



Association pour la Recherche et l'Évaluation en Activité Physique et en Sport

FORMATION DU JEUNE FOOTBALLEUR

**De l'analyse des exigences de la pratique du football de haut
niveau à la formation du jeune footballeur**

Georges CAZORLA

Association pour la Recherche et l'Évaluation en Activité Physique et en Sport

Cellule Recherche Fédération Française de Football

cazorlageorges@gmail.com

Document dédié :

à la Commission Médicale
et à la direction Technique Nationale
de la Fédération Royale Marocaine de Football

Mai 2016

De l'analyse des exigences de la pratique du football de haut niveau à la formation du jeune footballeur

Georges CAZORLA

Association pour la Recherche et l'Évaluation en Activité Physique et en Sport

Cellule Recherche Fédération Française de Football

cazorlageorges@gmail.com

Introduction

L'évolution des caractéristiques de la compétition en football au cours de ces quinze dernières années a entraîné de profondes révisions, parfois radicales, des conceptions non seulement de certains aspects de l'entraînement mais aussi, objet de la présente étude, de la formation du jeune joueur.

Former un jeune footballeur impose à la fois de spéculer sur ce que sera le jeu au moment où l'enfant d'aujourd'hui atteindra sa pleine maturité sportive et, au quotidien, de savoir choisir les contenus d'entraînement dans le respect des stades du développement moteur de l'enfant pré pubère, pubère, post pubère ou de l'adolescent qui nous est confié.

C'est dans cette double approche que nous inscrivons le présent travail. On ne peut en effet envisager la formation du jeune joueur sans avoir tenté, sur la base de la connaissance de l'évolution du jeu au cours de ces dernières années, d'élaborer une prospective des exigences de celui qu'il risque de devenir dans les années futures. De même, malgré les limites éthiques imposées à l'expérimentation chez l'enfant, nos connaissances sur son développement progressent et nous devons en tenir compte.

A partir de l'observation et de l'analyse des actions du jeu, nous nous proposons de mettre en évidence les principales qualités qui le soutiennent pour ensuite examiner comment elles se situent en fonction de l'âge, comment les évaluer et comment les développer dans la dynamique de l'évolution du comportement moteur de l'enfant et de l'adolescent.

Analyse du jeu actuel

De nombreuses études ont mis en évidence les aspects multifactoriels du jeu et ont proposé des modèles plus ou moins complexes pour les analyser (1). Il en ressort principalement que les différents facteurs cognitifs, mentaux, technico-tactiques, physiques et physiologiques sont en constantes inter-relations dans chacune des actions relevées au cours d'un match. Comment en effet évaluer une technique sans prendre en compte les qualités de coordination, de vitesse d'exécution, de puissance et de souplesse qu'elle requiert ? A l'inverse à quoi bon posséder ces qualités si la technique n'est pas correctement acquise ? Bien que chacun de ces facteurs ne s'exprime qu'en relation avec les autres, il est patent de noter que certaines qualités émergent comme facteurs de réussite pour réaliser les principales techniques, actions technico-tactiques individuelles voire tactiques collectives.

Le travail d'observation et d'analyse de matches de haut niveau réalisé depuis plus de dix ans (2, 3, 4, 5) permet de façon globale de définir le football comme une « activité à actions technico-tactiques courtes, très intenses et aléatoirement réparties en fonction du poste, des partenaires, des adversaires et ce, durant deux fois 45 minutes ».

Déjà émerge la notion fondamentale de capacité de reproduire des actions intenses et de courtes durées qui fait surtout appel à des qualités de vitesse, de puissance, d'endurance musculaire, de récupération rapide et, dans la durée totale du match, à celle de capacité aérobie. En outre, en 20 ans le nombre de ces actions intenses a très significativement augmenté. Envisagé en moyenne par joueur et par match, ce nombre est passé de 88 ± 12 à 108 ± 9 entre 1976 (2) et 1988 (3, 4) pour aujourd'hui (5) atteindre 119 ± 8 . Cette évolution semble indiquer que les actions techniques doivent et devront d'avantage se dérouler dans des durées et des espaces de plus en plus réduits, bien sûr sous la pression d'un ou de plusieurs adversaires. Cette notion prend pédagogiquement toute son acuité dans la formation du jeune joueur. En effet, l'apprentissage des techniques devra très tôt inclure la vitesse ce qui nous fait émettre quelques doutes sur l'efficacité de méthodes trop analytiques qui se proposent de décomposer les gestes techniques à des vitesses très éloignées de la réalité. Le problème alors posé est de savoir si l'enfant possède les capacités pour répondre à ce qui semble être une nécessité pour la pratique du football des années futures.

Afin d'identifier plus finement les qualités requises, examinons plus dans le détail comment se répartissent ces actions au cours d'un match.

En ce qui concerne les déplacements, on peut constater que la distance totale parcourue en cours de matches demeure relativement stable depuis plus de 20 ans : entre 8 500 et 9 500m. Par contre la distribution des différentes modalités de déplacements évolue significativement en faveur des démarrages brusques, des sprints très courts (d'une distance moyenne de 17 m) et des courses moins intenses et courtes qui, respectivement représentent actuellement 14.9% et 14.3% de la totalité des déplacements. Ces répétitions représentent en moyenne une action très intense et très courte toutes les 50s pour les latéraux, 49s pour les centraux, 44s pour les milieux et 39s pour les attaquants, soit en moyenne totale quel que soit le poste, une action intense (qui elle-même dure $2.8 \pm 1.6s$) toutes les 43s. Cette première analyse permet de conclure à une importante sollicitation de la puissance musculaire, de l'endurance musculaire spécifique ou capacité de reproduire des actions intenses dans des intervalles courts pendant une durée relativement longue : 2 x 45min. Donc au plan physiologique, surtout à la nécessité d'un important renouvellement du pool des phosphagènes (adénosine triphosphate ou ATP et phosphocréatine ou PCr) qui sont les substrats énergétiques à très faible réserve qui, dans ces conditions particulières alimentent le travail musculaire. Après chaque exercice court et intense, la reconstitution de ces réserves devient prioritaire pour répondre aux besoins des actions intenses subséquentes. Cette récupération nécessite la présence d'oxygène et la vitesse de resynthèse de la PCr dépend de la quantité d'oxygène que le muscle peut utiliser. Comme l'ont montré un certain nombre de travaux récents (6, 7, 8), il est possible d'améliorer la vitesse de resynthèse de la PCr entre plusieurs exercices courts et intenses grâce à un bon développement préalable de la capacité oxydative (capacité à utiliser l'oxygène) de muscles sollicités. Autrement dit, ces résultats expérimentaux expliquent et légitiment parfaitement la place que l'entraîneur accorde habituellement au développement de la capacité aérobie aussi bien en préalable d'une saison sportive que dans la formation du jeune joueur.

En conséquence, durant une saison sportive, le développement de la vitesse, de la force et de la puissance musculaire devrait être envisagé seulement après celui des capacités aérobies (endurance et puissance aérobie maximale). Pour améliorer les actions techniques intenses et répétées au cours du match comme : les démarrages sprints, les sauts, les duels avec et sans ballon, les blocages changements brutaux de direction..., un programme de musculation s'avère indispensable aussi bien au niveau de la préparation qu'à celui de la formation du joueur.

L'enfant et les apprentissages techniques.

Pour bien cerner les aptitudes de l'enfant à apprendre, il est bon d'évoquer brièvement que le développement des structures nerveuses s'opère dans deux domaines : la prolifération des dendrites

(sorte de petits filaments appartenant au corps cellulaire du neurone) qui permet d'augmenter de façon quasi incalculable le nombre de contacts (ou synapses) entre les neurones et donc d'informations que ces derniers peuvent échanger entre eux, et l'élaboration de la gaine de myéline qui enveloppe les axones (ou prolongement du corps des neurones en direction du secteur à innover) et qui est à l'origine de la vitesse de transmission des influx nerveux, par exemple du système nerveux où sont élaborés les programmes moteurs, aux muscles choisis pour effectuer les mouvements programmés. La totalité de la prolifération dendritique est réalisée au cours du développement de l'embryon tandis que l'élaboration de la gaine de myéline est plus progressive. La myélinisation du cortex se fait cependant plus rapidement pendant l'enfance. Elle se poursuit de façon proximale puis progressivement distale (neurones périphériques) pour être achevée environ à la puberté. L'enfant est donc très tôt équipé pour développer sa neuro-motricité fine (prolifération dendritique achevée à la naissance) mais la motricité exigeant les mouvements distaux (comme par exemple ceux des membres inférieurs) les plus rapides, les plus puissants et les plus spécialisés ne peut atteindre sa pleine efficacité que lorsque la myélinisation des fibres nerveuses est achevée.

Sans oublier l'immense appétit de jeu qui caractérise le comportement de l'enfant, on peut donc dire que dès 6-7 ans il est totalement apte à apprendre de façon globale un maximum de techniques. Entre 7 et 11 ans, jeu et multiplication des apprentissages moteurs doivent constituer l'essentiel de son menu cinétique. Ces apprentissages ne doivent bien entendu pas se limiter aux différentes techniques du football mais s'ouvrir à toutes les dimensions de sa psychomotricité. Par contre, dans la perspective de formation du joueur de demain, l'accent devra être mis très tôt sur la maîtrise des coordinations multiples des membres inférieurs. En effet, probablement à cause de leur mode d'innervation : un neurone moteur pour plusieurs centaines voire milliers de fibres musculaires, les membres inférieurs ne peuvent bénéficier d'une maîtrise motrice aussi fine que celle des membres supérieurs dont le nombre de fibres innervées par le même motoneurone est beaucoup moins important. Il est donc indispensable que les principales techniques soient apprises avant la puberté pour être ensuite répétées souvent, améliorées voire potentialisées par l'augmentation de la force et de la puissance dont le principal développement devra surtout attendre la période post pubertaire.

Développement de la capacité aérobie du jeune footballeur.

La capacité aérobie se caractérise par ses deux dimensions : la puissance aérobie maximale (PAM) ou quantité totale d'oxygène que l'organisme peut utiliser par unité de temps (généralement par minute) et l'endurance aérobie qui est le pourcentage de cette PAM que le sportif peut maintenir le

plus longtemps possible. De nombreuses études ont montré que la capacité aérobie (endurance et PAM) joue un rôle important en football. N'oublions pas que les distances parcourues sur grand terrain voisinent les 10 km par match et que celles des entraînements ne sont pas en reste ! Une capacité aérobie bien développée permet en effet au footballeur d'être plus actif sans ressentir de fatigue excessive durant les 2 x 45 min d'un match, comme nous l'avons précédemment étudié, de mieux récupérer entre deux ou plusieurs efforts intenses, d'augmenter sa capacité d'entraînement aussi bien en intensité qu'en durée et de maintenir un bon niveau de condition physique pendant la totalité d'une saison sportive. Ce n'est donc pas un hasard si les valeurs de consommation maximale d'oxygène (ou VO₂max véritable cylindrée énergétique de l'organisme du joueur), se situent entre 60 et 65 ml.min⁻¹.kg⁻¹ pour les footballeurs professionnels. Ces valeurs relativement élevées sont supérieures à celles des joueurs d'autres sports collectifs et, comme l'indique le tableau 1 (4, 5), semblent en relation avec le niveau de jeu.

Auteurs	Niveau	VO ₂ max (ml/min/kg)
Caru et Coll., 1970	Amateur	56.0
Chatard et Coll, 1991	Equipe du Sénégal	56 ± 5
Kae Oulaï ,1988	3 ^{ème} division française	58.5
Rower et Coll., 1976	Professionnels USA	58.9
Nos travaux 1989	Réserve girondins	60.7 ± 4
Chatard et Coll., 1991	Professionnels St Etienne	61 ± 3
Nos travaux, 1991	professionnels D2	61.1 ± 3
Withers et Coll., 1977	Internationaux australiens	62.0
Nos travaux, 1989	Professionnels Girondins	64.4 ± 4
1998	Professionnels Girondins	62.7 ± 1.8
Ferret 1998	Equipe de France 1998 Championne du monde	64.1 ± 2.1
Hollmann et Coll., 1984	Internationaux allemands	65.0
Rost et Hollmann, 1984	Internationaux suédois	67.0

Tableau 1 : Synthèse des valeurs de VO₂max obtenues chez des footballeur évoluant dans des équipes de niveaux différents. On peut remarquer que ces valeurs sont plus importantes chez les footballeurs de haut niveau. (in : Cazorla et al. 1995, 1998)

Autant de raisons d'envisager le développement de la capacité aérobie au cours de la croissance du jeune footballeur en formation.

Comparé à l'adulte l'enfant est physiologiquement mieux adapté aux efforts aérobies. A intensité relative identique sa consommation d'oxygène est nettement plus précoce et l'extraction de l'oxygène par ses muscles actifs est significativement supérieure.

Mesurée en litre par minute on observe une augmentation progressive de sa consommation maximale d'oxygène jusqu'à 18 ans, avec une très nette augmentation au cours de la puberté. Cette

augmentation est probablement due à la croissance tissulaire qui caractérise cette période. Afin d'harmoniser les développements physiologiques et morphologiques il semble qu'une plus grande importance doive être accordée au développement de la capacité aérobie au cours de la puberté (12-14ans). Alors que la pratique de l'endurance aérobie se justifie surtout avant la puberté puisqu'elle constitue la base de la condition physique et de la santé (9), le développement de la PAM peut et doit être envisagé dès la puberté.

L'évaluation de la puissance aérobie maximale est aujourd'hui très accessible grâce aux différents tests enregistrés sur cassettes audio. Si seul un « état des lieux » est recherché en début de saison pour organiser des groupes homogènes d'entraînement, le test navette de Léger et coll. peut suffire alors que le test vam-éval est plus conseillé pour obtenir la vitesse de course à laquelle le VO_2 max est atteint (VAM), ce qui permet de gérer plus efficacement les vitesses les plus appropriées au développement des différentes capacités physiologiques.

Dans le document qui accompagne l'envoi de cette cassette, toutes les explications sont fournies pour mettre en place les tests et utiliser leurs résultats afin d'orienter les contenus d'entraînement. (Cf CRESS tel : 05 56 31 28 18 pour obtenir tous renseignements utiles)

Pour développer la capacité aérobie, commencer par évaluer collectivement la VAM des jeunes à entraîner. Constituer ensuite les groupes de VAM homogènes et programmer des vitesses de course correspondant à 70% de VAM au début de la période d'entraînement, pour progressivement les augmenter ensuite jusqu'à 80% au cours des quatre à six semaines suivantes. La durée totale des exercices consacrés au développement de la capacité aérobie ne doit pas être inférieure à 15 min dans le cas d'exercices continus. Envisagés par intervalles, la durée de chacun des exercices doit toujours être supérieure à trois minutes. Dans le cas d'exercices avec ballon, privilégier les circuits techniques ou les jeux continus sur $\frac{1}{2}$ terrain ou le terrain complet avec des effectifs compris entre 5 contre 5 et 8 contre 8.

Sans ballon, la puissance aérobie maximale peut être développée en utilisant des exercices continus mais à vitesses variées type fartlek (nom suédois qui signifie : jeu de vitesse) ou des exercices intermittents courts (selon l'âge : 10 à 15s de course à 110-120% de la VAM avec des récupérations passives courtes : 30, 20, 15s, le tout multiplié par 2 x 10, 3 x 10, 2 x 15 et 4 x 10 maximum). Pour la mise en place de cet exercice voir figure 1.

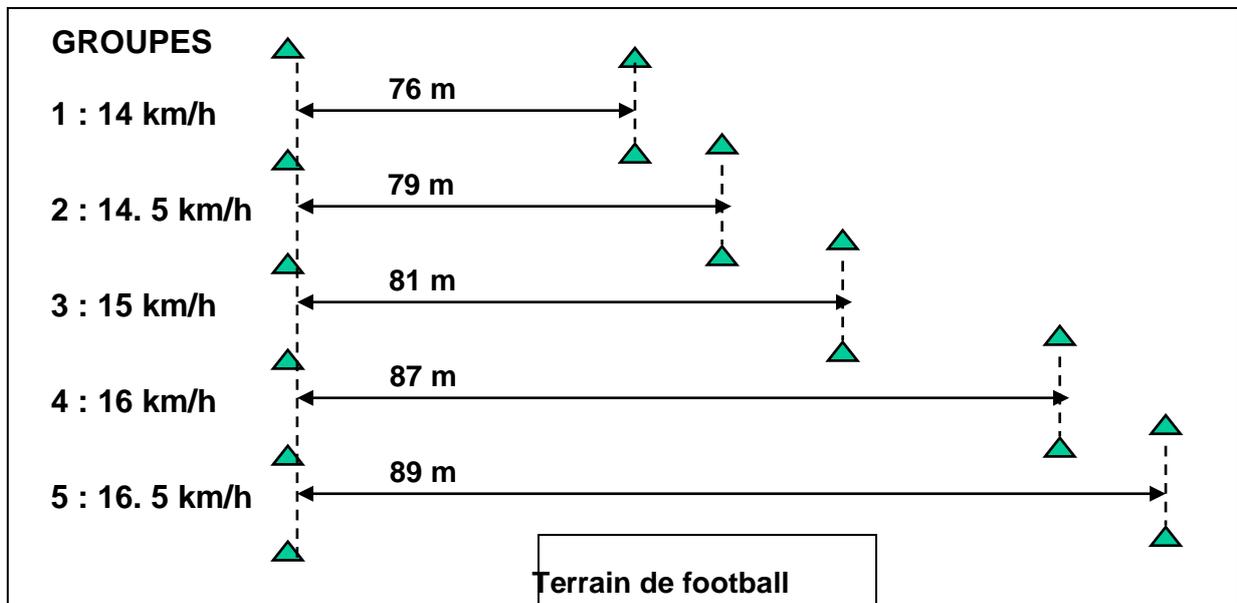


Figure 1 : Mise en place d'un exercice de course permettant de développer la puissance aérobie maximale sans production importante de lactate et à des intensités proches de celles du match. Entraînement intermittent court : 15 s de course et 15 s d'arrêt à une intensité correspondant à 120 % de la V.A.M. à x par 20, 30 ou 40 fois selon le niveau d'entraînement. Les jeunes footballeurs sont placés par groupes homogènes de V.A.M.

Avec ballon : - avec des intervalles longs : 3 à 4 min, des jeux peuvent être organisés sur la moitié ou le tiers du terrain avec des effectifs réduits à 4 contre 4 ou à 3 contre 3 de façon à maintenir une

intensité élevée. Une récupération de 3 à 4 min entre chaque intervalle doit être active mais à faible intensité.

- avec des intervalles très courts : respecter dans ce cas les formes envisagées dans les exercices intermittents courts. Comme l'ont montré les travaux de Saltin et Essen, 1977 (10), l'avantage de ces derniers est de développer la puissance aérobie maximale en utilisant des intensités proches de celles du match tout en limitant la production d'acide lactique.

Est-il dangereux pour l'enfant de développer précocement sa capacité anaérobie lactique ?

On peut préalablement s'interroger sur l'opportunité de développer cette capacité chez le footballeur puisque tous les résultats obtenus par différents auteurs concourent pour démontrer le rôle assez faible joué par la glycolyse lactique (dégradation du glycogène musculaire avec production d'acide lactique) au cours d'un match (3, 4, 5, 11, 12, 14, 15, 16).. Cependant, afin d'anticiper toutes les éventualités technico-tactiques susceptibles d'être rencontrées au cours d'une saison : tous les joueurs attaquent et défendent, pressing un contre un, certains matches joués contre un adversaire de meilleur niveau...une bonne capacité anaérobie lactique peut parfois être utile aussi. Bien que la recherche de son développement systématique ne s'impose pas en football, selon la période de la saison, seuls un ou deux « espaces lactiques » de 10 à 15 min à placer entre des sessions aérobies devraient être hebdomadairement envisagés au sein des entraînements au cours de la période de compétition. Pour ce faire, sans ballon, des courses par intervalles de 30s à 2min à vitesse maximale (= à VAM) ou supra maximale (110 à 130% de VAM) espacées de 3 à 4min de récupération passive et répétées de 3 à 4 fois s'avèrent être les plus efficaces. Avec ballon, les mêmes types d'exercices envisagés à 2 contre 2 ou à 3 contre 3 sur 1/3 de terrain intègrent en outre des aspects technico-tactiques d'où le nom de « préparation physique intégrée » donné à cette forme d'entraînement. Dans le but de métaboliser plus rapidement le lactate produit et l'acidose musculaire induite ; il est recommandé de prévoir une activité à intensité modérée d'environ 10 min après de telles séquences.

Concernant l'enfant, tout indique que sa capacité anaérobie lactique n'est pas encore suffisamment mature avant la période post pubertaire pour investir les charges lourdes de travail musculaire que nécessiterait son développement.

Plusieurs études (16, 17) utilisant la biopsie musculaire ont montré chez l'enfant une concentration moindre et une activité 50% moins élevée d'une des enzymes clé de la glycolyse lactique (la phosphofructokinase : PFK) que celle de l'adulte sédentaire. Naturellement l'enfant est moins apte que l'adolescent et celui-ci moins apte que l'adulte à mobiliser sa glycolyse lactique et donc à fournir des efforts intenses de 30s à 2min. Par contre ces mêmes études ont mis en évidence une activité 50% plus élevée de l'enzyme succinate déhydrogénase (SDH) intervenant dans le cycle de Krebs témoignant de la meilleure aptitude aérobie de l'enfant comparée à celle de l'adulte. Il est d'ailleurs probable que l'immaturité de la glycolyse lactique de l'enfant résulte tout simplement de son mode de fonctionnement qui utilise plutôt la filière énergétique aérobie.

Par contre, contrairement à des croyances tenaces, rien ne nous permet actuellement de dire qu'il est dangereux pour l'enfant de pratiquer des exercices lactiques. Il peut parfaitement s'y adonner comme par exemple dans certaines actions exceptionnelles du jeu ou dans certains sports comme la gymnastique ou le patinage, sans aucune conséquence pour son organisme. Il a même été prouvé que l'apport énergétique via la glycolyse lactique pouvait être très significativement augmenté après

un entraînement comprenant des exercices dits « lactiques » : 1min à intensité élevée (18). Ceci montre que le processus anaérobie lactique bien qu'immature chez l'enfant est capable de s'adapter par l'entraînement chez le jeune non pubère.

Dans ce cas aussi, on peut s'interroger sur l'opportunité de développer un processus physiologique naturellement immature chez l'enfant. N'est-ce pas ici encore une façon de vouloir forcer la nature ? Malgré l'absence apparente de danger, il convient néanmoins d'être prudent car en voulant griller les étapes n'expose-t-on l'enfant à obtenir des performances, certes précoces, mais souvent sans lendemain. Le caractère éprouvant que représente la répétition d'exercices intenses peut expliquer les abandons, précoces eux aussi, plus par les contraintes psychologiques difficilement supportables par l'enfant que par des raisons purement physiologiques. Peu enclin à produire des efforts maximaux à travers l'activité sportive l'enfant veut avant tout jouer pour se faire plaisir.

Ce n'est que progressivement après la période pubertaire, précisément un ou deux ans après cette période, que ce type d'entraînement peut aussi bien physiologiquement que psychologiquement être délibérément envisagé par le jeune adolescent lui-même. Mais est-ce bien utile dans la formation du jeune footballeur ?

La vitesse. Peut-on et doit-on la développer ?

En football la vitesse et la capacité de la reproduire souvent en cours de match constituent deux des qualités les plus importantes, surtout pour répondre aux exigences des postes d'attaquants et de milieux qui les sollicitent le plus.

Au cours d'un match, comme dans bien d'autres activités sportives, la vitesse peut prendre plusieurs formes : Il peut s'agir d'une simple vitesse de réaction à une prise d'information(s) sous la dépendance essentielle du système nerveux central ou bien d'une vitesse de démarrage qui dépend non seulement du temps de réaction mais aussi de la puissance musculaire des membres inférieurs, ou encore d'une vitesse vivacité ou vitesse-coordination pour réaliser des techniques ou tout simplement des séquences de sprint-blocage-redémarrage avec ou sans changement de direction. Outre le rôle essentiel du système nerveux central pour coordonner ces différentes actions motrices, la qualité de contraction des fibres musculaires sollicitées, la puissance et l'élasticité totale des groupes musculaires auxquels elles appartiennent sont aussi déterminants pour répondre à l'efficacité souhaitée. Enfin la vitesse-vélocité qui permet de prolonger un sprint lors des relances et des contres dépend en outre des réserves en phosphagènes (ATP-PCr) et de l'aptitude à poursuivre les contractions musculaires requises en milieu de plus en plus acide. Il convient cependant de reconnaître que ces sprints longs sont assez rares en match.

La vitesse est donc sous la double dépendance de la qualité de la commande nerveuse et de la qualité des effecteurs : les muscles sollicités.

Chez l'enfant, nous l'avons étudié précédemment, jusqu'à la myélinisation complète des axones et à la maturation du système neuromusculaire, c'est à dire jusqu'à la période pré pubertaire voire pubertaire, la vitesse de conduction nerveuse présente un déficit par rapport à l'adulte. Par ailleurs, dès l'âge de deux à trois ans, sous forte dépendance génétique, la distribution des fibres musculaires est achevée. Selon les pourcentages que représentent ses fibres à contraction rapides (type IIb) et à caractéristiques intermédiaires (IIa), l'enfant présente très tôt une vitesse de contraction et une puissance musculaire plus ou moins importantes. Selon le type d'entraînement qui lui sera proposé, les pouvoirs biochimiques de ses fibres évolueront majoritairement dans le sens d'une augmentation de leur pouvoir oxydatif mais très peu dans le sens d'une augmentation de leur vitesse de contraction. Autrement dit, il peut bien améliorer sa capacité aérobie mais peu sa vitesse.

Cependant, malgré les limites imposées par les facteurs héréditaires, deux auteurs (19, 20) ont montré qu'il était possible de développer la vitesse par une pratique d'exercices de vitesse-vivacité et de vitesse-vélocité avant et pendant la puberté.

Comme la vitesse dépend fortement aussi des coordinations nerveuses et du développement des programmes moteurs associés, il est parfaitement justifié d'envisager très tôt (vers 6-7 ans) de commencer son développement. C'est d'ailleurs dans le premier âge scolaire (7-8 ans) que se manifeste la plus forte croissance de la fréquence et de la vitesse gestuelle. C'est bien entendu surtout à travers le jeu que doit être pensée la possibilité du développement de la vitesse de l'enfant pré pubère. Au cours de la puberté et ensuite de l'adolescence le développement de la vitesse pourra être associé à celui de la force et bénéficiera en outre de l'augmentation très importante de la production de testostérone, hormone anabolisante qui permet d'augmenter la masse musculaire et donc la puissance contractile.

Peut-on et doit-on entraîner la force chez l'enfant ?

En football la force intervient de plus en plus dans le jeu moderne notamment dans les duels avec et sans ballon. En outre en interaction avec la vitesse elle détermine la puissance contractile (ou, selon la terminologie des entraîneurs : la force explosive) très sollicitée dans le jeu aérien, les duels et les frappes. Longtemps suspectés par les entraîneurs, les programmes de musculation font désormais totalement partie de la préparation des joueurs de haut niveau.

Qu'en est-il de l'enfant, futur footballeur ?

Sous prétexte que l'enfant présente un déficit en testostérone et à cause des risques qu'une musculation avec charges pourrait faire courir à un squelette encore incomplètement ossifié et en

pleine croissance, il a été longtemps soutenu qu'il fallait proscrire les séances de renforcement musculaire et de musculation de tous programmes d'entraînement de l'enfant.

Qu'en est-il aujourd'hui ?

Il faut se souvenir que la force musculaire résulte de l'interaction d'au moins deux facteurs qui paraissent essentiels : de la qualité de la commande nerveuse et de la qualité des fibres musculaires appartenant aux groupes musculaires sollicités.

La commande nerveuse permet d'augmenter le nombre de fibres recrutées (ou phénomène de sommation spatiale représentant entre 75 et 80% des possibilités de tension maximale), la fréquence de décharges des influx au niveau des muscles déjà activés (ou phénomène de sommation temporelle prenant à son compte entre 15 et 20% du reste). Notons aussi le rôle non négligeable de la synchronisation des recrutements intra et inter musculaires dans l'amélioration de la force maximale.

La qualité des fibres musculaires est aussi bien liée à leur nature : type I, type IIa et IIb, qu'à leur surface de section.

Au cours de la croissance la force musculaire augmente en fonction de l'accroissement de la masse corporelle. La vitesse d'augmentation devient maximale un an après le pic de croissance, c'est à dire entre 14.5 et 15.5 ans chez les garçons, période où la production de la testostérone augmente aussi de façon significative. La force maximale se stabilise entre 20 et 30 ans chez le garçon.

Selon les travaux les plus récents (21, 22, 23), on ne peut plus soutenir aujourd'hui qu'un enfant ne peut bénéficier des effets d'un programme de musculation avant la puberté. A la condition de respecter certaines précautions, ces travaux démontrent formellement que l'enfant est totalement capable d'augmenter sa force musculaire dans les mêmes proportions que celles de l'adulte. Avant la période pubertaire cette augmentation dépend essentiellement des facteurs nerveux alors qu'après, les facteurs musculaires et notamment l'augmentation des surfaces de section traduites par des muscles plus volumineux, y contribue majoritairement.

Il reste à résoudre le problème de la sécurité de l'enfant qui passe par des règles à respecter impérativement, par l'adaptation du matériel à utiliser et par des contenus d'entraînement à conseiller.

Les principales règles à respecter peuvent se décliner de la façon suivante :

- 1- soumettre l'enfant à un examen médical préalable et observer surtout la position de son bassin et les courbures de sa colonne vertébrale,
- 2- respecter sa motivation pour pratiquer le renforcement musculaire et ensuite la musculation,
- 3- veiller à ce le programme de renforcement musculaire ou de musculation soit dirigé par des éducateurs compétents et spécialistes de l'entraînement de l'enfant et de l'adolescent,
- 4- ce programme ne doit pas être considéré à part, comme une fin en soit mais doit faire partie d'un entraînement général,
- 5- la compétition en matière de musculation doit être formellement proscrite,
- 6- ne jamais utiliser des charges maximales chez l'enfant pré-pubère.

Concernant le matériel, celui-ci doit être :

- adapté à la morphologie et aux capacités de l'enfant et de l'adolescent,
 - en parfait état de fonctionnement et vérifié souvent,
 - placé dans un endroit bien ventilé et non encombré,
- et doit présenter toutes les sécurités requises,

Pour les contenus d'entraînement il est souhaitable :

- 1- de commencer à utiliser le poids du corps ou des segments avant d'évoluer progressivement vers l'emploi de charges externes qui peuvent être envisagées au cours de la période post pubertaire,
- 2- de choisir des appareils de musculation adaptés et assurant le bon placement du bassin et surtout du dos, plutôt que d'utiliser des haltères,
- 3- d'utiliser des exercices avec une amplitude maximale et au départ sans charge pour apprendre parfaitement la technique,
- 4- d'utiliser des charges permettant au minimum 8 à 10 répétitions (60-70%de la charge permettant une seule répétition au maximum définie : 1 RM),
- 5- de ne jamais augmenter les charges tant que la technique n'est pas parfaitement maîtrisée,
- 6- de ne pas excéder par exercice 2 à 3 séries de 6 à 15 répétitions au maximum,
- 7- de n'augmentera la charge que très progressivement : 0.5 à 1 kg. seulement lorsque l'enfant est capable de répéter l'exercice 15 fois,
- 8- de s'entraîner 1 à 2 fois par semaine à raison de 15 à 20 min,
- 9- d'inclure surtout des exercices à base de contractions concentriques (les contractions excentriques doivent être évitées surtout chez les plus jeunes),
- 10- de concerner un maximum de groupes musculaires,
- 11- de toujours faire précéder chaque séance d'un échauffement et de la faire suivre par des exercices d'étirement et de récupération,

Bien que la musculation correctement maîtrisée avec charges ne soit pas à exclure des programmes de développement moteur de l'enfant, pendant la période pré pubertaire il est conseillé d'opter plutôt pour un renforcement musculaire plus général, avec un soin particulier pour le gainage du bassin. Ensuite, à mesure que l'adolescent s'approche de sa maturité, s'il possède bien les différentes techniques de musculation, il lui est très fortement recommandé d'inclure la musculation comme un de ses modes de préparation pour améliorer son efficacité en cours de match. Concernant les jeunes footballeurs, un renforcement de compensation de la partie haute du corps s'avère aussi indispensable dans chacune de ses séances de musculation.

En outre, il convient de savoir, qu'au cours de la croissance, les tendons, relativement bien irrigués à cet âge, se développent en harmonie avec leurs muscles respectifs. La musculation précoce peut donc jouer à leur égard un rôle très important qu'elle pourra tenir plus difficilement à l'âge adulte. En effet, à cette période de la vie, l'irrigation sanguine des tendons devient de plus en plus réduite, limitant de ce fait l'harmonie de leur développement avec celui des muscles soumis à des programmes de musculation intensive. L'augmentation parfois considérable des tensions musculaires ainsi obtenues peut dépasser l'élasticité et la résistance mécanique de tendons mal préparés ce qui pourrait expliquer en partie les déchirures et les spectaculaires ruptures tendineuses rencontrées par des adultes devenus musculairement surpuissants. L'harmonie du développement du couple « muscle tendon » doit donc se préparer au cours de la croissance, jouant ainsi un rôle de prévention dans la future carrière sportive du jeune footballeur en formation.

Puissance et endurance musculaire.

Le développement de la puissance musculaire qui est le produit de la force et de la vitesse, peut se référer aux mêmes conditions de développement de chacune de ces deux qualités physiques.

Toutefois, il faut savoir que la force maximale ne peut être obtenue à vitesse maximale mais qu'il existe une relation force-vitesse propre à chaque sportif. Cette relation dépend pour beaucoup du niveau de coordination. Elle est donc susceptible d'améliorations dans la mesure où les contenus d'entraînement proposent à ce sportif des exercices visant au développement de la coordination propre à chacun des niveaux de cette relation. Ainsi, il est possible de mettre en évidence son point de rupture ou niveau critique de la relation force-vitesse. Remarquons qu'il peut en être de même de la relation action technique-vitesse.

L'endurance musculaire qui dans le cas du football peut se définir comme la capacité de répéter un nombre élevé de fois, un geste ou une action exigeant de la force ou de la puissance : nombre de duels avec et sans ballon, de démarrages de vitesse, de sauts, de séquences sprints-blocages-redémarrages..., nécessite à la fois un bon développement de la force, de la puissance et des capacités aérobie. Elle peut se travailler sous forme de circuits de musculation dès le début de la reprise de l'entraînement et ensuite tout le long de la saison. Outre l'aspect ludique des circuits de musculation, l'amélioration de l'endurance musculaire, de la force, de la puissance musculaire et de la puissance aérobie maximale peut être obtenue par cette forme d'entraînement, à la condition de respecter l'organisation suivante : constituer au moins 8 ateliers individuels assez proches les uns des autres, choisir pour chaque atelier des exercices qui sollicitent des groupes musculaires différents, la durée d'exercice à chaque atelier doit être comprise entre 10s en début de saison et tendre progressivement ensuite vers un maximum de 20s, prévoir une récupération très courte d'une durée maximum de 30s en début de saison et progressivement de 15s entre chaque atelier, se limiter à un circuit au début et ajouter progressivement quelques ateliers supplémentaires, et/ou augmenter le nombre de circuits complets. A chaque atelier le nombre maximum de répétitions doit être correctement réalisé et si possible enregistré. Ainsi un auto contrôle commencera très tôt à être introduit dans chaque exercice afin de favoriser la gestion individuelle des progrès.

Cette même organisation peut être adoptée pour l'entraînement physique général ou/et technico-tactique. Dans ce cas il s'agit alors de circuit training de préparation physique générale (PPG) ou de préparation physique spécifique (PPS).

Tout en privilégiant un ou plusieurs objectifs en fonction du stade de formation du jeune joueur ou du moment de la saison, le but de ces différentes formes d'entraînement est de varier les exercices pour maintenir l'intérêt et la motivation à leur meilleur niveau.

Amplitude articulaire ou "souplesse".

En cours de match, dans plusieurs techniques comme le tackle ou certains dribbles ou encore assez souvent dans des actions particulières non contrôlées, l'amplitude articulaire surtout des membres inférieurs est mise à rude épreuve. Seuls les footballeurs ayant entraîné l'élasticité surtout de leurs adducteurs et de leurs ischio jambiers s'en sortent sans trop de dégâts. Une bonne amplitude articulaire peut aussi améliorer l'efficacité de certains gestes techniques comme le tir.

Par ailleurs, en nous appuyant uniquement sur notre expérience personnelle, nous avons pu constater que les footballeurs obtenant les moins bons résultats au test de souplesse (depuis la position assise membres inférieurs tendus, par flexion avant du tronc pousser le plus loin possible en avant le curseur d'un caisson flexomètre) étaient les pensionnaires les plus assidus de...l'infirmerie.

Autant de raisons qui plaident en faveur d'une amélioration et d'un entretien de cette qualité en prévoyant au cours et à l'issue de chaque entraînement des exercices d'étirements.

Dès le plus jeune âge l'enfant présente un niveau élevé de souplesse, un entraînement « poussé » de l'amplitude de ses articulations ne semble donc pas nécessaire avant 9-10 ans.

Par contre lui apprendre très tôt les techniques d'auto étirement, est fortement recommandé pour la suite de sa « carrière ».

D'après certains auteurs (24), la période optimale pour développer cette qualité et pour obtenir les gains les plus importants se situerait entre 11 et 14 ans. La souplesse doit être ensuite entretenue très régulièrement afin de conserver le niveau acquis.

Conclusion

Le tableau 2 récapitule l'ensemble des orientations qu'il conviendrait de planifier sur la totalité de la formation du jeune footballeur. On peut notamment noter l'importance des apprentissages et du jeu surtout dans la période pré pubertaire et pubertaire. Surtout à ces âges, il ne faut surtout pas « que les joies du sport ne les privent jamais du plaisir de jouer » Sprumont (24). Puis, progressivement, et seulement si la formation initiale a été correctement réalisée, à partir de 12-14 ans, sans s'effacer totalement, ces deux conditions doivent laisser de plus en plus place à la spécialisation et à l'intensification de l'entraînement. Spécialisation qui à notre avis doit se conjuguer avec polyvalence susceptible d'amener le jeune footballeur à évoluer à plusieurs postes de jeu sans perdre son efficacité.

Tableau 2 : Périodes les plus favorables au développement des principales qualités du footballeur au cours de sa formation. + : début du développement ou développement très modéré ; ++ : augmentation du développement ou développement modéré ; +++ : important développement ; ++++ : développement très important et absolument prioritaire ; → : entretien des capacités acquises.

		Période pré pubertaire		Période pubertaire	Période post pubertaire : adolescence	
		6 – 8 ans	9 – 11 ans	12 – 14 ans	15 – 17 ans	18 ans et +
Psychomotricité orientée football		++++	+++	+		
Apprentissages techniques multiples (2/3 football)		++	++++	+++	++	→
Apprentissages spécifiques football		++	+++	++++	++++	++ →
Capacité aérobie	Endurance	++	+++	+++	+ →	→→
	PMA	+	++	++++	+++ →	++ +→
Capacité anaérobie lactique				+	++	++
Vitesse-vivacité		++	+++	++++	++++	++++
Force Musculaire	Renforcement général	++	+++	++++	+++	++
	Force maximale				++	++++
Puissance musculaire				++	++++	++++
Endurance musculaire		+	++	++	+++ →	+ →→
Souplesse		+	++	++++	+++	+++

Bibliographie

- (1) Menaut (A.) Validité et limite du modèle opératoire dans le domaine des jeux sportifs collectifs. Revue STAPS ; Vol 5, n° 10 : 29-41, 1984
- (2) Reilly (T.) et Thomas (V.), « A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play ». J Human movement studies, 1976, 2: p. 87-97.
- (3) Goubet P., Évaluation directe en cours de match des courses et des contraintes énergétiques du footballeur. Mémoire pour le brevet d'état d'éducateur sportif 3^{ème} degré. Juin 1980.
- (4) Cazorla (G.), Montéro (C.), Rohr (G.), Goubet (P.), Profil des exigences physiques et physiologiques de la pratique du football. Actes du 4^{ème} colloque international de la Guadeloupe, 1995, p. 145-166.
- (5) Cazorla (G.), Farhi (A.). Football. Exigences physiques et physiologiques actuelles. Revue EP.S 273, (1998), p. 60-66.
- (6) Quirstorff et coll. Absence of phosphocreatine resynthesis in human calf muscle during ischaemic recovery. Biochemical Journ, 291 : 681-686, 1992.

- (7) Trump et coll. Importance of muscle phosphocreatine during intermittent maximal cycling. *J. Appl. Physiol.* 80 (5) : 1574-1580, 1996.
- (8) Bogdanis et coll. Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *J. Appl. Physiol.*, 1996, 80 (3) : p. 876-884.
- (9) Astrand (P.O.) et Rodahl (K.) ; *Manuel de physiologie de l'exercice musculaire*, 1980. Masson ed. Paris
- (10) Saltin (B.), Essen (B.) Muscle glycogen, lactate, ATP and CP in intermittent exercise. In *Muscle metabolism during exercise*. Eds. Pernow and B. Saltin (New-York Plenum Press) 1971, 11: p. 419-125.
- (11) Jacobs (I) et coll. Muscle glycogen and diet in elite soccer players. *Eur. Journ. Appl. Physiol.*, 48 : 297-302, 1982.
- (12) Kae Oulaï (G.), *L'entraînement physico-technique. Les principes d'organisation. Mémoire pour le diplôme INSEP*, 1988.
- (13) Agnevik (G.). *Fotboll* : Traduit du suédois par M. Robin et J.R. Lacour sous le titre : « Etude physiologique du football » Saint Etienne, 1975
- (14) Ekblom (B.) *Applied physiology of soccer*. Department of physiology III. Karolinska Institute ; *Stockholm Sports Medicine* 3 : 50-60, 1986.
- (15) Bangsbo (J.) *Fitness training in football. A scientific approach*. Ed. HO. storm, Bagsverd. 1994.
- (16) Eriksson (B.O.) *Physical training ; oxygen supply and muscle metabolism in 11-13 year old boys*. *Acta Physiol. Scand. suppl.* 384 : 1-48, 1972.
- (17) Haralambie (G.) *Enzyme activities in skeletal muscle of 13-15 year old adolescents*. *Bull. Europ. Physiopath. Resp.* 18 : 65-74, 1982.
- (18) Eriksson (B.O.) Gollnick (P.D.) et Saltin (B.). *Muscle metabolism and enzyme activities after training in boys 11-13 year old*. *Acta physiol. Scand.* 87 : 485-497, 1973.
- (19) Ratchev (K.) et Stoev (V.) 1979. *Dynamique des qualités physiques chez les garçons à l'âge de 11 à 14 ans sous l'influence d'une préparation rationnelle d'athlétisme*. Traduit dans la revue *AEFA* 62 : 45-49.
- (20) Ratchev (K.) 1970. *Dynamique de l'âge et méthodes de développement de la vitesse de course*. Traduit dans la revue *AEFA* 28 : 13-19.
- (21) Hakkinen (K.), Mero (A.) et Kauhanen (H.) *Specificity of endurance, sprint and strength training on physical capacity in young athletes*. *J. Sport Med.* 29 : 27-35, 1989
- (22) Ramsay et coll. *Strength training effects in prepubescent boys*. *Med. Sci. Sports Exerc.* 22 : 605-614, 1990
- (23) Duchateau (J.) *La musculation chez l'enfant*. In Cazorla G. et Robert G. : *Actes du colloque de la Guadeloupe. L'enfant l'adolescent et le sport. Croissance, maturation, développement et pratique des activités physiques*. AREAPS ed. 1998.

(24) Sprumont (P.) et Thiebault (C.) L'enfant et le sport. Introduction à un traité de médecine du sport chez l'enfant. De Boeck Université (ed.), 1998.