d'alarmant, l'exercice était difficile ! Néanmoins, vous connaissez maintenant parfaitement les principaux paramètres relatifs à ces formes jouées. Bien sûr, il vous faudra les consolider dans le temps en les moyennant avec d'autres sessions...

## Ce qu'il est important de retenir

En tant qu'expert, je souhaiterais conclure en vous livrant les 2 clés qui me semblent aujourd'hui essentielles pour une démarche de progression continue !

### « *Construisez vos propres modèles* »

Pour être capable de piloter vos charges d'entraînement avec efficacité, vous devez vous appuyer sur des modèles d'exercices que vous allez construire semaine après semaine. Grâce à ce référentiel vous allez connaître les effets produits par vos exercices sur vos joueurs pour l'atteinte de vos objectifs de performances.

Pour avoir cette capacité à créer ces modèles vous devez être capable de répondre à 3 exigences :

1. Mener à bien un protocole, en maîtrisant les clés méthodologiques de base.
2. Utiliser les techniques et les outils de mesures physiques et physiologiques
3. Maîtriser les techniques et les outils d'évaluation des effets de vos contenus d'entraînement en termes d'adaptations.



### « *Challengez vos joueurs et vos séances avec des métriques étalons !* »

Les joueurs doivent comprendre l'importance de développer leurs qualités physiques afin de répondre aux exigences de leurs compétitions, en fonction de leur âge et de leur niveau de pratique. Avec des modèles et des métriques de références vous serez en mesure de :

- Les sensibiliser sur les progrès à réaliser en comparant leurs performances.
- Identifier dès le départ des objectifs de travail pour chacun de vos exercices

C'est juste la manière la plus simple de gagner un temps exceptionnel !

Adoptez des solutions technologiques à condition toutefois que ces dernières répondent aux [critères de validité et reproductibilité](#) des données enregistrées. Pour une solution [GPS de qualité](#), comptez entre 350 et 560€ l'unité, en fonction ou non de l'option fréquence cardiaque. Prenez également en compte le coût éventuel que certains fabricants font payer pour utiliser leur plateforme cloud de traitement des données. Je serai heureux de vous conseiller, si vous le souhaitez !

# MERCI D'AVOIR LU CET EBOOK

Pour finir, je souhaitais vous adresser un dernier message. Il n'y a pas de limite d'âge pour progresser et aucun prérequis n'est indispensable pour accomplir ses rêves. Il n'y a pas de fatalité dans la vie, et les plus belles satisfactions sont souvent celles qui sont issues de véritables efforts, je suis bien placé pour en témoigner. Faites-vous confiance !

Vous souhaitez être informé de la sortie des meilleurs contenus et me poser des questions ?

Suivez-moi sur les réseaux.



...pour aller plus loin...

2 programmes d'excellence

« La gestion de la charge d'entraînement »

« La réathlétisation du footballeur »

Des MasterClass de 4 jours à partir de  
517 € TTC

TOUTES LES FORMATIONS 2019

En complément de cet eBook, je vous invite à nous rejoindre lors de nos formations d'Experts, spécifiques au football, qui vous permettront de progresser, renforcer et mieux comprendre la préparation physique de vos footballeurs.

« Du contenu de qualité vous permettant de réaliser des objectifs pas à pas »

Si une information vous a manqué, si quelque chose n'a pas été suffisamment claire, si vous voulez me donner votre avis sur cet eBook, n'hésitez pas à me faire un retour directement sur mon mail [jchourcade@acpasport.com](mailto:jchourcade@acpasport.com).

J'espère que cet eBook vous a plu, qu'il vous aura permis d'avoir une vision un peu plus précise des solutions d'entraînement actuelles. Je vous attends pour que nous optimisions ensemble la performance et la cohésion sportive des équipes de football.

A très bientôt,  
Jean-Christophe

Avant que vous ne refermiez cet eBook, j'aurais souhaité vous poser **3 questions pour continuer de créer le meilleur des contenus pédagogiques.**

Répondre aux questions