

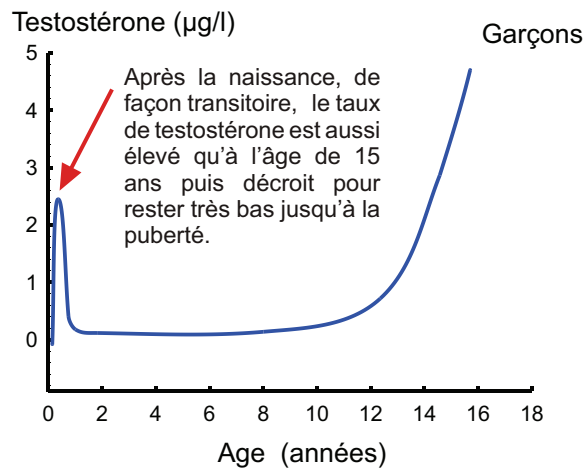
Le développement des qualités physiques chez l'enfant

Le physiologiste de l'exercice **Victor Katch** écrivit en 1983 dans le Journal Of Adolescent Health :

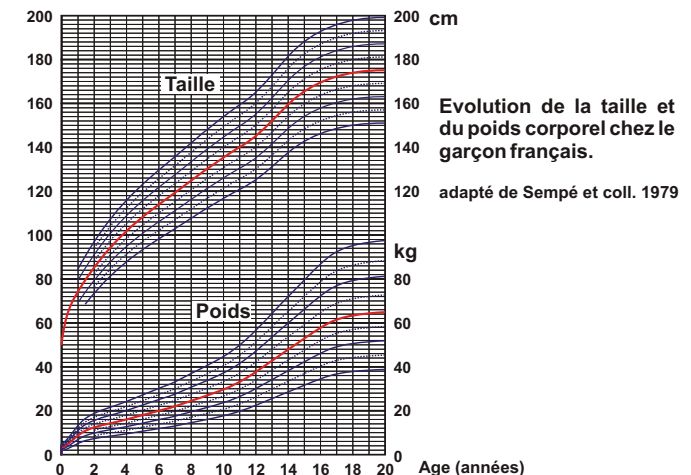
« Il y a une **zone critique** dans la vie de l'enfant (appelée point gâchette) qui **coïncide avec la puberté** chez **la plupart des enfants** mais peut survenir plus tôt chez certains, **avant laquelle** les **effets d'une préparation physique** seront **minimaux** ou ne se manifesteront pas du tout. »

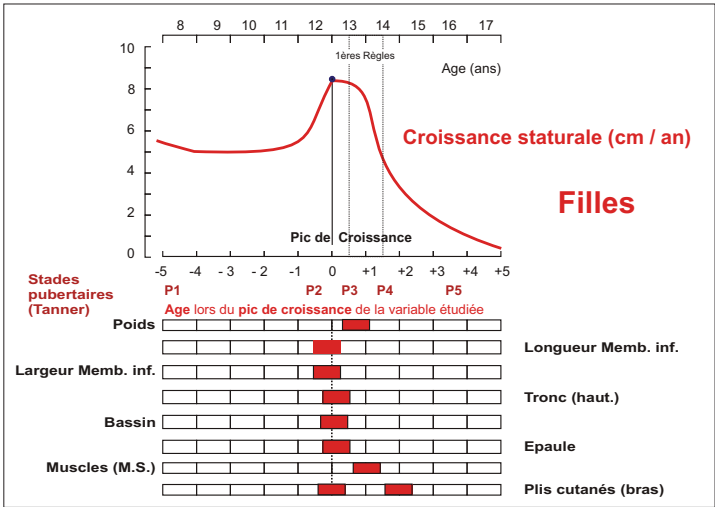
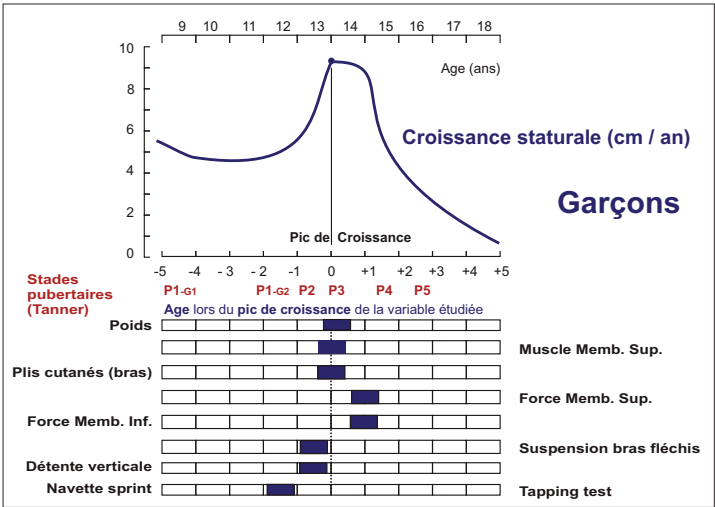
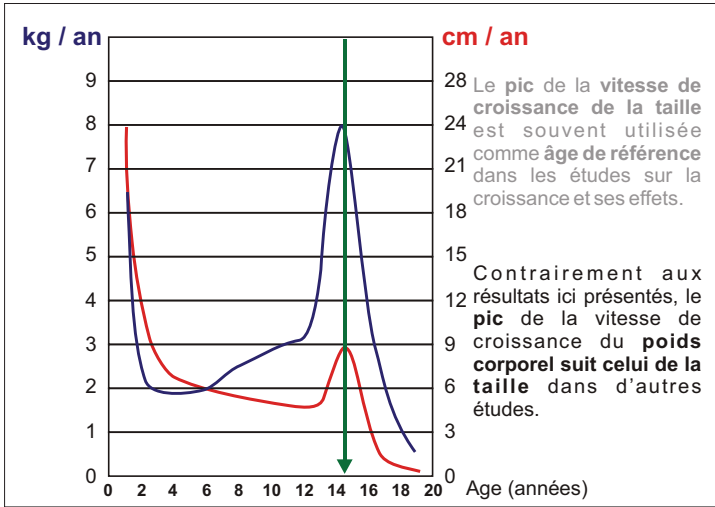
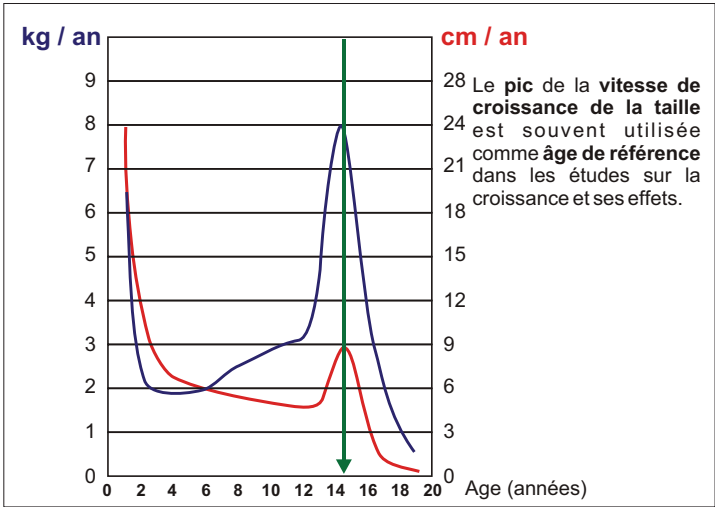
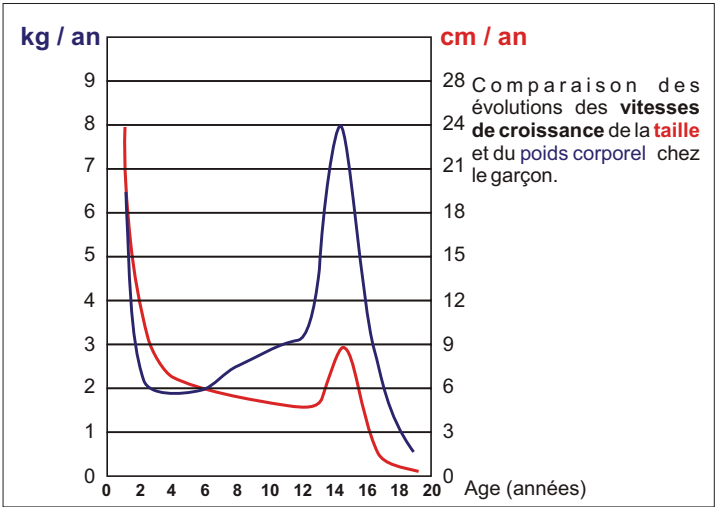
« Ce **phénomène de gâchette** est le résultat des **effets des hormones** qui déclenchent la puberté et le développement fonctionnel ainsi que les adaptations organiques qui en découlent.

Dans ce contexte, les effets que les **androgènes** et l'**hormone de croissance** ont sur le développement des capacités fonctionnelles, le **métabolisme** et le **développement musculaire**, sont particulièrement importants. »



Des études ont en effet montré que **l'augmentation de l'hormone de croissance** lors d'un exercice (ou sous l'effet d'une stimulation par une perfusion d'acides aminés) est **d'autant plus importante que le développement pubertaire est avancé.**

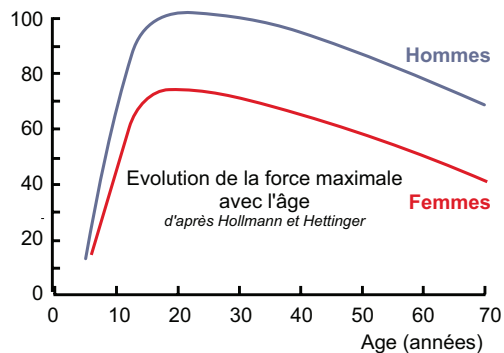




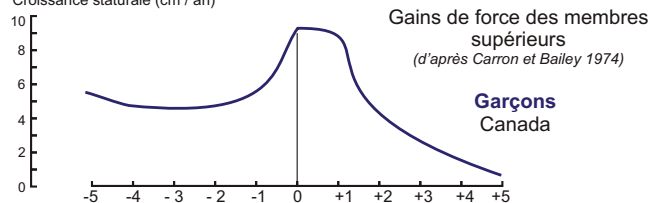
Effets de la taille sur la force musculaire

(cas d'une similitude géométrique)

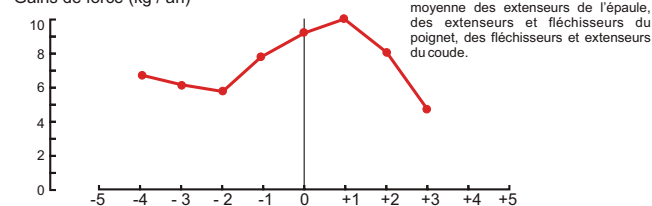
Force maximale
(% du maximum chez l'homme adulte)



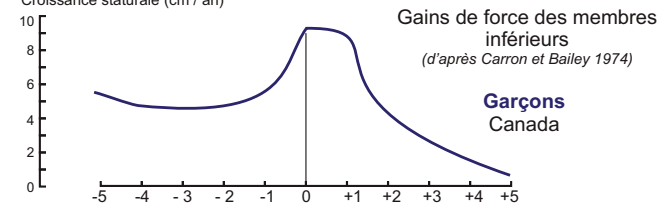
Croissance staturale (cm / an)



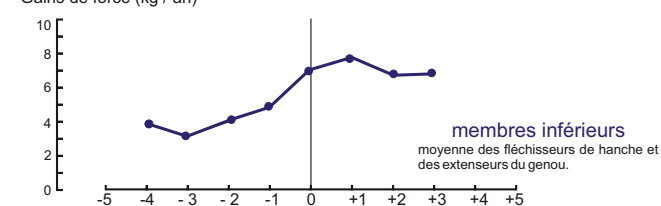
Gains de force (kg / an)



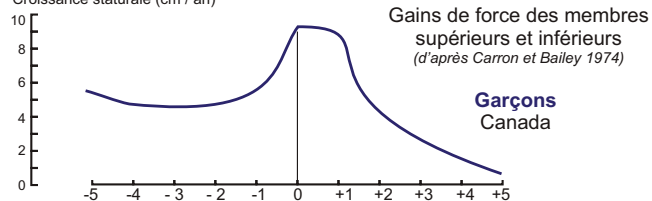
Croissance staturale (cm / an)



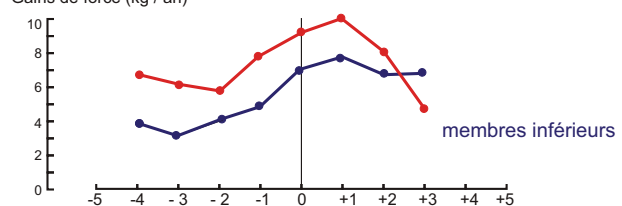
Gains de force (kg / an)



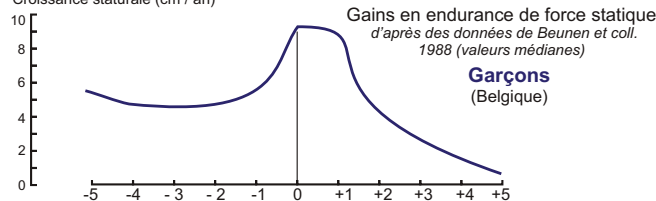
Croissance staturale (cm / an)



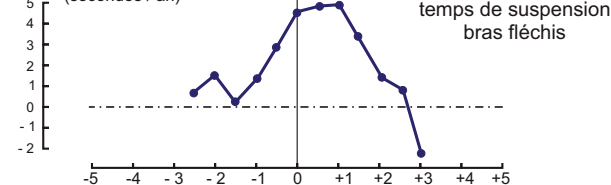
Gains de force (kg / an)



Croissance staturale (cm / an)

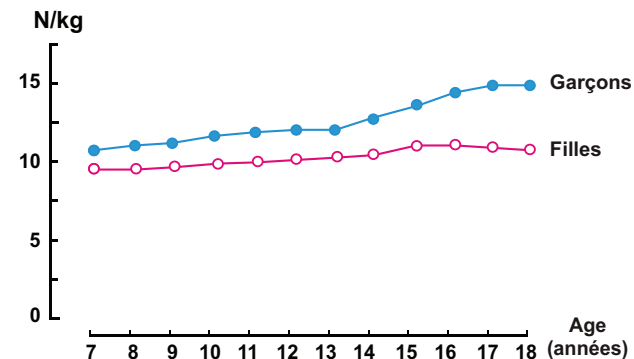


Gains de temps de maintien (secondes / an)



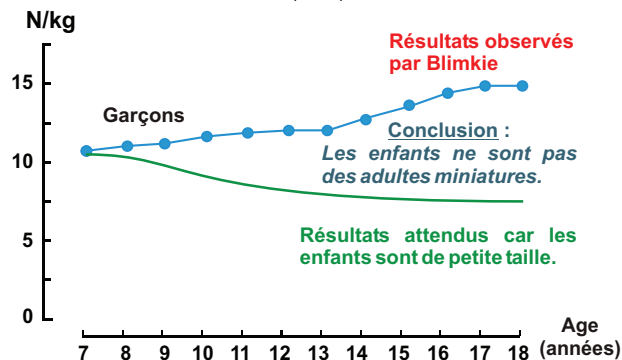
Force de serrage manuel (gauche et droit)
rapportée à la masse corporelle

Adapté d'après Blimkie 1989

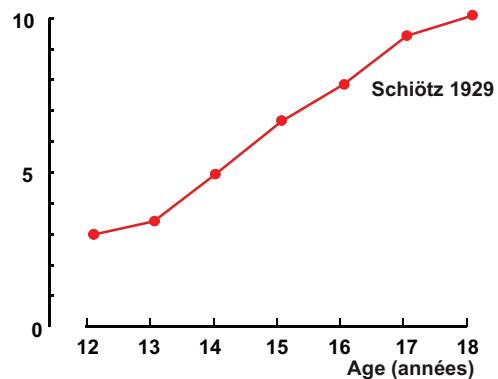


Force de serrage manuel (gauche et droit) rapportée à la masse corporelle

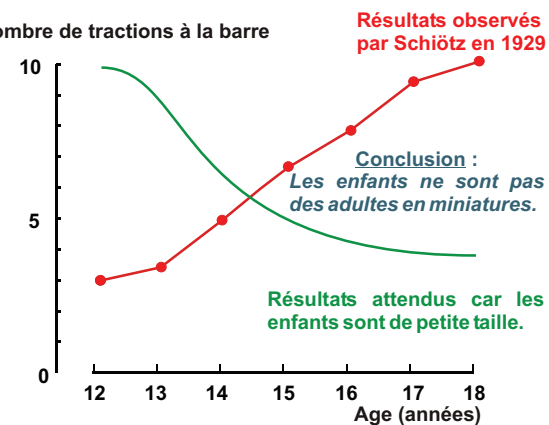
Adapté d'après Blimkie 1989



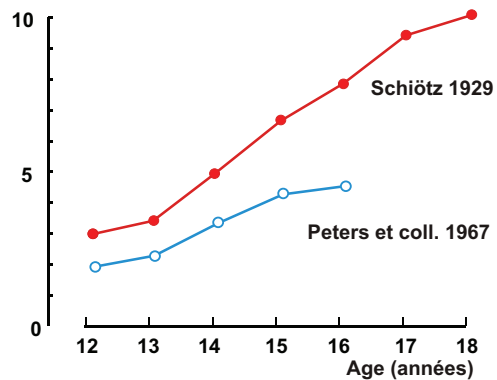
Nombre de tractions à la barre



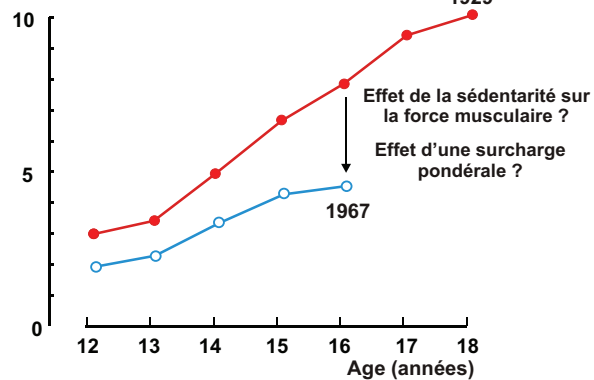
Nombre de tractions à la barre



Nombre de tractions à la barre

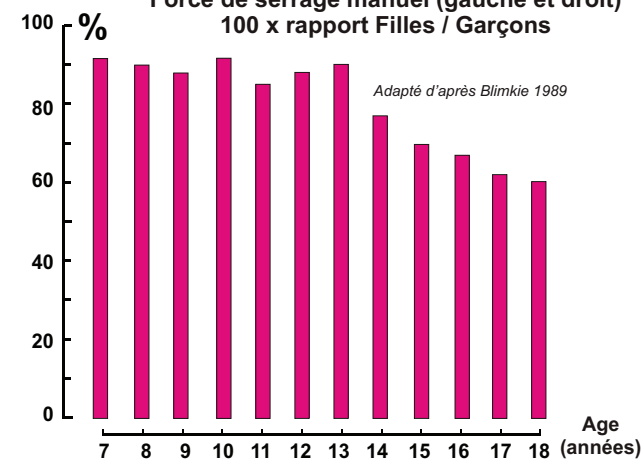


Nombre de tractions à la barre



Force de serrage manuel (gauche et droit) 100 x rapport Filles / Garçons

Adapté d'après Blimkie 1989

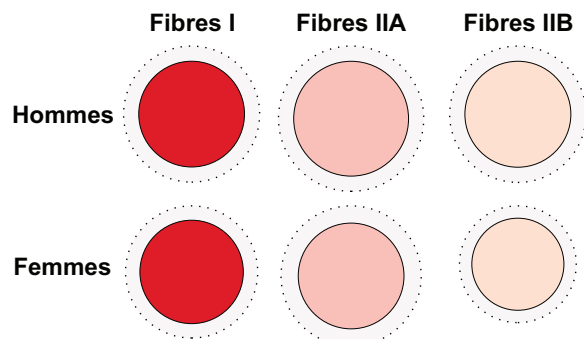
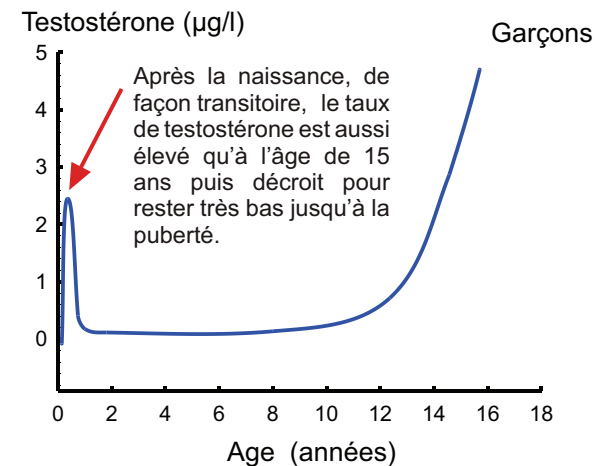
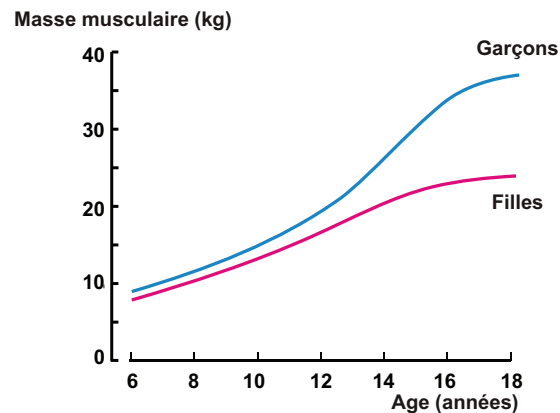


Origines des différences enfants-adultes et garçons-filles

Les faibles valeurs de force observées chez l'enfant par rapport à l'adulte, ou chez les filles par rapport aux garçons peuvent avoir des **origines** :

- **quantitatives**, c'est-à-dire un pourcentage de **masse musculaire** plus faible chez l'enfant et les filles ;
- **qualitatives**, en particulier des pourcentages de **fibres rapides et lentes différentes**.

Une production de **testostérone** plus importante dans le **sexe masculin** et chez **l'adulte** pourrait expliquer en partie ces différences, tant qualitatives que quantitatives.



Valeurs moyennes et écarts-types des surfaces de section transversale des différents types de fibres musculaires chez les hommes et les femmes adultes (d'après Glenmark et coll. 1992)

Type de fibres	Naissance	1 an	6 ans	30 ans
I	40	60	59	60
Ila	30	30	21	20
Ilb	10	10	20	20
Ilc	20	0	0	0

Distribution des différents types de fibres musculaires en % du nombre total (d'après les données de Gollnick 1973, Bell 1980, Colling-Saltin 1980).

Effets de la maturation pubertaire sur les performances

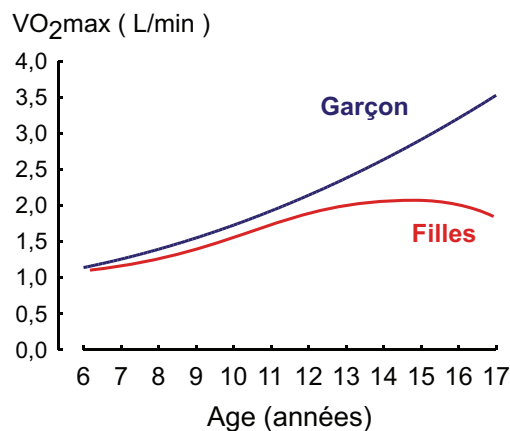
Des sujets d'un même âge chronologique peuvent présenter des maturations pubertaires très différentes (**pubertés précoces et tardives**).

Les **résultats** des ces épreuves doivent donc être **interprétés en fonction** du degré de **maturation pubertaire** et non pas de l'âge chronologiques.

Maturation pubertaire et métabolisme aérobie

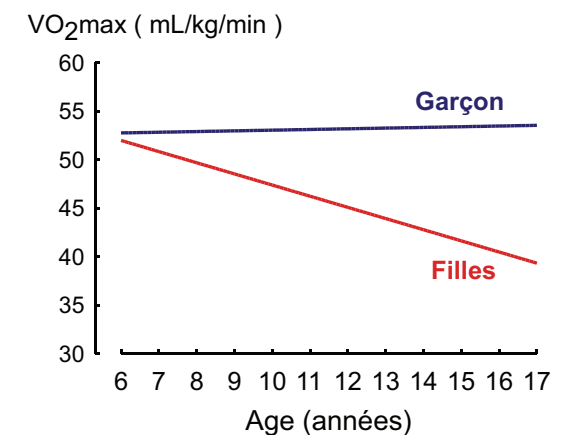
La **consommation maximale** d'oxygène, exprimée **en litre par minute**, **augmente jusqu'à l'âge adulte** chez les **garçons** **mais pas chez les jeunes filles** où une légère décroissance est observée en fin de puberté.

La **consommation maximale** d'oxygène, rapportée à la **masse corporelle** ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$), reste stable chez les **garçons** pendant la croissance pubertaire **mais pas chez les jeunes filles** où elle décroît jusqu'à la fin de la puberté.



La **consommation maximale** d'oxygène, exprimée **en litre par minute**, **augmente jusqu'à l'âge adulte** chez les **garçons** **mais pas chez les jeunes filles** où une légère décroissance est observée en fin de puberté.

La **consommation maximale** d'oxygène, rapportée à la **masse corporelle** ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$), reste stable chez les **garçons** pendant la croissance pubertaire **mais pas chez les jeunes filles** où elle décroît jusqu'à la fin de la puberté.



Les **particularités** de l'évolution de la consommation maximale d'oxygène au cours de la croissance **des filles non sportives s'expliquent** par :

- une augmentation de la **masse grasse** ;
- une diminution des **activités physiques**.

L'effet des **androgènes** sur le taux d'**hémoglobine** est une explication supplémentaire des différences observées avec les garçons.

Evaluation des enfants

L'évaluation des enfants pose des problèmes spécifiques en rapport avec les effets :

- de la **taille** sur les performances ;
- de la **croissance** ;
- la **maturation pubertaire**.

Un programme de **détection** qui serait **fondé** sur la détermination de la **force musculaire** et de la **puissance maximale** chez des enfants de 12-14 ans sélectionnerait les sujets ayant une **puberté précoce**.

Un **enfant impubère** qui présenterait une **puissance maximale** rapportée à la masse corporelle ($W.kg^{-1}$) **proche** de celle de l'**adulte moyen** devrait atteindre des performances de **haut niveau** à l'âge adulte dans les activités où la puissance est un facteur limitatif.

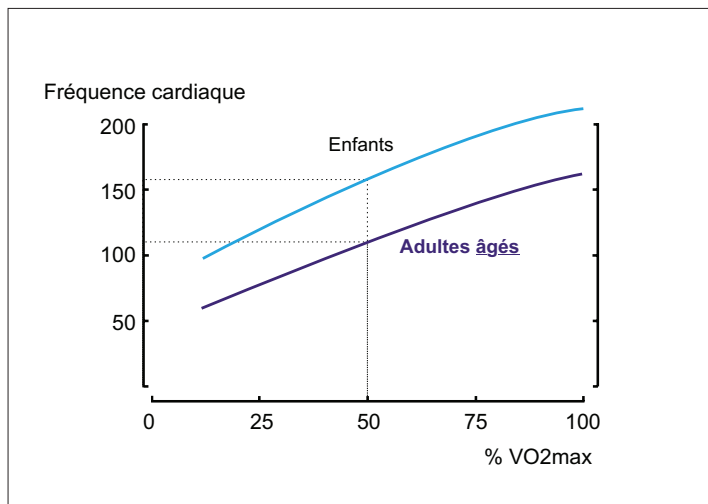
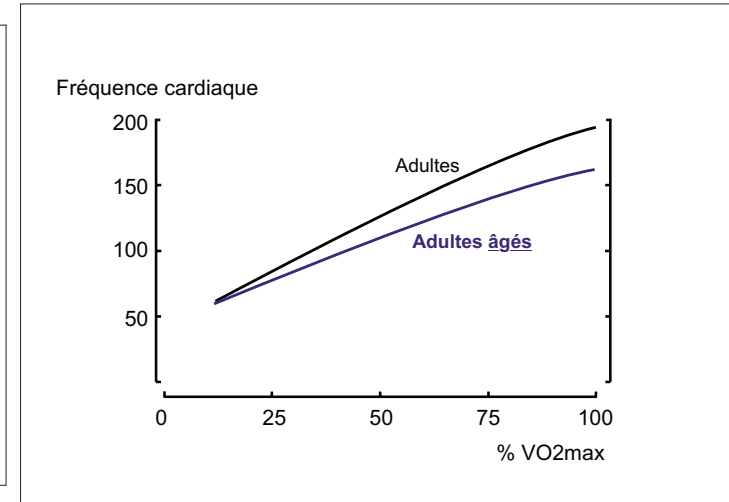
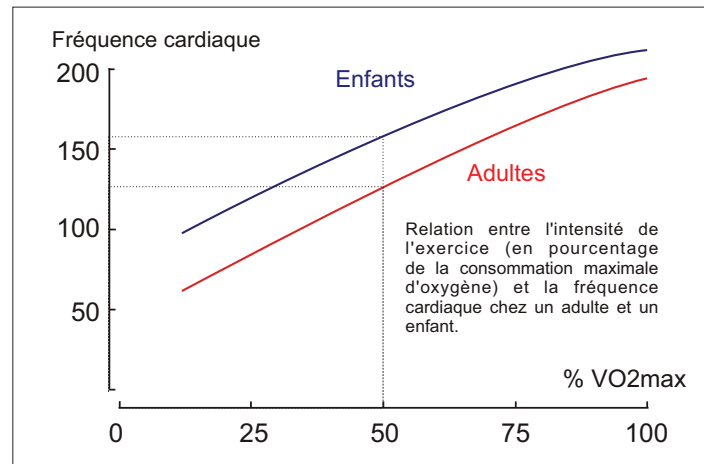
Utilisation de la fréquence cardiaque chez l'enfant

Les épreuves fondées sur la mesure de la fréquence cardiaque doivent tenir compte du fait que les relations « **fréquence cardiaque / % de VO2max** » sont différentes chez l'enfant et l'adulte.

La **fréquence cardiaque (fc)** au cours d'exercices aérobies peut être exprimée :

- en **valeur absolue** :
- battements par minute;
- en **valeur relative** :
- % de la fréquence cardiaque maximale (% fcmax),
- % de la Réserve Cardiaque maximale:

$$\% RC_{\max} = (fc - fc_{\text{repos}}) / (fc_{\max} - fc_{\text{repos}})$$

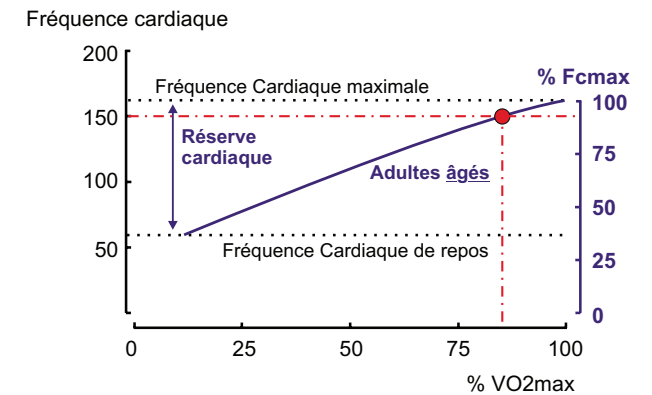
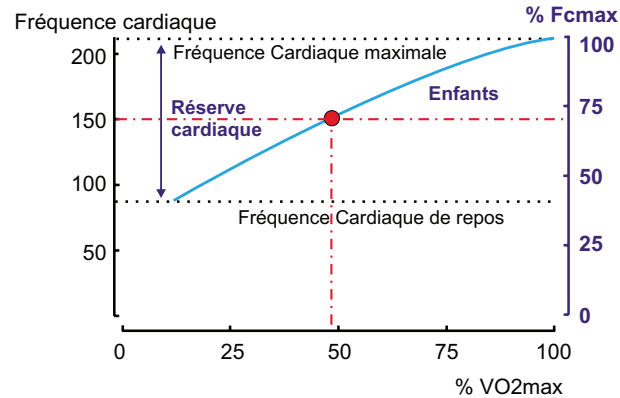
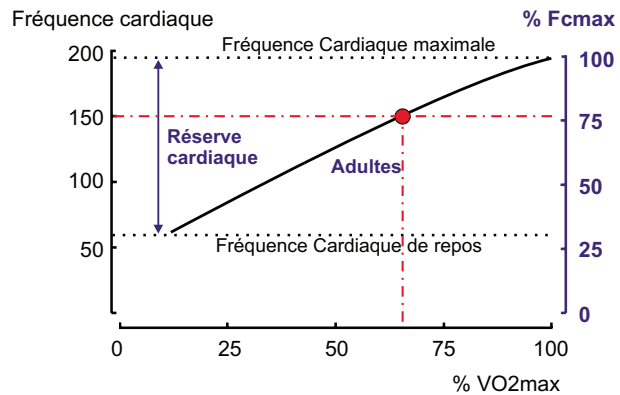


Lorsque l'intensité de l'exercice est jugée à partir de la fréquence cardiaque, il faut tenir compte que la **relation FC-%VO2max** est **différente chez l'enfant et l'adulte** :

130 pulsations par minute correspondent à environ **50 % de VO2max chez l'adulte jeune** mais **seulement 30 % VO2max** environ **chez le jeune enfant**.

Le pourcentage de la fréquence cardiaque maximale ne permet pas d'apprécier, même grossièrement, l'utilisation des possibilités maximales aérobies du sujet au cours d'un exercice.

Le calcul du % d'utilisation de la réserve cardiaque maximale (Karvonen et coll. 1957) permet d'estimer approximativement le % VO2max utilisé pendant l'exercice.

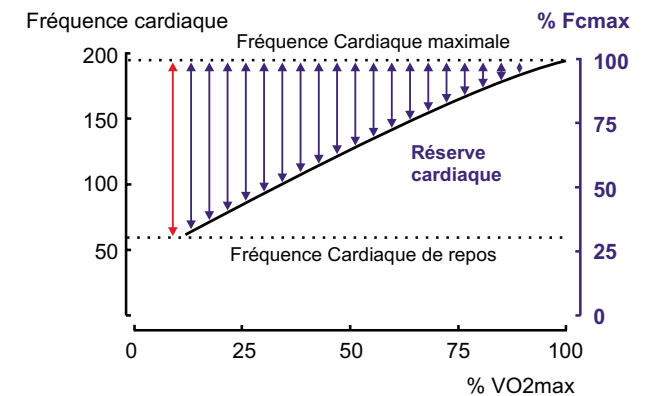


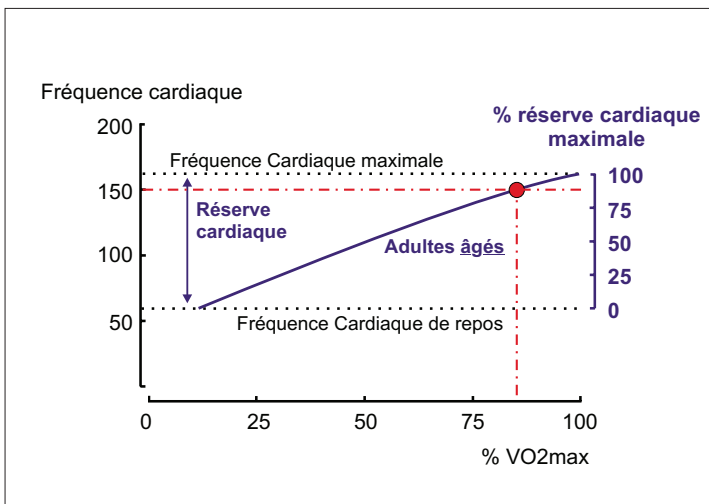
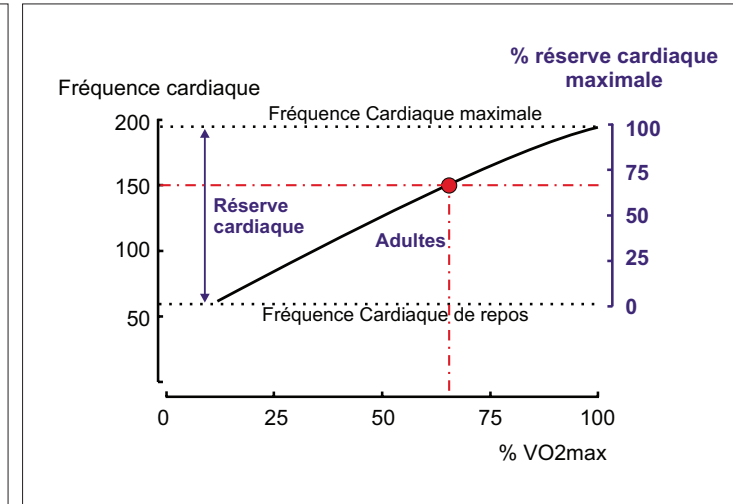
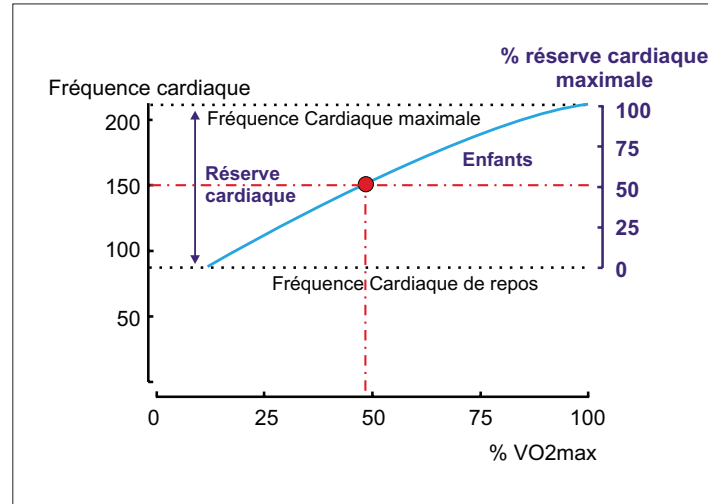
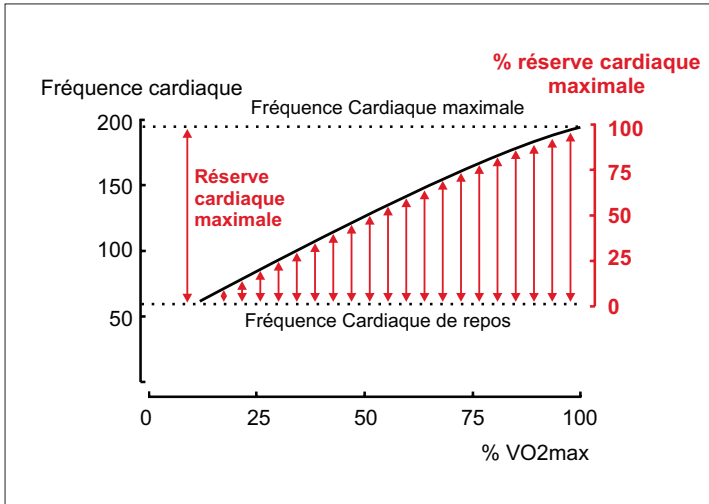
Le pourcentage de la fréquence cardiaque maximale ne permet pas d'apprécier, même grossièrement, l'utilisation des possibilités maximales aérobies du sujet au cours d'un exercice.

Le calcul du % d'utilisation de la réserve cardiaque maximale (Karvonen et coll. 1957) permet d'estimer approximativement le % VO2max utilisé pendant l'exercice.

Le pourcentage de la fréquence cardiaque maximale ne permet pas d'apprécier, même grossièrement, l'utilisation des possibilités maximales aérobies du sujet au cours d'un exercice.

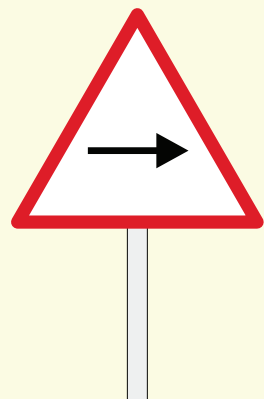
Le calcul du % d'utilisation de la réserve cardiaque maximale (Karvonen et coll. 1957) permet d'estimer approximativement le % VO2max utilisé pendant l'exercice.





Trois types de raisons sont **invoquées** pour **contre-indiquer** l'**entraînement** de certaines qualités physiques **avant la puberté** :

- 1) l'entraînement de ces qualités physiques est **peu efficace** chez l'enfant imputère ;
- 2) l'entraînement de ces qualités physique présente un **risque pour la santé** ;
- 3) l'entraînement d'une qualité physique donnée n'est **pas utile** chez l'enfant.



inefficacité

L'argumentation sur le peu d'efficacité des programmes d'entraînement physique chez l'enfant avant la puberté, est fondé sur **des études expérimentales montrant** que les **effets** de ces programmes sont **moins importants** que ceux observés chez l'adulte.

Des **études longitudinales** montrent que les **performances de l'adulte jeune** sont **corrélés** avec les quantités d'**entraînement** réalisés pendant la **période pubertaire** mais **peu ou pas avec celles réalisées avant la puberté**.

Il peut donc sembler plus « payant » de réaliser des programmes d'entraînement physique pendant la puberté qu'avant celle-ci.

Deux commentaires doivent être apportés :

- « entraînement physique **peu efficace** » **ne signifie pas** que l'entraînement physique est totalement **inefficace** chez l'enfant.
- il est probable que l'**intensité** des exercices soit souvent **insuffisante dans de nombreuses études**.

Il faut cependant noter que la **quantité** et l'**intensité** des **entraînements** qu'il est possible de réaliser **pendant la puberté dépendent** probablement **du niveau d'activité physique réalisée en phase pré-pubertaire**.

Les **arguments** présentés à l'appui de ce type d'argumentation ne sont généralement **pas totalement convaincants**.

Cette **argumentation** est le plus souvent présenté **contre le développement** :

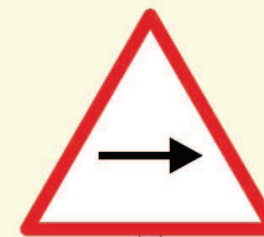
- de la **force** ;
- du métabolisme anaérobie **lactique**.

Les arguments en faveur d'un risque particulier pour la santé des programmes d'entraînement de la force musculaire chez l'enfant sont les suivants :

- **risques traumatiques** importants ;
- **croissance**, **non fondée**, que le développement de la musculature va « brider » la **croissance osseuse**,
- **hypertrophie préférentielle de la paroi** des ventricules.



Développement de la force



inefficacité des programmes d'entraînement de la force avant la puberté ?

Les arguments en faveur du **peu d'efficacité** des programmes d'**entraînement de la force** musculaire **chez l'enfant** sont les suivants :

- 1) les progrès observés sont l'expression d'**adaptations fonctionnelles** ;
- 2) l'**hypertrophie musculaire** est **peu marquée** ;
- 3) la production d'hormones aux effets **anabolisants** est **peu marquée** au cours des exercices de force **chez l'enfant**.

L'**amélioration** des qualités de **force** observée **avant la puberté** est essentiellement l'expression d'**adaptations neurologiques** et **fonctionnelles** :

- meilleur **recrutement spatial** en particulier des unités motrices rapides (**IIB**) ;
- meilleur **recrutement temporel (tétanisation)**,
- meilleures coopérations entre muscles **agonistes** et **antagonistes**.

Les **adaptations organiques**, par exemple l'hypertrophie musculaire, sont **peu marquées**, ce qui serait l'expression de la **faible production d'hormones aux effets anabolisants** (androgènes et hormone de croissance) au cours des exercices de force chez l'enfant.



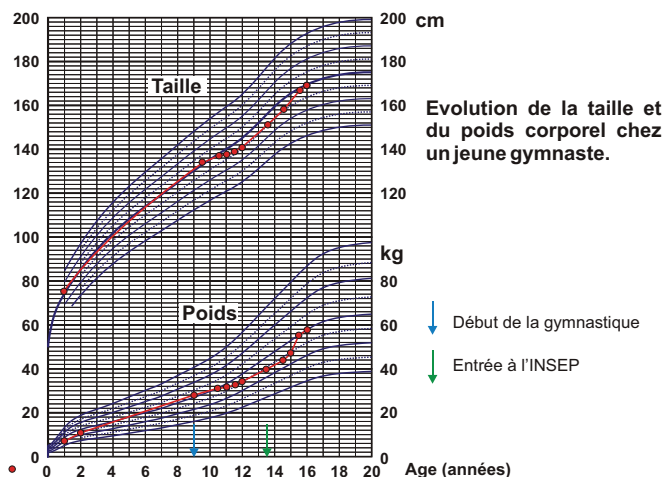
Les programmes d'entraînement de la force
sont-ils dangereux avant la puberté ?



Danger ostéo-articulaire

Les **risques traumatiques** seraient plus importants chez l'enfant du fait de l'**immaturité** du **squelette** :

- altérations de la **colonne vertébrale** (maladie de Scheuermann) ;
- **apophysites** au niveau des points d'ossification secondaire ;
- **lésions** micro et macro-traumatiques des **cartilages de croissance**...

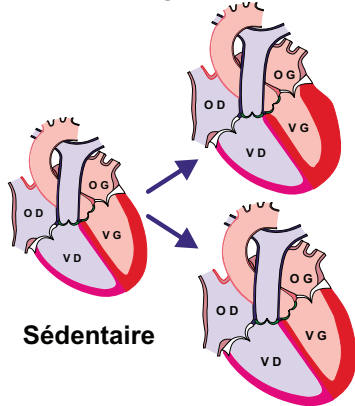


Les programmes d'entraînement de la force
sont-ils dangereux pour le coeur
avant la puberté ?

A la suite des travaux de Chignon et Leclercq (théorie Endurance-Résistance), certains ont prétendu dans les années 70 que la pratique des **exercices de force** favorisait une hypertrophie préférentielle de la paroi des ventricules.

Ce type d'exercice aurait donc limité le développement des cavités ventriculaires et, pour ces détracteurs, devait donc être particulièrement déconseillé chez l'enfant.

Théorie Endurance-Résistance" Chignon, Leclercq et Stéphan



Entraînement dit
“**en résistance**” :
développement de
la **paroi cardiaque**.

Entraînement dit
“**en endurance**” :
développement des
cavités cardiaques.

Sans que l'on puisse contredire avec certitude cette affirmation, il n'y a actuellement **pas de preuve** que la pratique des exercices de musculation favorise, à elle seule, le développement préférentiel de l'épaisseur des parois cardiaques.

L'utilisation de substances anabolisantes (fréquente chez les pratiquants des sports de force) pourrait expliquer l'hypertrophie des parois ventriculaires observée chez ces sportifs.



Entraînement aérobie



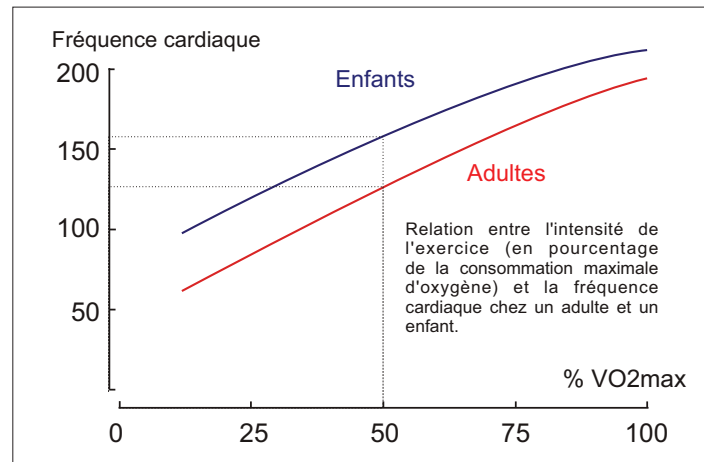
**inefficacité des programmes
d'entraînement aérobie
avant la puberté ?**

L'inclusion de séances d'éducation physique hebdomadaires supplémentaires dans les programmes scolaires n'a ainsi pas eu d'effet sur le développement de la consommation maximale d'oxygène chez des enfants de 5 à 12 ans dans certaines études.

Le souci louable de ménager la santé de l'enfant a probablement conduit les concepteurs des programmes d'entraînement à les sous-entraîner.

Lorsque l'intensité de l'exercice est jugée à partir de la fréquence cardiaque, il faut tenir compte que la **relation FC-%VO2max** est **différente chez l'enfant et l'adulte** :

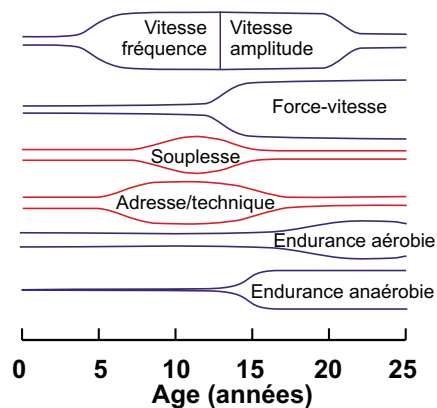
130 pulsations par minute correspondent à environ **50 % de VO2max chez l'adulte jeune** mais **seulement 30 % VO2max** environ **chez le jeune enfant**.



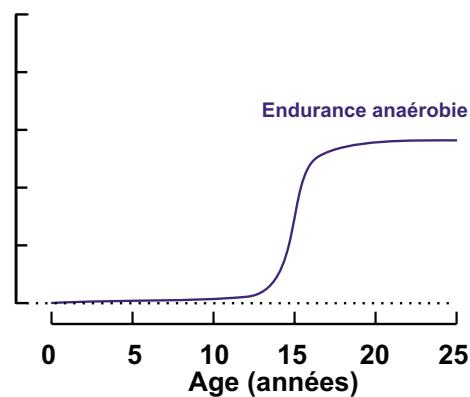
Des études utilisant des intensités d'exercice plus élevées, avec des fréquences cardiaques comprises entre 60 et 90 % de **FCmax (> 155 pulsation/min)**, ont observé des **effets significatifs sur VO2max**.

Ces effets restent cependant un peu **moins marqués** (+ 10 %) **que** ceux qui sont obtenus **chez l'adulte** (15 à 20 %).

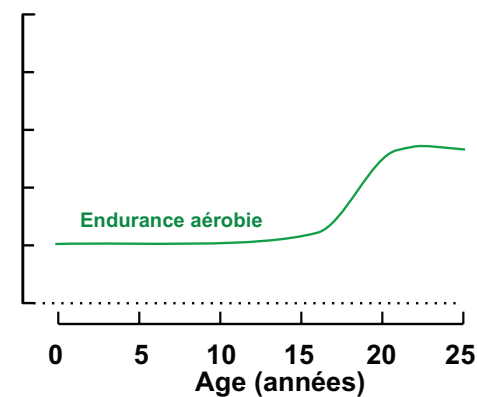
**Phases “sensibles”
pour le
développement des
qualités physiques**



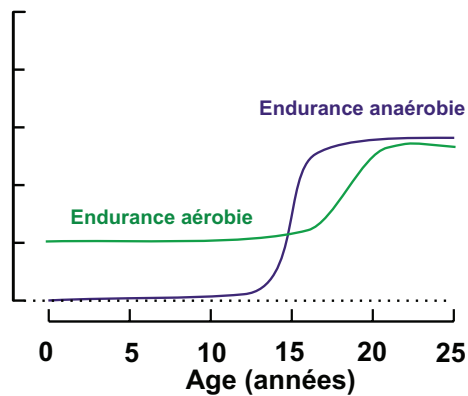
Phases "sensibles" pour le développement de différentes qualités physiques (d'après Mero, Vuorimaa et Häkkinen 1990)



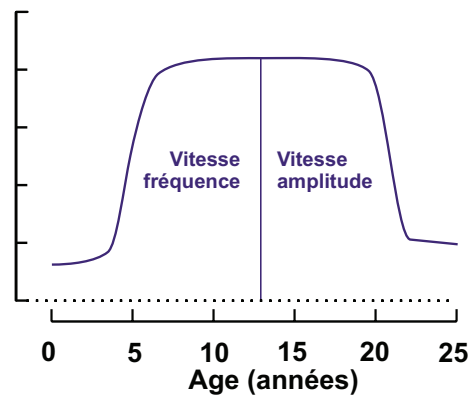
Phases "sensibles" pour le développement de différentes qualités physiques (adapté d'après Mero, Vuorimaa et Häkkinen 1990)



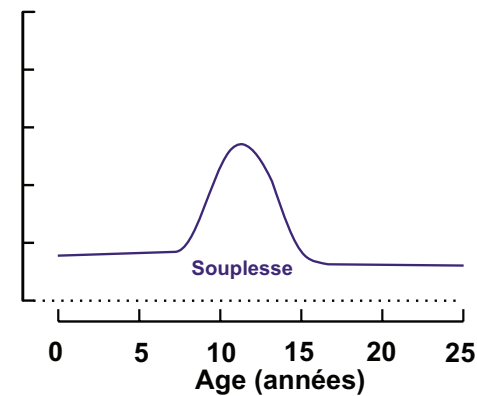
Phases "sensibles" pour le développement de différentes qualités physiques (adapté d'après Mero, Vuorimaa et Häkkinen 1990)



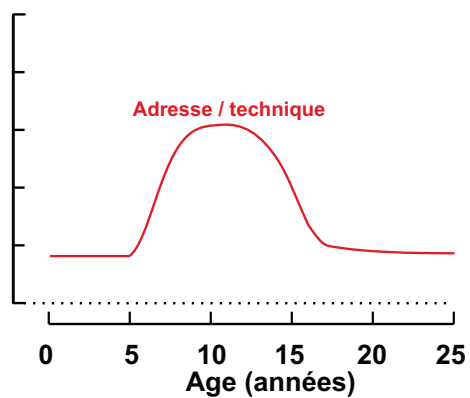
Phases "sensibles" pour le développement de différentes qualités physiques (adapté d'après Mero, Vuorimaa et Häkkinen 1990)



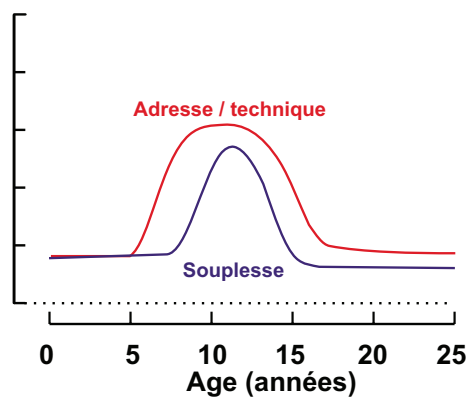
Phases "sensibles" pour le développement de différentes qualités physiques (adapté d'après Mero, Vuorimaa et Häkkinen 1990)



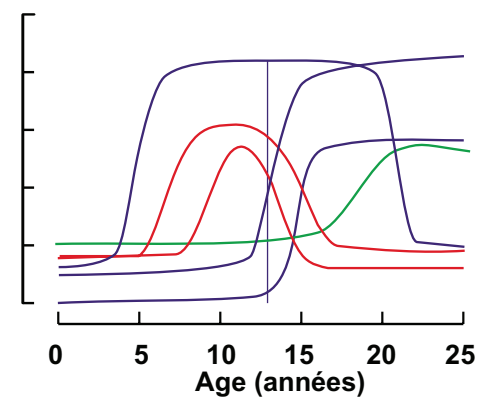
Phases "sensibles" pour le développement de différentes qualités physiques (adapté d'après Mero, Vuorimaa et Häkkinen 1990)



Phases "sensibles" pour le développement de différentes qualités physiques (adapté d'après Mero, Vuorimaa et Häkinnen 1990)



Phases "sensibles" pour le développement de différentes qualités physiques (adapté d'après Mero, Vuorimaa et Häkinnen 1990)



Phases "sensibles" pour le développement de différentes qualités physiques (adapté d'après Mero, Vuorimaa et Häkinnen 1990)