

# PHYSIOLOGIE DU SPORT ADAPTEE A L'ENFANT ET L'ADOLESCENT

Ould Hammou Mustapaha<sup>(1)</sup>, Zeroual Mohamed<sup>(2)</sup>, Koulougli Hassina<sup>(1)</sup>.

(1) Université de Boumerdes

(2) Université de Ouargla

## **Résumé :**

La pratique sportive chez l'enfant et l'adolescent requiert une attention particulière de la part des éducateurs et coachs sportifs, car leurs performances et leurs niveaux de pratique et d'assimilation, dépend du stade de maturation et de développement physique qu'ils ont atteint. La connaissance des modifications physiologiques et caractéristiques physiques et psychologiques rythmant chaque stade de maturation et de développement, est nécessaire pour les éducateurs sportifs, afin d'ajuster les contenus des séances d'APS, non seulement par rapport à l'objectif sportif mais aussi selon les besoins et les limites biologiques de l'enfant, et ceci afin d'éviter des lésions irréversibles dans le développement de ces enfants.

## **Abstract :**

Sports practice in children and adolescents requires special attention from educators and coaches because their performance and levels of practice and assimilation depend on the stage of maturation and physical development they have achieved. The knowledge of the physiological changes and physical and psychological characteristics punctuating each stage of maturation and development, is necessary for the sports educators, in order to adjust the contents of the sessions of APS, not only compared to the sporting objective but also according to the needs and the biological limits of the child, and this in order to avoid irreversible lesions in the development of these children.

## **Introduction:**

La participation de plus en plus grande du jeune enfant à des activités physiques à l'école primaire l'incite à poursuivre la pratique d'un sport hors du cadre scolaire, le plus souvent au sein d'associations. Cela sous-entend, très souvent à cet âge, la participation à des compétitions, et donc l'exercice d'une activité physique régulière, plusieurs heures par semaine (l'entraînement), pour aborder la compétition dans les meilleures conditions, c'est-à-dire avec le minimum de fatigue et de risques traumatiques et le maximum de réussite. Le rôle de l'éducateur, est d'orienter cette pratique mais aussi de la favoriser. Pour cela il doit connaître les propriétés spécifiques qui caractérisent l'enfant en pleine croissance physique et physiologique (psychique) et veiller à adapter le contenu de ces séances (en milieu scolaire ou associatifs), avec les demandes réelles de l'enfant et l'adolescent, afin d'assurer un épanouissement optimal de cette tranche d'âge dans un cadre sain et efficace.

Notre article et un ensemble d'informations sur les études les plus récentes et qui démontrent les différences entre l'adulte, l'enfant et l'adolescent, sur le plan du développement physique et physiologique, en relation avec la pratique d'activités physiques et sportives.

## **Quelques rappels sur La croissance et la maturation physiologique de l'enfant**

### **Modification des proportions du corps**

Les différents segments corporels ne se modifient pas de la même façon en fonction de l'âge. Il y a une accélération de la croissance pendant la puberté.

La croissance est centripète: les pieds et les mains arrivent à maturité plus tôt que les avant-bras et que les jambes. La croissance staturale prédomine aux membres inférieurs avant la puberté et au rachis au cours de la puberté (le pic de croissance pubertaire est dû pratiquement au seul segment supérieur, c'est-à-dire à l'augmentation de hauteur des vertèbres)  
(Erwin,1991,p25)

La puberté est une période très décalée selon les personnes (avance ou retard) le tout est de correspondre l'âge biologique (âge osseux/âge statural) avec l'âge chronologique (problématique). C'est l'âge osseux qui détermine l'âge physiologique de l'enfant et c'est donc lui qui doit être pris en compte pour déterminer la classe d'âge de pratique sportive, cela se fait par le moyen d'une radiographie du poignet gauche que seuls les spécialistes peuvent interpréter.(Dupuis et al.,2001,p05)

### **1.2. La croissance et le métabolisme chez l'enfant**

- Le métabolisme de base est supérieur de **20 à 30%** de celui de l'adulte, il faut donc un apport nutritionnel supérieur.

Ce métabolisme de base pose problème aux enfants qui pratiquent un sport durant cette période, car le prélèvement énergétique effectué pour pratiquer se fait au dépend du développement du métabolisme. Cela existe aussi chez la femme mais c'est moins important.

- Il y a aussi une augmentation de la longueur du muscle qui est en fait un ajout de sarcomères à leur extrémité. On arrive à une masse musculaire adulte entre 16 et 20 ans chez la femme et entre 18 et 25 ans chez l'homme (il y a toujours 2 ans de décalage avec la femme et l'homme).(Catterroy et al.,2002,p12)

- La taille du cœur augmente depuis la naissance jusqu'à la maturité, et la courbe qui suit le cœur est proportionnelle à celle du poids. Cette augmentation est liée à l'augmentation de la taille des fibres musculaires.

- Le volume du cœur à la naissance est de 40 cm<sup>3</sup>, de 80 cm<sup>3</sup> à 6 mois, de 160 cm<sup>3</sup> à 2 ans et de 600 à 800 cm<sup>3</sup> pour le jeune adulte.(Catterroy et al.,2002 ; Weineck,1997,p125)

### **1.3. Fréquence cardiaque**

140 bpm pour le nouveau né, 100 à 1 an, 80 à 6 ans et de 70 bpm à 10 ans.

Avant 10 ans, il n'y a aucune différence entre les garçons et les filles. Après 10 ans, la fréquence cardiaque des filles est supérieure de 3 à 5 bpm en moyenne à celle des garçons. (Fabiano, 2010, P15)

### **1.4. Volume sanguin**

Il y a une étroite relation entre ce volume sanguin et la masse corporelle. Le jeune adulte a environ 5 litres de sang alors qu'un nouveau né ne possède que 0.3 à 0.4 litres. (Erwin, 1991, P24 ; Fabiano, 2010, P12)

### **1.5. Les globules rouges et l'hémoglobine dans le sang**

Il y a une augmentation régulière des globules rouges pour arriver à 5.5 millions chez les hommes et à 4.6 millions chez les femmes. On ne constate de différence qu'au moment de la puberté.

Le taux d'hémoglobine chez l'adulte est de 16 g pour 100 ml de sang chez l'homme et de 14 g chez la femme. (Laurent, 2010, p15)

Si on regarde ces chiffres, on arrive à un déficit de 100 g d'hb chez la femme par rapport à un homme du même âge.

### **1.6. L'appareil respiratoire**

Les poumons présents à la naissance vont de 60 à 70 g et vont progressivement augmenter pour multiplier leur poids par 20 à l'âge adulte. La taille et le poids des poumons augmentent avec le développement de la taille.

Le nombre d'alvéoles pulmonaires à la naissance est de 20 millions, des 8 ans il atteint son max avec 300 millions.

La fréquence ventilatoire est de 40 cycles/min à la naissance, de 30 à 1 an, de 22 à 5,6 ans et de 16 à 17 chez le jeune adulte. (Chaplot, 2010, p06)

### **1.7. Thermorégulation**

Il existe des différences entre l'adulte et l'enfant. La surface corporelle est plus petite chez l'enfant. Mais si on la ramène au poids on a une surface de 280 cm/kg chez l'adulte et de 380 cm/kg chez l'enfant (36 % plus élevée).

Malgré sa surface plus importante, l'enfant a un taux de sudation inférieur à celui de l'adulte, le taux de sudation par glande sudoripare est 2,5 fois plus faible chez l'enfant par rapport à l'adulte non seulement au repos, mais durant n'importe quel type d'effort. (Erwin, 1991, P18 ; Dupuis et al., 2001, p44)

L'enfant produit de la sueur plus tard que l'adulte, donc la température nécessaire à l'apparition de la sueur est plus élevée chez l'enfant que chez l'adulte. Le seuil d'activité de l'hypothalamus (centre de la régulation de la température) = Risque d'accident cardiovasculaire plus accru.

### **1.8. Croissance et développement du cerveau**

Très tôt, le système nerveux arrive à maturité. Ceci est possible car les os du crâne ne sont pas soudés donc le cerveau peu augmenter de volume.

Des 6, 7 ans, le cerveau atteint 90 à 95% de son volume adulte, alors que tout le reste du corps n'est qu'à 50% de son développement. Cette augmentation du volume du cerveau est due à l'augmentation des connexions (dendrites) qui s'établissent entre les neurones. Le développement se fait grâce aux mouvements.(Dupuis et al.,2001,p125)

En raison de la rapidité de développement du cerveau et de la grande capacité fonctionnelle dans le domaine de la coordination qui lui est liée, le système nerveux central fonctionnant déjà de façon distincte(plus de plasticité aux différentes zones cérébrales), il faut mettre l'accent avant tout, chez l'enfant, sur la construction optimale d'habiletés motrices et de techniques diversifiées, ainsi que sur l'élargissement de l'éventail des possibilités motrices de l'enfant et de son répertoire moteur (ou expériences motrices) .( Fabiano,2010,p16)

## **2. Comparaison des qualités motrices chez l'enfant, l'adolescent et l'adulte**

### **2.1. La Force**

#### **2.1.1. Chez L'enfant pré-pubère**

- Chez l'enfant (comme chez l'adulte et l'adolescent), la force ramenée au kg de masse maigre est identique chez garçons et filles.
- L'accroissement en force le plus élevé est, chez la fille vers 11,5 à 12,5 ans (avant puberté) et entre 14,5 et 15,5 ans chez le garçon (un an après le pic de croissance).
- Jusqu'à 10 ans, la force est identique entre garçons et filles.
- La différenciation des fibres (1,2b, 2a) se réalise essentiellement en phase fœtale(le dernier trimestre) et lors des 2 premières années de la vie.
- Des études montrent un pourcentage plus élevé de fibres type 1 chez l'enfant (+10%) que chez l'adulte dans certains muscles.(Laurent , 2010, P : 14 ; Francis , 2005, P :133)
- L'hydrolyse de l'ATP reste modérée à effort maximal et la reconstitution du stock d'ATP est limité par son moindre potentiel glycolytique.
- L'entraînement pré pubertaire augmenterait la Force de 20 à 45% (avec des séries à 10 RM pendant 9 semaines) mais sans s'accompagner d'une augmentation du volume musculaire (faible présence des hormones sexuelles).(Chapelot,2010,p225)
- Des études sur des enfants de 14 ans n'ont démontrées aucune atteinte osseuse après un cycle de musculation de 14 semaines.
- L'arc vertébral doit être protégé et les muscles de soutien sollicités.

#### **2.1.2. Chez l'adolescent**

- On assiste à une accélération des gains de force chez les garçons et à un ralentissement (voire à une stagnation) chez les filles. Cela est dû aux effets des hormones androgènes (plus que les œstrogènes) sur la masse musculaire. La testostérone (hormone androgène mais présente cependant chez la femme en plus petite quantité) augmente l'anabolisme protéique.(Dupuis et al.,2001,p185)
- Il n'y aurait pas d'âge critique pour développer sa force : l'entraînabilité de la force physique ne cesse de s'élever depuis l'adolescence jusqu'à l'âge adulte.

#### **2.1.3. Recommandations pour l'entraînement de la force (Erwin,1991;Dupuis et al,2001; Weineck,1997 ;Laurent,2010)**

#### **Jusqu'à 12 ans**

- Musculation naturelle, sans surcharge avec poids et haltères, mais avec le poids du corps

(exercices à mains libres) ou sous forme de jeux (médecine-balls, parcours d'obstacles, etc..) afin d'optimiser le développement moteur.

### **13 à 14 ans**

- Initiation à la musculation en respectant la croissance et le développement physique des jeunes. Il faut viser l'apprentissage gestuel des exercices (vocabulaire) en utilisant un travail (avec charge) sous-maximal.

### **15 à 16 ans**

- Développement des qualités de force-endurance et force maximale en touchant préférentiellement à la zone de l'hypertrophie musculaire. Il faut s'attarder à l'équilibre des masses musculaires afin d'obtenir un développement harmonieux et général du corps.

### **17 ans et plus**

- Développement de la force maximale et des qualités musculaires spécifiques à la discipline sportive.

**La Fréquence:** 2 à 3 séances/semaine

**Durée :** environ 30 mn/séance

**Répétitions:** 6 à 15 répétitions (non R.M).

**Résistance :** progressive tout en maintenant une gestuelle parfaite.

## **2.1.4. Sommaire sur la force(Erwin,1991;Dupuis et al.,2001;Fabiano,2010;Laurent,2010)**

-Les gains en force à l'enfance sont dus aux adaptations nerveuses (pas d'hypertrophie)

-À l'adolescence les gains sont liés à une combinaison des facteurs nerveux et facteurs structuraux

-L'entraînement abusif de la force pourrait comporter certains risques sur la croissance:

-traumatismes aux cartilages de conjugaison,

-Fracture au niveau des épiphyses,

-Rupture des disques rupture intervertébraux

-L'accroissement en force le plus élevé est, chez la fille vers 11,5 à 12,5 ans (avant puberté) et entre 14,5 et 15,5ans chez le garçon (un an après le pic décroissance) , Jusqu'à 10 ans force identique G et F.

## **2.2. La vitesse (filière anaérobie alactique)**

### **2.2.1. Chez L'enfant pré-pubère**

-Les réserves musculaires en ATP et PC (activité enzymatique) et la cinétique de contraction sont identiques chez l'enfant, l'adolescent et l'adulte. En revanche, la capacité élastique du muscle s'améliore avec la croissance.

-Les concentrations basales en glycogène hépatique et musculaire (g/kg) sont inférieures chez l'enfant (50%) par rapport à l'adulte.(Fabiano,2010,p20)

- Jusqu'à l'âge de 10 ans, le niveau de vitesse gestuelle est lié très fortement à la maturation nerveuse et à la capacité de coordination (Importance de commencer le travail de vitesse très tôt dès l'école maternelle et primaire).

-Dans la course, et jusqu'à 9 ans, on note une amélioration de la fréquence. Par la suite la performance s'accroît par une augmentation de l'amplitude de la foulée.

-La puissance maximale (sollicitant prioritairement la filière anaérobie alactique) augmente régulièrement chez le garçon jusqu'à 19/20 ans et plafonne chez les filles à partir de 14 ans.Elle est identique pour filles et garçons jusqu'à 12 ans.

- Des performances moindres en endurance-vitesse chez l'enfant ,pourraient s'expliquer par un potentiel anaérobie lactique plus réduit que chez l'adulte (la résistance). Cependant l'entraînement d'enfants sédentaires a montré des progrès en Pmax de 14 à 23%.( Erwin, 1991,p123 ; Dupuis et al., 2001,p244)

- La pratique d'exercices de vélocité en phase pré pubère améliore la vitesse gestuelle et la

vitesse de course (enfants de 11/14 ans avec entraînement régulier : gain de 1 à 1,5m/s). En vitesse gestuelle, les enfants peuvent plus progresser que les adultes avec un entraînement similaire.

### **2.2.2. Sommaire sur la vitesse**

- La vitesse est déterminée génétiquement
- Proposer des exercices orientés vers la vitesse dès l'âge de 6-7 ans (maturation du cortex cérébral)
- À l'enfance, amélioration de la vitesse surtout par l'adaptation des coordinations intramusculaires (F.IIbIIb), ), intermusculaires (technique) et du rapport mécanique.
- Au début de l'adolescence (11-13 ans), l'amélioration de la vitesse est due à une maturation physiologique (glycolyse) et à une augmentation de la force musculaire (hormones).(Weineck , 1997)

## **2.3. La Résistance (filiale anaérobie lactique)**

### **2.3.1. Chez L'enfant pré-pubère**

-L'immaturation du fonctionnement de la glycolyse chez l'enfant pré pubère est due à 2 facteurs conjugués :

a- moins de glycogène disponible ; b-Des enzymes glycolytiques moins efficaces (PFK - mobilisée à 30% de l'adulte - et LDH).

- Des recherches ont montré que le taux d'acide lactique est lié au taux de testostérone sanguin.

De nombreux travaux stipulent, que la faible maturité du système anaérobie ne constitue pas un obstacle à l'amélioration de cette qualité chez l'enfant. <sup>(7-9)</sup>

Cependant, l'étude de la littérature internationale ne mentionne jamais quelque danger que ce soit à propos de la concentration lactique chez l'enfant et l'adolescent. On peut s'interroger sur les origines de cette croyance qui semble ne pas avoir de fondements scientifiques (pas de danger particulier au niveau cardiaque) . Dans les efforts de type aérobie (80 à 120% de VMA) l'enfant produit moins d'acide lactique que l'adulte. Cette production d'acide lactique, même si elle gêne la poursuite de l'exercice, paraît aucunement dangereuse ni pour l'enfant ni pour l'adolescent.( Dupuis et al,2001,p124 ; Weineck,1997 ; Prioux et al, 2001,p306-314)

La prudence doit cependant être de mise sur le plan psychologique , car le caractère éprouvant de ce type d'exercice induit des performances précoces mais aussi une carrière de longévité réduite. De plus des traumatismes ostéo-articulaires peuvent survenir (fort impact sur le sol) si l'entraînement n'est pas bien dosé.

-Jusqu'à 12 ans, aucune différence entre filles et garçons.

-L'exercice anaérobie chez l'enfant augmente les réserves musculaires en ATP, PC, et glycogène , avec une stimulation plus accrue des enzymes glycolytiques (+35%). Cette amélioration reste temporaire, l'arrêt de l'entraînement renvoie le jeune sportif à ses activités enzymatiques basales.( Dupuis et al. ;2001,p233 ; Francis, 2005,p200)

## **2.4. L'entraînement de l'endurance anaérobie lactique**

-Avant le PCRS et également durant les deux années suivantes, l'entraînement systématique de l'endurance anaérobie lactique n'est pas recommandé.

-L'entraînement de l'endurance anaérobie lactique peut être envisagée sans restriction à partir de 16-17 ans pour les filles, 17-18 ans pour les garçons.

-L'entraînement doit être très progressif et périodisé occasionnellement. La durée du stimulus est de 20 à 120'' avec une récupération presque complète entre les répétitions et complètes entre les séries

-Volume totale d'effort limité, intensité très élevée (à la PAM), fréquence d'entraînement restreinte.( Erwin ,1991 ; Prioux et al.,2001, p306-314)

## **2.5. L'Endurance (filière aérobie)**

### **2.5.1. Chez L'enfant pré-pubère**

- L'influence clefs sur Le VO<sub>2</sub> max est sous l'influence des trois facteurs clefs : *l'hérédité, la croissance et le développement et l'entraînement*. Les études sur l'hérédité démontrent que 50 à 70% de la variabilité du VO<sub>2</sub> max peuvent s'expliquer par des différences héréditaires. (Kemper et al., 1995, p29-38)
- La part prise par le métabolisme aérobie dans l'apport énergétique total est plus importante chez l'enfant que chez l'adulte. La filière aérobie se met en place beaucoup plus rapidement chez l'enfant et la récupération est plus rapide chez l'enfant. Le plateau de VO<sub>2</sub> est atteint plus précocement chez l'enfant (1-3 min chez l'enfant / 5min chez l'adulte sédentaire). (Erikson, 1972, p23 ; Flandroi, s, 1980, p45; Macek et Vavra, 1980, p12 ; Armon, 1991, p22) .(Laurent, 2010, p45)
- Il y a une mise en jeu plus précoce et plus intense des oxydations respiratoires (au niveau du cycle de Krebs).
- Avant la puberté, la VO<sub>2</sub>max est semblable chez le garçon et la fille, est due à l'accroissement de la masse musculaire chez les garçons (demande plus accrue d'O<sub>2</sub> lors des efforts). (Erwin, 1991, p123)
- L'enfant a une moins bonne économie de course que l'adulte donc un bon rendement.
- Les enfants ont un plus grand nombre de mitochondries (site des réactions biochimiques aérobie) que n'en ont les adultes et une plus grande quantité d'enzymes oxydatifs par rapport à ceux de la glycolyse.
- A l'entraînement : si l'intensité d'effort est suffisamment élevée, on peut avoir alors un accroissement de 10 à 20 % de la VO<sub>2</sub>max (encore en controverse).
- La période optimale du développement de l'endurance avant le pic de puberté est actuellement contestée par plusieurs recherches, qui la situe pendant le pic de croissance, en pleine poussée pubertaire (c'est encore en discussion).
- La thermolyse (élimination de la chaleur) sudorale est nettement plus faible chez l'enfant, ce qui peut entraîner une hyperthermie plus rapide que chez l'adulte.
- Lors d'efforts exagérément trop longs, apparaissent alors fréquemment des lésions ostéo-articulaires chez les enfants pré pubères. (Erwin, 1991 ; Laurent, 2010)

### **Exprimer VO<sub>2</sub> Max en l/min**

On constate qu'elle augmente régulièrement. La **VO<sub>2</sub> max** des filles représente **85%** de celle des garçons avant la puberté et elle descend à **70%** après.

### **Exprimer VO<sub>2</sub> max en ml/min/kg**

- Chez les garçons, la VO<sub>2</sub> max est stable de 8 à 16 ans tandis que chez les filles on a plutôt une pente descendante. On a une variation telle que celle des filles est de -5% avant la puberté et de -20% après celle-ci. (Fabiano, 2010, p18)

### **\*A quoi peut-on attribuer ces variations ?**

Après la puberté, la concentration en hémoglobine dans le sang devient plus forte chez le garçon. (Dupuis et al., 2001)

### **2.5.2. Recommandations pour obtenir des adaptations à l'entraînement du système aérobie chez les jeunes**

- 3-4 séances par semaine de 30 à 60' maximum et pas nécessairement continu.
- Une intensité > à 80% FCmax serait à prioriser même pour des efforts continus de courte à moyenne durée.
- Les exercices de 10-20'' avec un ratio charge:repos de 1:1 seraient très bénéfiques pour améliorer la VO<sub>2</sub>max des enfants (attention au volume totale de la charge).
- L'entraînement mixte, c.-à-d. 1 séance de continu + 1 séance par intervalles + 1 séance d'un

autre sport aérobie, serait une excellente alternative, offrant un bon équilibre autant sur le plan physiologique que psychologique. Cependant les exercices de type court-courts (10-20 sec) avec des intensités allant de 100 à 130% de VMA semblent être les plus efficaces pour développer les aptitudes aérobies surtout chez les enfants pré-pubères.

En résumé, en l'état actuel des connaissances rien ne permet de dire qu'il existe un risque quelconque à soumettre l'enfant à des exercices de puissance aérobie maximale ou supra maximale (100 à 120% de VMA). Il semble au contraire que les adaptations physiologiques, sans parler de l'évolution des types de fibres, soient tout à fait compatibles avec ce genre de pratique.

Toutes ces caractéristiques physiologiques permettent d'affirmer que l'enfant et l'adolescent ont des organismes tout à fait adaptés à des efforts aérobies courts maximaux et supra maximaux. (Kemper et al., 1995, p29-38 ; Prioux et al., 2001, p306-314)

## **2.6. La souplesse (élasticité)**

### **2.6.1. Chez l'enfant pré-pubère**

- La mobilité articulaire de l'enfant atteint son maximum vers **9/10 ans**.
- Les enfants peuvent accroître leur souplesse dans des proportions plus importantes que chez l'adulte.

### **2.6.2. Chez l'adolescent**

- Les filles ont une souplesse supérieure aux garçons en raison essentiellement d'une masse musculaire plus réduite + une spécificité hormonale (œstrogène).

Les modifications anatomiques liées à la puberté, font diminuer la souplesse des adolescent(e)s (flexion passive de la hanche passe de 9 à 14 ans de 92° à 83° respectivement).

L'entraînement dès la puberté ralentit cette dégradation. Pour certains auteurs, la période optimale serait entre 11 et 15 ans (Weineck, Wragg). C'est alors que les gains optimaux seraient atteints. La souplesse doit alors être régulièrement entretenue même si en cas de désentraînement, l'évolution de la perte est moins rapide que celle des gains. (Weineck, 1997)

### **2.6.3. Recommandations pour l'entraînement de la souplesse**

- Les méthodes d'étirement statiques à partir de 6-7 ans semblent plus efficaces pour la rétention des gains, statique, lent et progressif, progressif
- limiter la douleur à 5/10 sec pour ne pas activer les mécanismes réflexes myotatiques.
- Quotidiennement sur les déficits (3 à 4 séances/semaine de 10 à 20 minutes)
- 1 à 3 répétitions,
- Au PCRS, la grande augmentation de taille amène une détérioration de la mobilité, donc l'entraînement de la mobilité doit être renforcé à ce moment de la croissance
- La colonne vertébrale (cartilages) et l'articulation coxo-fémorale (élongation) sont plus vulnérables à cet âge. (Weineck, 1997 ; Laurent, 2010)

## **En conclusion:**

« L'enfant n'est pas un adulte en miniature et sa mentalité n'est pas seulement quantitativement mais aussi qualitativement différente de celle de l'adulte, si bien que l'enfant n'est pas seulement plus petit, il est aussi différent. » Claparede en 1937

Les enfants et les adolescents sont encore en période de croissance, leur organisme subit donc un grand nombre de transformations physiologiques, psychiques ou psychosociales, qui ont une très grande influence sur leur capacité corporelle et sportive et qu'il faut prendre en compte dans l'élaboration d'un cycle en APS.

**Bibliographie :**

- Erwin Hahn.(1991).L'entraînement sportif des enfants. Paris : Vigot.
- J.M Dupuis et G. Daudet.(2001).Médecine du sport de l'enfant et de l'adolescent.Paris: Elipses.
- C. CattenoyetF.Gil. (2002).Ecole de Football. éveil et initiation.Paris : Amphora.
- J.Weineck.(1997).Manuel d'entraînement,Paris :Vigot.
- T. Fabiano(28/04/2010 ).Entraînementchezl'enfant et l'adolescent, [www.entraineurdefoot.com](http://www.entraineurdefoot.com).
- Pr. Laurent Grélot(15/03/2010).Entraînement des qualités physiques chez l'enfant et l'adolescent, note de cours (revuesnov2001), [www.google.fr](http://www.google.fr).
- D.Chapelot(15/03/2010).Physiologie de l'exercice & enseignement des APSA, Cours n°8. Prévention des risques : l'homéostasie au cours de la croissance, [www.google.fr](http://www.google.fr).
- HCG Kemper and H van de Kop.(1995).Entraînement de la puissance maximale aérobie chez les enfants prépubères et pubères, Science & Sports :Volume 10, Issue 1.
- J. Prioux, J. Ayoub, N. Houel, M. Berger, M. Ramonatxo and C. Préfaut (December 2001).Effets de l'entraînement sur les potentiels aérobie et anaérobie de jeunes nageurs. Exercice réalisé avec les bras,. Science & Sports, Volume 16, Issue 6.
- Francis Bergé.(2005).Synthèse des connaissances sur les qualités physiques comparées de l'enfant, l'adolescent, l'adulte, Groupe académique « musculation » - e - Académie de Lyon.