

**Variétés
des exercices
de musculations**

Variété des exercices de musculation

“... car l’ancienne gymnastique ne s’occupait pas du tempérament et développait uniquement la force. Chez les anciens, les uns s’exerçaient en portant des poids très lourds ; les autres en luttant de rapidité avec des chevaux ou des lièvres ; d’autres en recourbant et redressant des plaques épaisses de fer ; d’autres encore en prenant sur leur cou des taureaux, quelques-uns des lions. C’était là les oeuvres des Polymestor, des Glaucus, des Alésias, des Polydamas de Scotuse. Le pugile Tisandre, de Naxos, qui habitait près d’un promontoire de cette île, se penchait fortement en avant sur la mer, étendant les bras, qui, de cette manière, s’exerçaient eux-mêmes et exerçaient le corps...”

Traité sur la Gymnastique ”
Philostratos (IIIème siècle après JC)

Objectifs des programmes de musculation

- développement de la **masse musculaire**: culturisme ;
- amélioration des **performances** dans les sports de force, de vitesse, d'endurance de force ;
- **santé** :
 - rééducation ;
 - programme d'activité physique chez l'**obèse** ;
 - prévention de l'**ostéoporose** post-ménopausique.

Variété des exercices de musculation

Les exercices de musculation peuvent être différenciés en fonction :

- des moyens utilisés,
- du mode de contraction,
- du nombre d'articulations impliquées,
- de la course musculaire,
- de l'intensité et de la durée des exercices.

Les caractéristiques des exercices seront combinées en fonction des objectifs recherchés.

Variétés des moyens

- poids corporel ;
- poids et haltères libres ;
- résistances élastiques ;
- dispositifs à poulies, machines...

Exercices mono et poly-articulaires

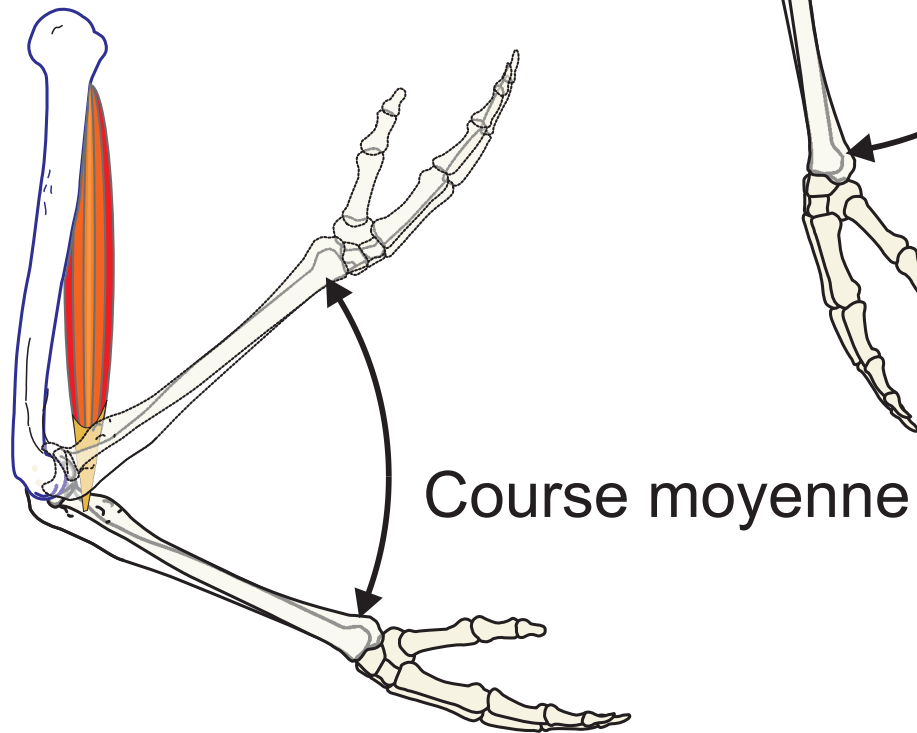
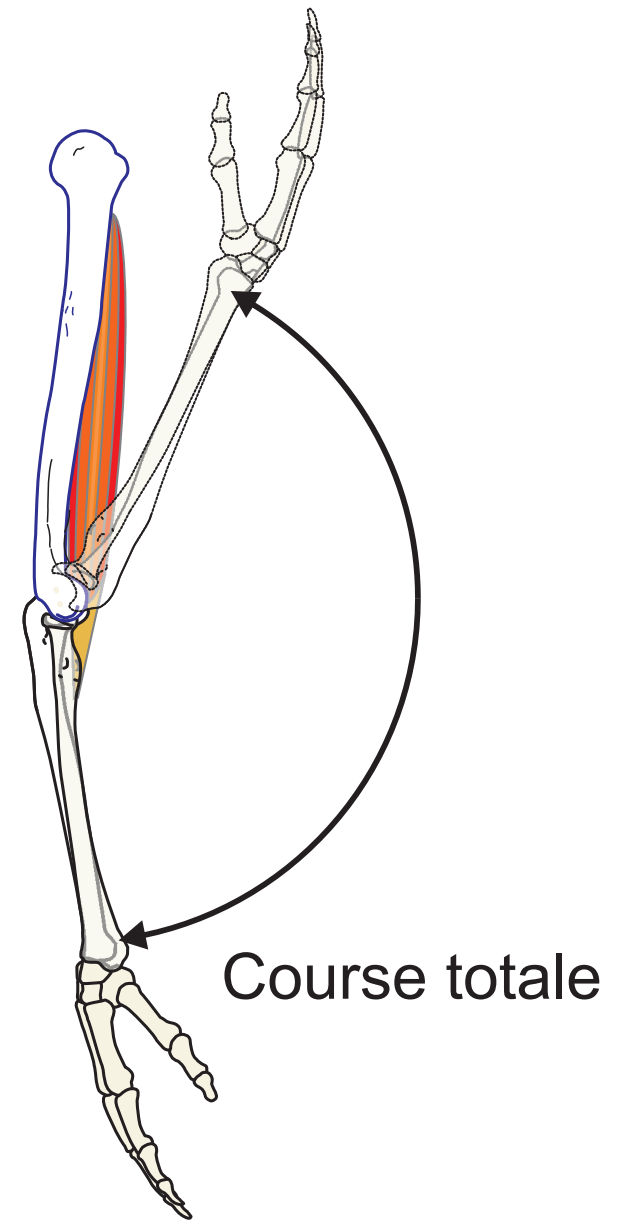
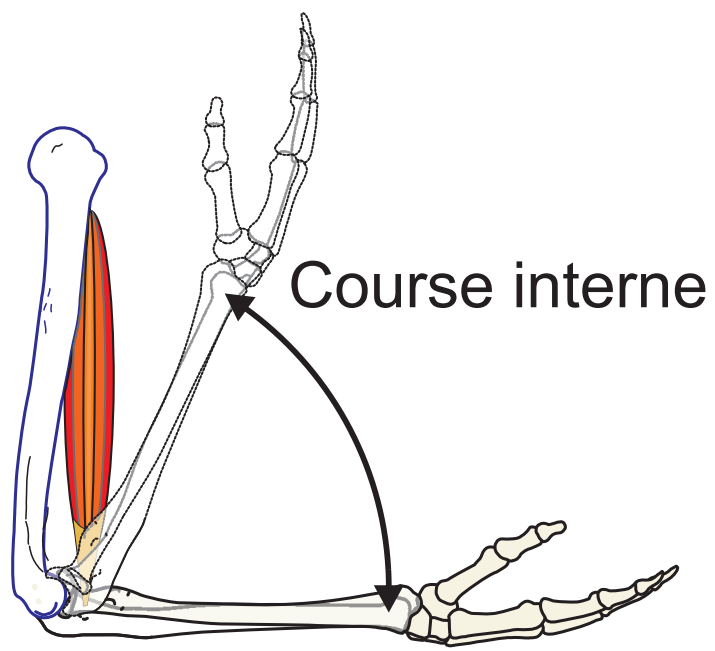
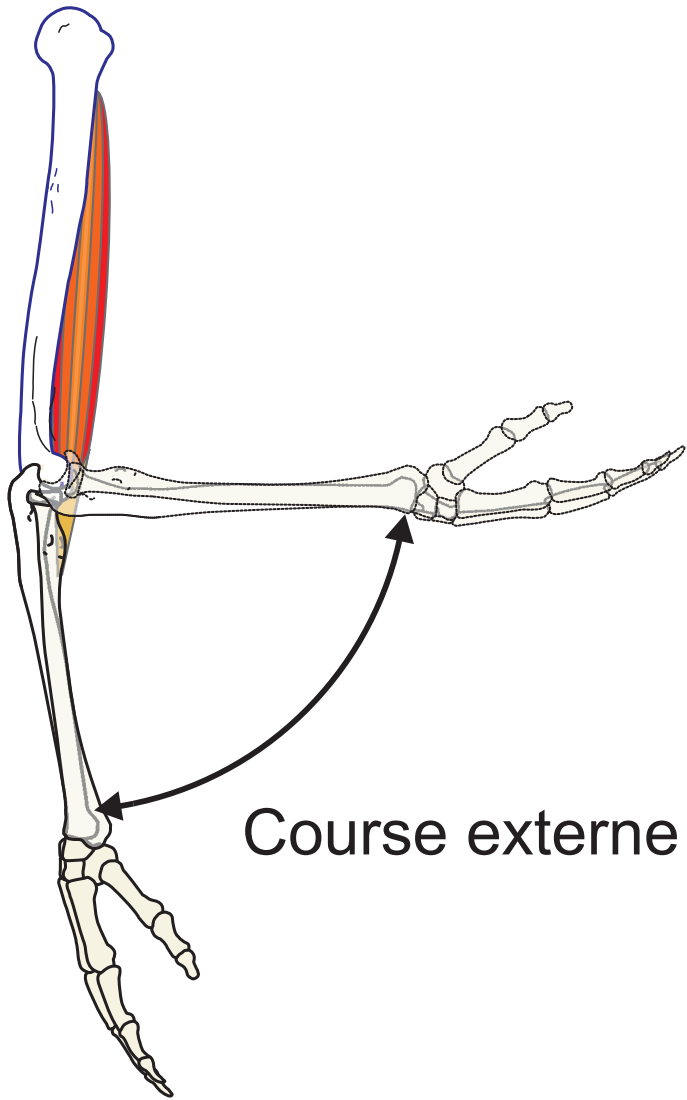
Exercices poly articulaires, “ globaux ” mettant en jeu une masse musculaire importante, nécessitant une coordination des muscles agonistes et antagonistes.

Exercices mono articulaires, analytiques, mettant en jeu de faibles masses musculaires.

Les exercices polyarticulaires s'accompagneraient d'une sollicitation cardiovasculaire plus importante, ce qui est considéré comme un intérêt ou un inconvénient selon l'objectif de l'exercice.

Course musculaire

- Course **interne** : la contraction débute à une longueur musculaire moyenne et se termine avec un raccourcissement maximal.
- Course **externe** : la contraction débute à un longueur musculaire maximale et se termine à une longueur moyenne.
- Course **totale** : la contraction débute à une longueur maximale et se termine avec un raccourcissement maximal.



L'action d'un muscle dépend de l'angle articulaire.

Par exemple :

les muscles adducteurs sont des extenseurs de la hanche quand la hanche est fléchie.

Mais, les muscles adducteurs sont fléchisseurs de hanche quand cette articulation est en extension.

La coopération des différents muscles agonistes dépend donc de l'angle articulaire où les muscles travaillent.

Il est donc intéressant de réaliser les exercices d'entraînement dans les mêmes secteurs articulaires (la même course) que ceux correspondant aux activités sportives.

Variété des modes de contraction

- exercices isométriques ;
- exercices anisométriques :
 - avec raccourcissement ;
 - avec allongement ;
 - exercices plyométriques ;
- exercices dits « isocinétiques ».

The World's Most Handsome Man



*Angelo Siciliano (professionally Charles Atlas)..
WINNER OF PHYSICAL CULTURE'S \$1000. PRIZE CONTEST
FOR THE WORLD'S MOST HANDSOME MAN...*

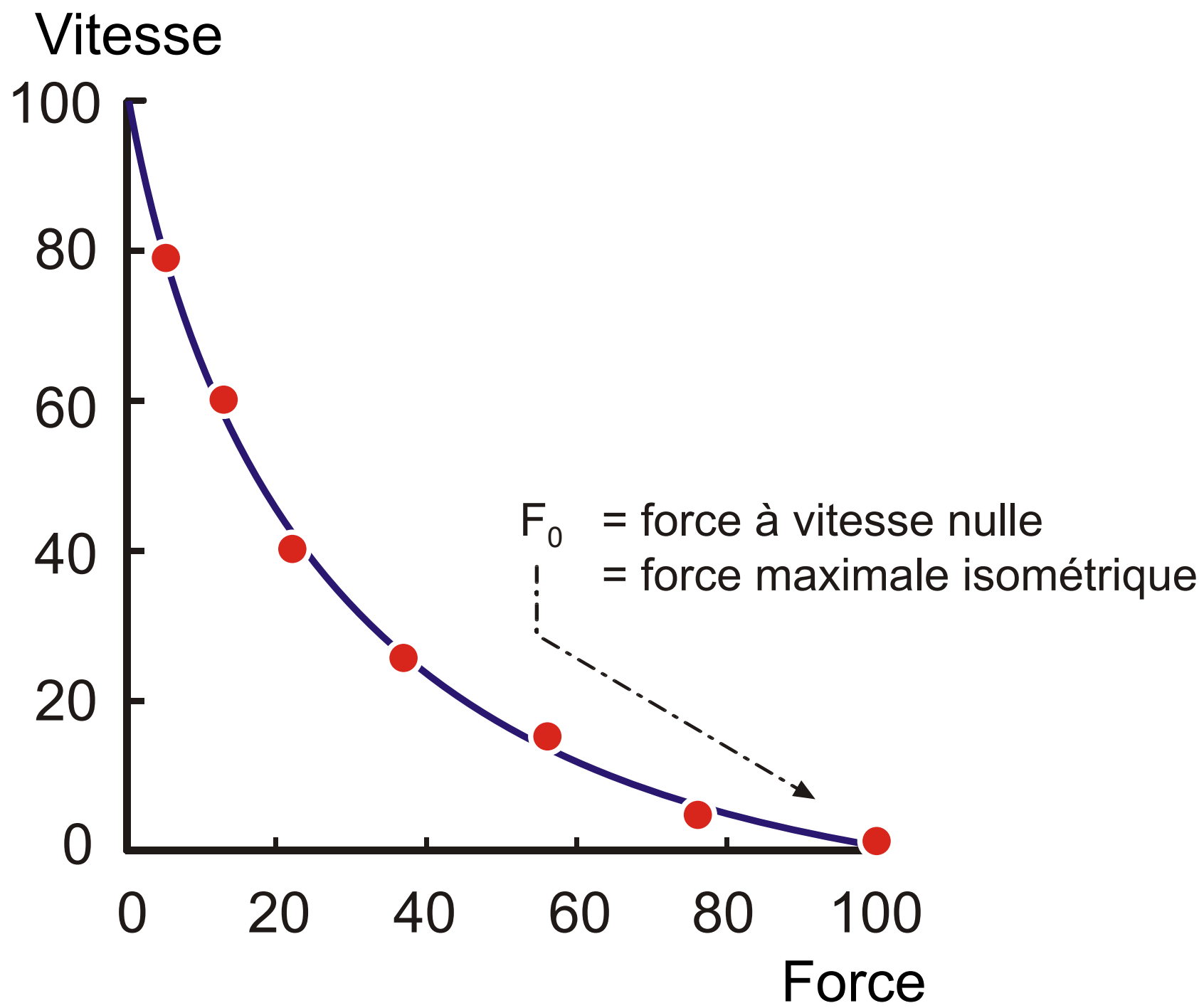
Charles Atlas

(Angelo Siciliano)

1893-1972



Publicité pour la méthode de Charles Atlas



Exercices isométriques

Pendant les exercices isométriques, la longueur de l'ensemble tendino-musculaire ne change pas (iso = égal) ; il n'y a donc pas de déplacement articulaire.

On peut distinguer :

- des exercices isométriques contre :
 - **résistances extérieures**
 - **soit-même** (auto résistance) qui peuvent être subdivisés en exercices :
 - contre l'**opposition d'un autre membre**
 - **contre les muscles antagonistes** agissant sur la même articulation (co-activation).
- des exercices isométriques **continus** ou **intermittents** (alternance de contraction relâchement).



Exercices isométriques :
exercice contre résistance



ISOMETRIC POWER REVOLUTION

JOHN E. PETERSON
author of Pushing Yourself to Power and The Miracle Arms



**Exercices isométriques :
exercices d'auto-résistance**

**Exercices isométriques :
exercices de co-contractions**



Bruce Lee

Après avoir été très utilisés il y a une cinquantaine d'années, les exercices isométriques sont **actuellement relativement peu pratiqués** dans le **contexte sportif**.

En effet, les programmes de musculation fondés principalement sur des exercices isométriques ne semblent pas être les plus efficaces pour obtenir des augmentations importantes de la masse musculaire.

Les exercices isométriques **restent encore utilisés en complément** d'autres pratiques dans les activités sportives où il existe une composante isométrique importante dans l'activité sportive (**lutte, escalade** ...).

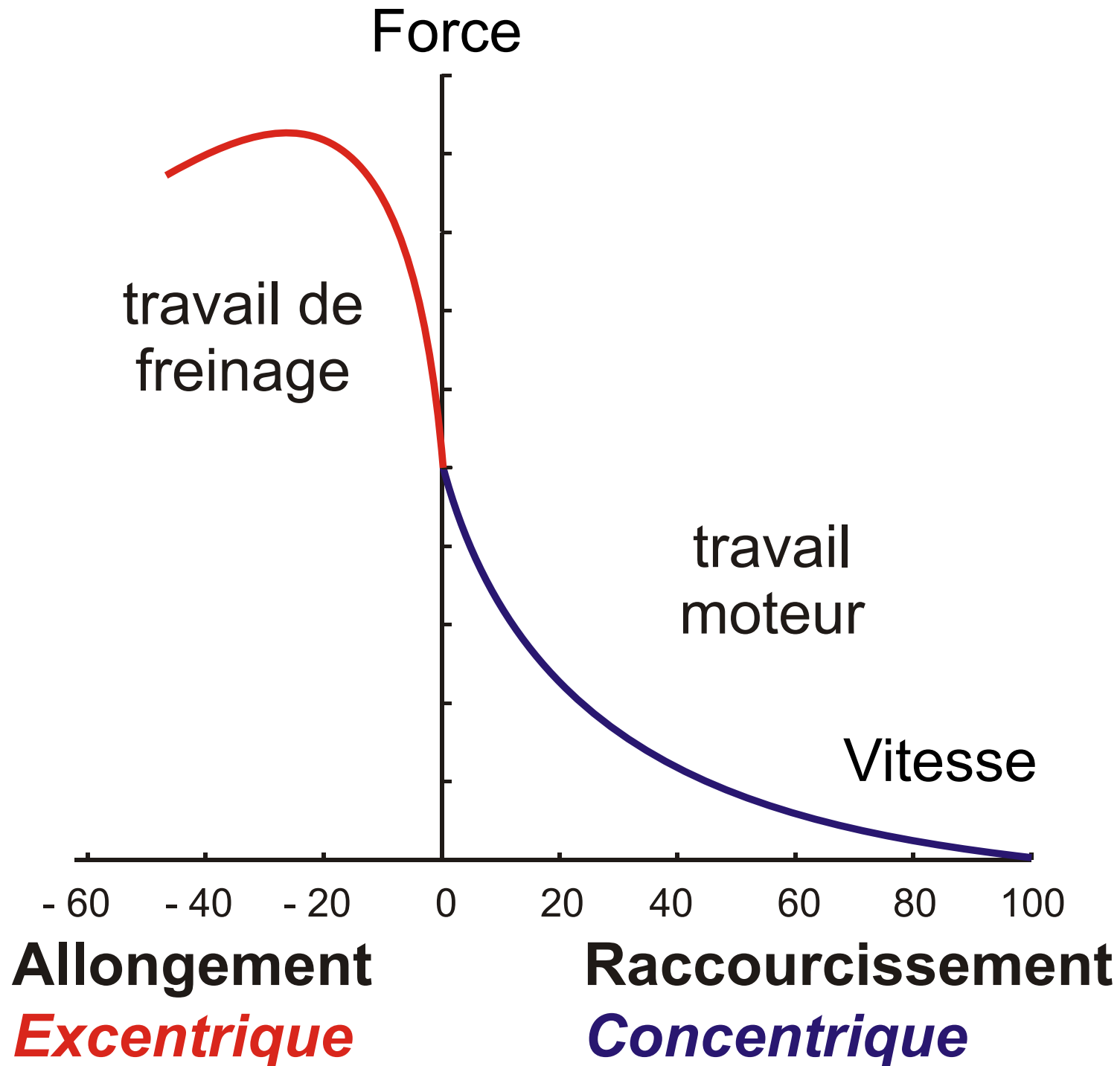
Les exercices isométriques restent encore très utilisés dans le cadre de la **kinésithérapie** et de la **rééducation** quand les déplacements articulaires sont contre-indiqués ou impossibles.

Exercices anisométriques

La longueur du muscle varie et il existe un déplacement articulaire pendant les exercices anisométriques ;

- exercices **concentriques** : le muscle se raccourcit pendant la contraction et effectue un travail moteur ;
- exercices **excentriques** : le muscle s'allonge pendant la contraction et effectue un travail de freinage ;
- exercices dits « **plyométriques** » « où la phase de raccourcissement musculaire suit immédiatement (sans pause) une phase de contraction excentrique.

L'expression « exercices anisométriques » a remplacé l'expression « exercices isotoniques » car la tension musculaire n'est pas constante dans ces exercices.



Force

travail de freinage

travail moteur

Vitesse

-60 -40 -20 0 20 40 60 80 100

Allongement
Excentrique

Raccourcissement
Concentrique

Exercices anisométriques concentriques

Ces exercices sont probablement ceux qui sont le plus utilisés dans les programmes de musculation: soulever de charges ou de son poids de corps, poussée et traction sur des machines...

Plus la résistance au déplacement est élevée plus la vitesse de contraction est faible (voir relation force-vitesse du muscle).

A l'extrême, la vitesse est égale à zéro pour les charges correspondant à la force maximale isométrique.

Exercices anisométriques excentriques

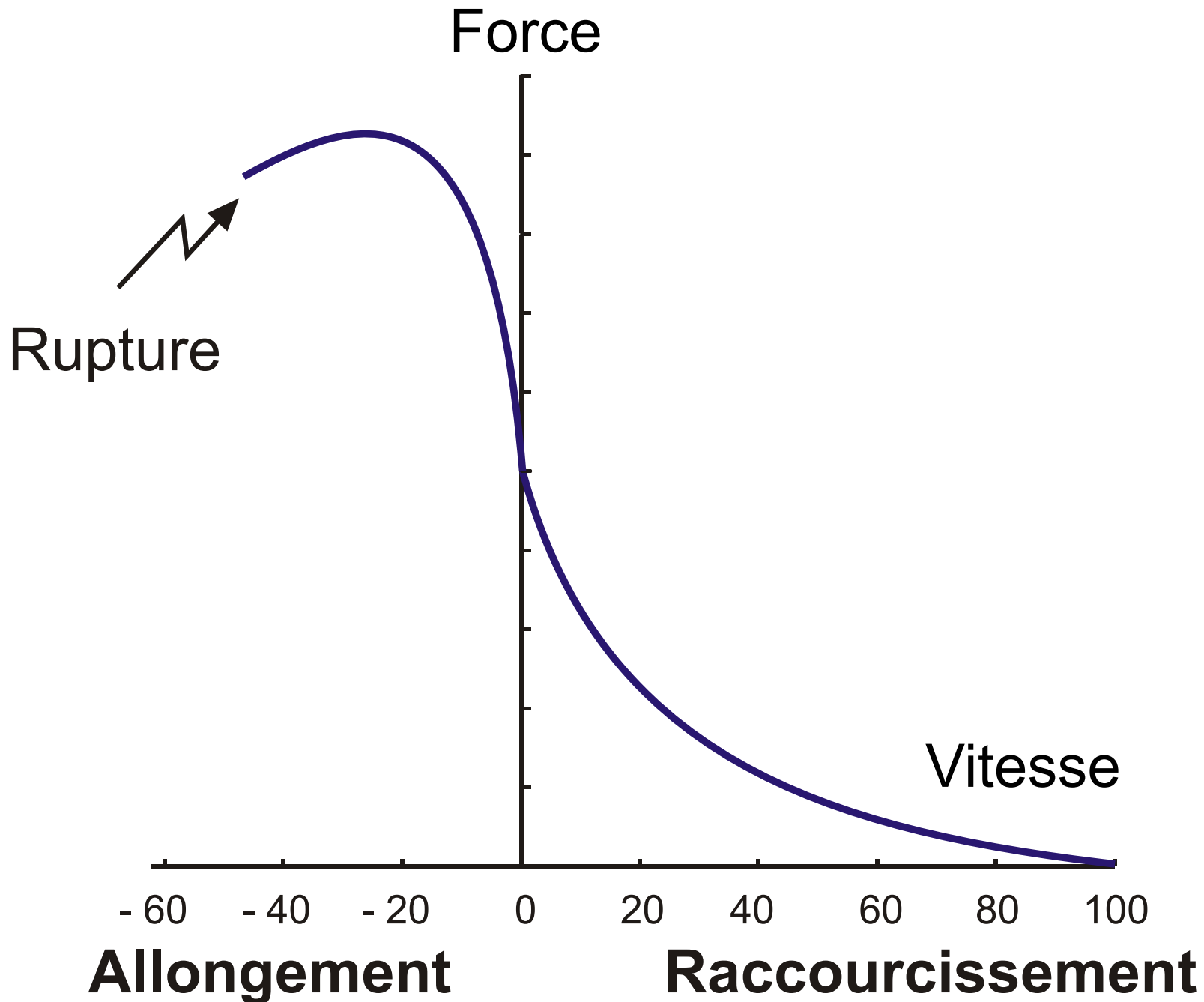
Dans ce type d'exercice, le muscle réalise un travail de freinage.

Les **forces** exercées par le muscle en mode excentrique peuvent être **nettement supérieures** (jusqu'à 80 % dans des expériences réalisées *in vitro* sur des muscles isolés) à la force maximale isométrique.

Si on admet l'hypothèse que les contraintes musculaires sont l'un des stimuli de la croissance de la masse musculaire, alors les exercices anisométriques excentriques devraient être utilisés dans les programmes de renforcement musculaire.

Après une période d'engouement excessif, les exercices excentriques sont actuellement relativement peu pratiqués.

En effet, les risques de lésions micro et macro-traumatiques ne sont pas négligeables car les **contraintes mécaniques** imposées au système musculo-squelettique sont **importantes**.



Exercices plyométriques

Un exercice plyométrique consiste en une contraction anisométrique **concentrique immédiatement précédée d'une courte phase de contraction anisométrique excentrique.**

Pendant la courte phase de contraction excentrique le système tendino-musculaire transforme l'énergie cinétique d'une masse en déplacement (le corps du sujet plus éventuellement une charge) en énergie potentielle élastique (mise sous tension des éléments élastiques tendino-musculaires).

Exercices plyométriques

Pendant la courte phase de contraction excentrique le système tendino-musculaire transforme l'énergie cinétique d'une masse en déplacement (le corps du sujet plus éventuellement une charge) en énergie potentielle élastique (mise sous tension des éléments élastiques tendino-musculaires).

Les forces musculaires produites pendant la courte phase de freinage sont d'autant plus importantes que l'énergie cinétique est élevée et que la distance de freinage est courte.

Le muscle étant étiré pendant cette phase, il est capable de produire des forces supérieures à la force maximale isométrique.

La **performance** produite pendant la phase concentrique est **supérieure** quand elle est précédée d'une phase excentrique **pour les raisons suivantes** :

- l'énergie produite est égale à la somme de l'énergie produite par les sarcomères plus l'énergie potentielle élastique restituée par les structures tendino-musculaires préalablement mises sous tension
- les éléments élastiques n'ont pas besoin d'être mis sous tension au début de la phase de contraction ;
- le recrutement des fibres musculaires est déjà très élevé dès le début de la phase concentrique ;
- l'étirement du muscle faciliterait le recrutement des motoneurones car les influx provenant des fuseaux neuromusculaires potentialiseraient les effets de la commande motrice volontaire.

Les exercices plyométriques sont très pratiqués dans les **activités sportives de caractère “ explosif ”** où le sujet doit produire des forces importantes en un temps très court.

En effet, ce type d'exercices produit des contraintes mécaniques importantes qui sont considérées par certains comme des stimuli particulièrement efficaces.

En contrepartie, la pratique de ces exercices augmente les risques de traumatismes ostéo-articulaires.

Exercices plyométriques (suite)

L'utilisation de charges additionnelles doit être prudente car elle augmente le risque de traumatismes ostéo-articulaires.

Ce type d'exercices ne doit donc être pratiqué qu'après un programme de renforcement musculaire utilisant d'autres méthodes moins traumatisantes.

Un programme d'entraînement fondé sur ce type d'exercices est **déconseillé chez l'enfant pré pubère** (immaturité du système ostéo-articulaire) et doit être pratiqué avec une extrême **prudence chez des sujets débutants** insuffisamment préparés.

Utilisation du poids corporel en musculation

Le poids corporel à lui seul représente une surcharge importante chez les **sujets à la musculature peu développée**.

Le poids corporel est donc fréquemment utilisé chez l'**enfant**, le **débutant** et chez les sujets qui ne recherchent pas un développement maximal de leurs qualités de force.

L'utilisation du poids corporel représente aussi un moyen simple d'**adapter** la charge d'entraînement **aux dimensions corporelles du sujet** (séances collectives).

D'un autre côté, le sujet **obèse** sera **désavantagé** dans ce type d'exercices.



***En théorie oui !
Mais pas pour
les enfants...***

***Facile !
Quand on est petit...***





Bien que les exercices avec le poids du corps soient théoriquement plus faciles, les exercices prescrits chez l'adulte sont souvent difficilement réalisables chez l'enfant moyen.

Les **versions « allégées »** de ces exercices sont généralement utilisées chez le débutant ou l'enfant présentant une surcharge pondérale.

**Version allégée
du “chin-up”**

Utilisation d'engins en musculation (poids, haltères, machines, ressorts...)

L'utilisation de poids et haltères peut présenter des **risques traumatiques** chez des sujets insuffisamment préparés qui ne maîtrisent pas la trajectoire de la charge.

L'utilisation de **poulies** et **machines** permet de guider la charge et limiter en partie certains risques traumatiques.

Les **résistances élastiques** (extenseurs, ressorts...) présentent la particularité d'opposer une résistance qui augmente au fur et à mesure de la contraction (mode parfois appelé auxotonique) ce qui peut être un inconvénient ou un avantage selon l'objectif.

La **pouliothérapie** est une méthode de renforcement musculaire utilisant des cordes, des poulies et des poids.

Par un emploi judicieux de poulies, il est possible d'opposer une résistance dans toutes les directions de l'espace.

Cette méthode n'est actuellement utilisée que dans un but thérapeutique.

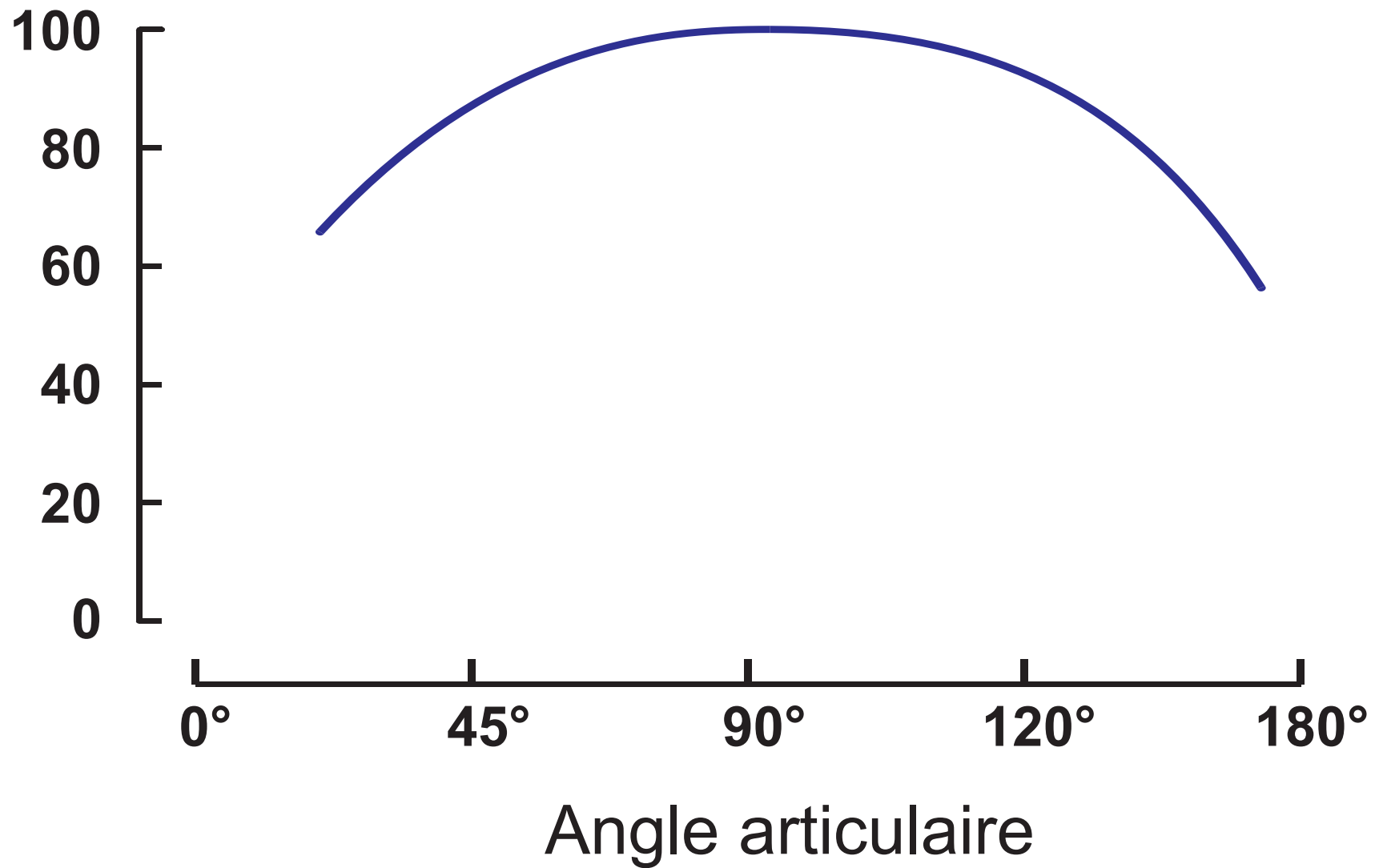


Appareils ou charges libres

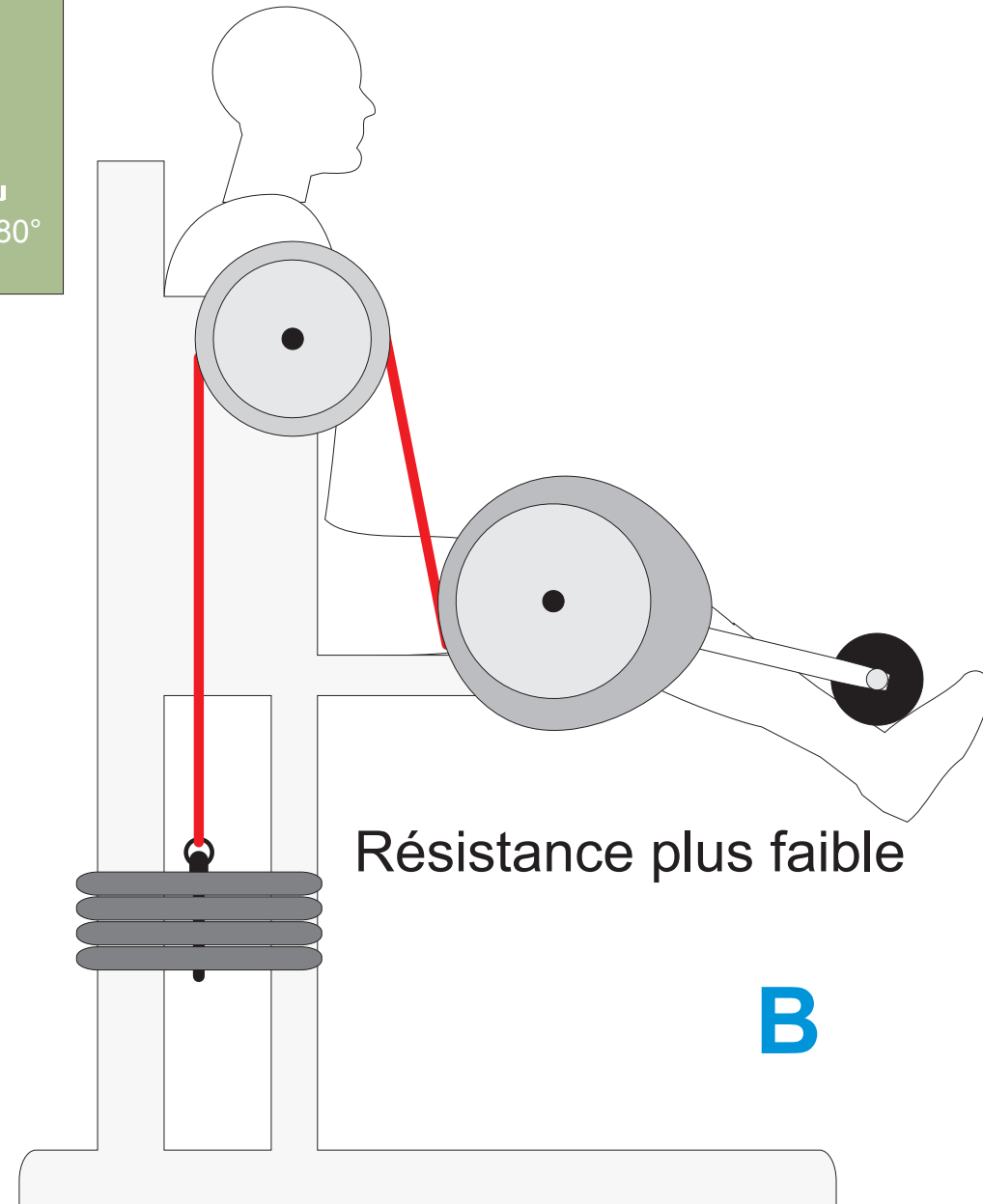
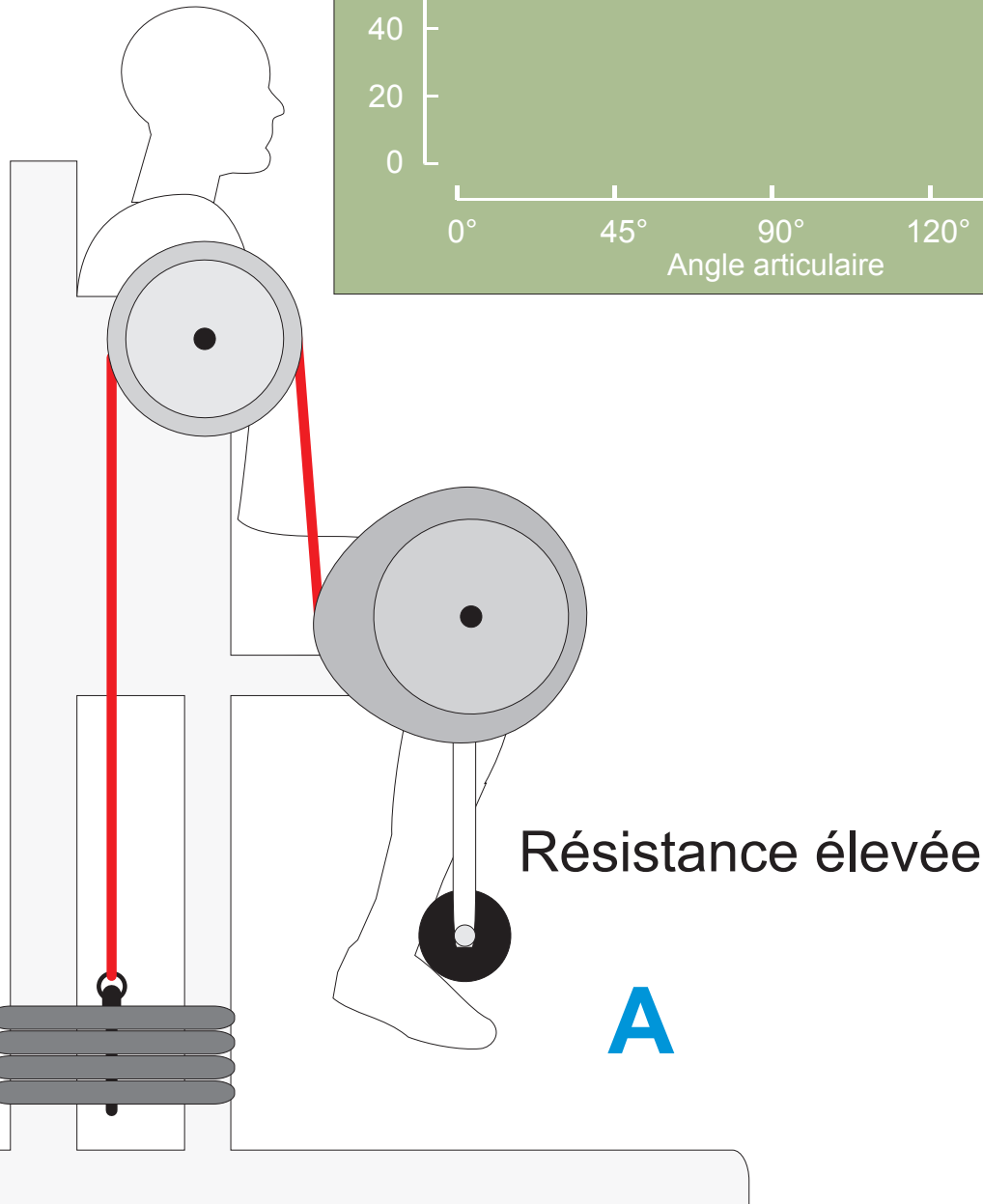
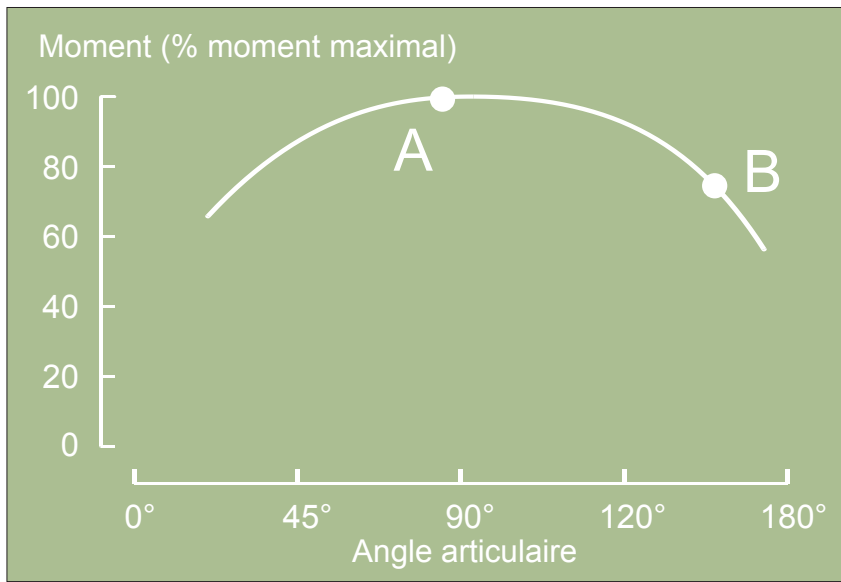


Pour des raisons de sécurité (perte de l'équilibre, limitation d'amplitude articulaire...), des exercices de musculation avec appareils spécifiques seront préférés à des exercices avec charges libres (squat, développé couché...) chez certains.

Moment
(% moment maximal)



Appareils à came



Musculation sur appareil isocinétique



Exercices isocinétiques

Les exercices isocinétiques sont des **exercices anisométriques** réalisés **à vitesses constantes** grâce à l'utilisation d'appareil asservis.

En fait, ce n'est pas la contraction musculaire qui est isocinétique mais la vitesse angulaire de l'articulation (exercices monoarticulaires comme une extension du genou) ou celle de l'appareil (exercices poly-articulaires comme par exemple un exercice de pédalage sur bicyclette isocinétique).

Les exercices isocinétiques peuvent être excentriques ou concentriques

Exercices isocinétiques (suite)

L'intérêt de ce type d'exercice est la possibilité de réaliser un exercice maximal du début à la fin de la contraction.

Il n'y a pas de preuves que le caractère isocinétique est un intérêt sur le plan entraînement. Ces **ergomètres isocinétiques** sont cependant **intéressants dans l'évaluation** de la force musculaire qui dépend de la vitesse du mouvement (relation moment/vitesse angulaire).

Exercices isocinétiques (suite)

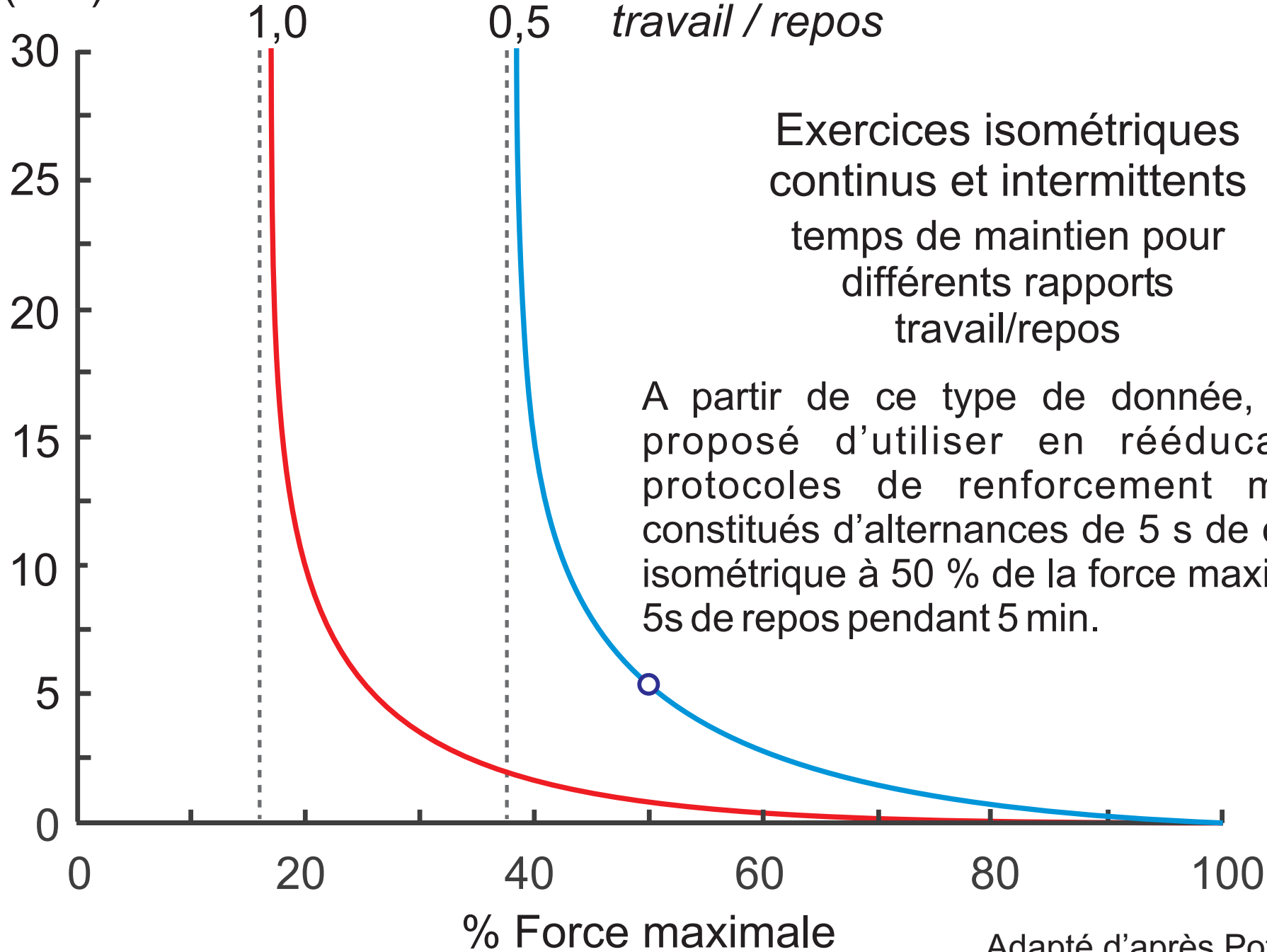
Dans les exercices isocinétiques **excentriques**, le **déplacement** articulaire est **imposé** par la machine **même s'il existe un blocage articulaire** (par exemple par un ménisque ou une « souris articulaire »...).

Les exercices isocinétiques sont donc généralement pratiqués en concentrique pour des raisons de sécurité.

**Intensité et quantité
des exercices
de renforcement musculaire**

Exercices isométriques

Temps de maintien
(min)



travail / repos

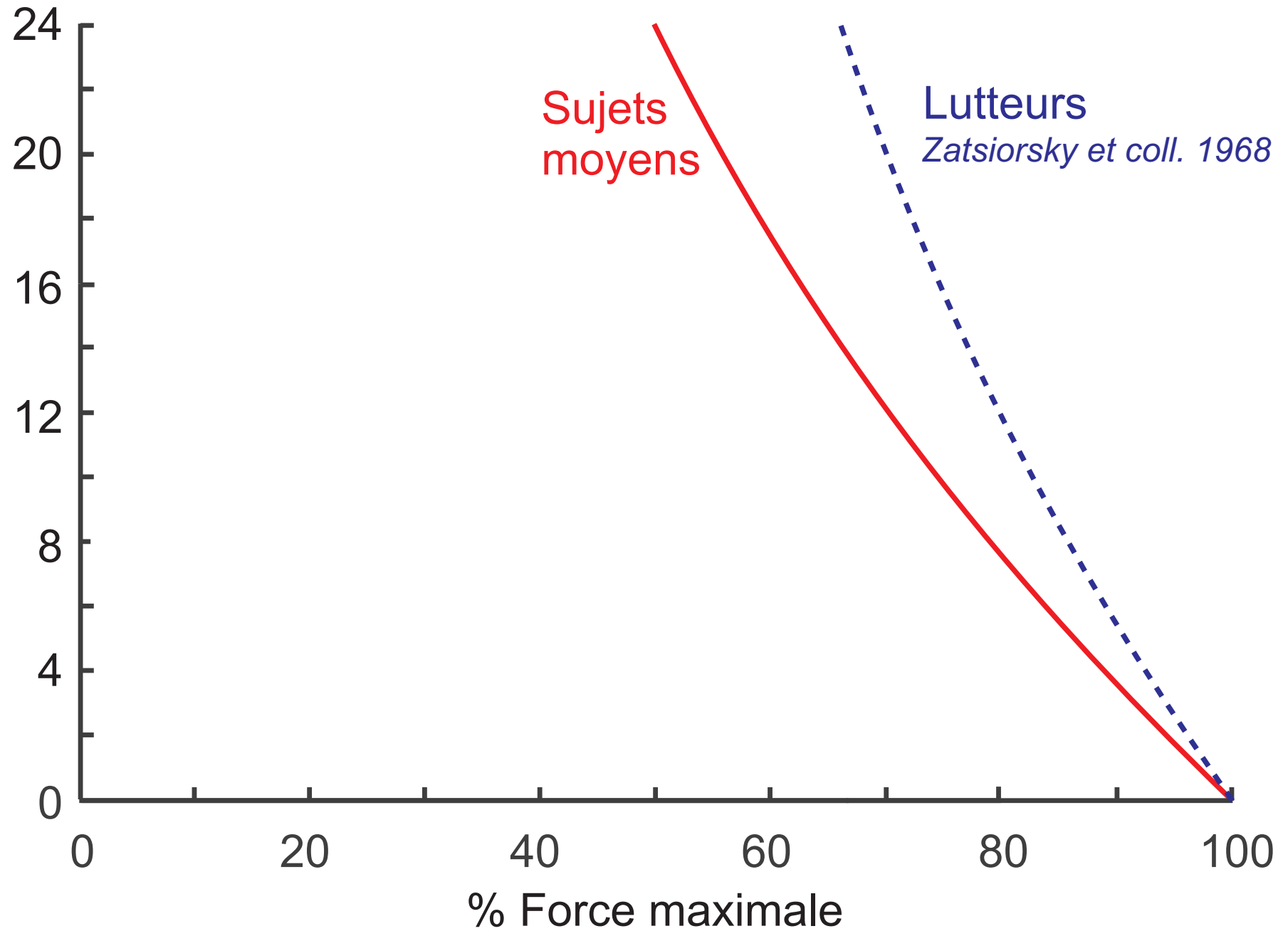
Exercices isométriques
continus et intermittents
temps de maintien pour
différents rapports
travail/repos

A partir de ce type de donnée, Troisier a
proposé d'utiliser en rééducation des
protocoles de renforcement musculaire
constitués d'alternances de 5 s de contraction
isométrique à 50 % de la force maximale et de
5s de repos pendant 5 min.

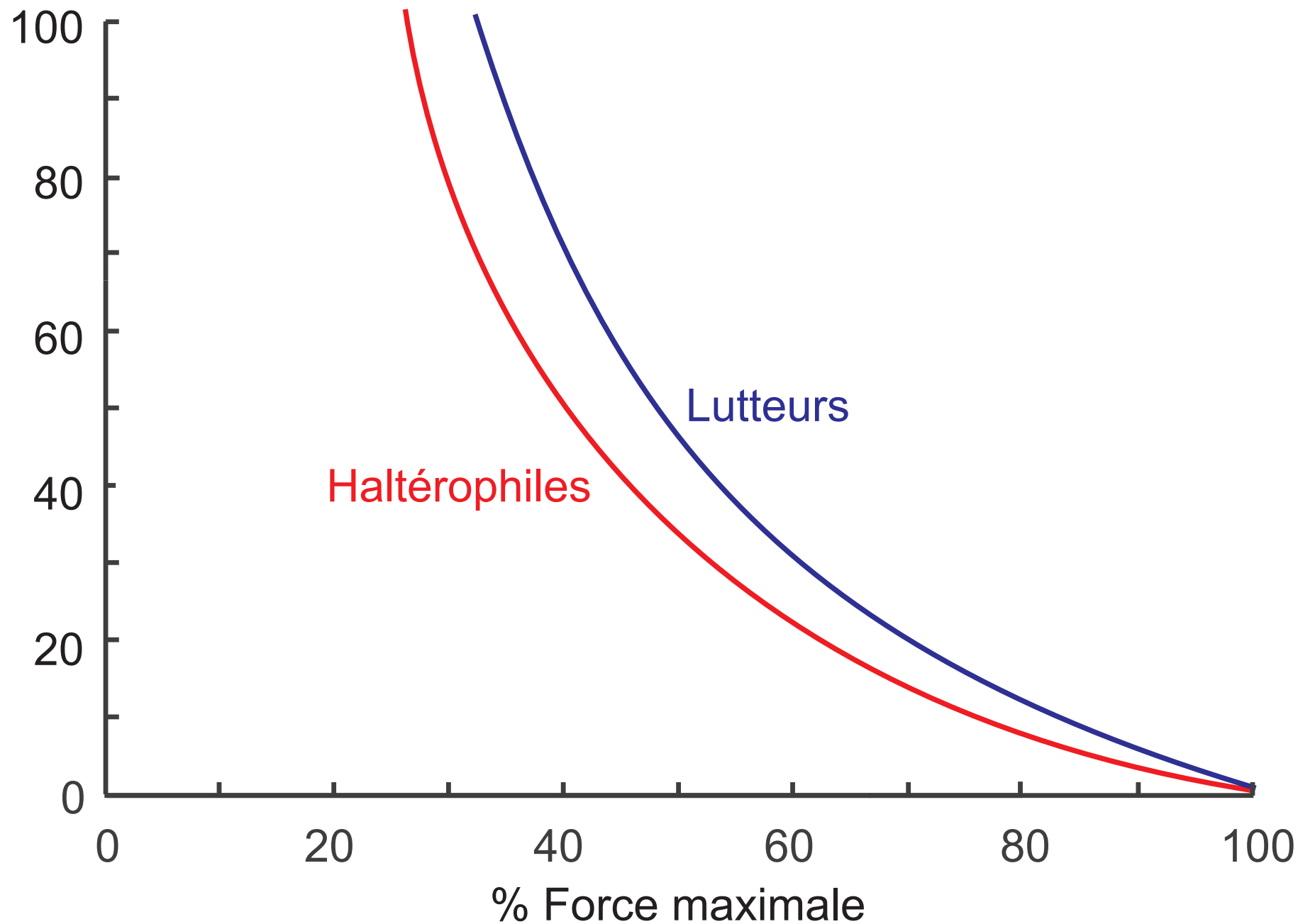
**Intensité et quantité
des exercices
de renforcement musculaire**

Exercices isométriques

Nombre de répétitions possibles



Nombre de répétitions possibles



Adapté d'après Zatsiorsky et coll. 1968

Intensité et nombre de répétitions des exercices

Les contractions musculaires ne semblent efficaces dans le développement de la force et de la masse musculaires que si elles correspondent à des **pourcentages élevés de la force maximale** (principe de surcharge), c'est-à-dire généralement **supérieures à 65% de la force maximale**.

Le nombre de répétitions réalisables dans une même série dépend du niveau de force: **8 à 12** répétitions **pour 70-75 %** de la force maximale, **2-3** répétitions **pour 90 %** de la force maximale selon les sujets et leur degré de motivation.

Les faibles intensités (< 40%) ne sont pas utilisées dans le domaine sportif pour développer la force musculaire.

Lors qu'un développement de la **force maximale et** de la **masse musculaire** est recherché, les sportifs utilisent des charges de l'ordre de **75 %** de la force maximale avec des séries de **8 à 12 répétitions** selon les sujets. Une à cinq séries sont réalisées par séances pour chaque type d'exercices réalisé.

Lorsqu'un développement de la **force maximale** est recherché **sans développement de la masse** musculaire, les sujets réalisent des **séries courtes** (2 ou 3 répétitions) avec des **résistances très élevées** (par exemple 90 % de la force maximale).

Le développement de l'**endurance** dite « **de force** » est réalisée par la réalisation de **séries longues** (30 à 60 répétitions ou plus), jusqu'à épuisement avec des **intensité moyenne** (environ 50% de la force maximale).

Conception des exercices de musculation en fonction des objectifs

(exemples non exhaustifs)

Objectifs	Intensité (% force max)	Nombre de répétitions	Nombres de séries
Force maximale	90-95 %	1 à 3	1 à 3
Force + masse	70-80 %	7 à 12	3 à 6
Masse musculaire	50 -70 %	12 à 25	3 à 6
Endurance de force	40 à 60 %	50 à 60	2 à 3

« L'origine de la croyance que plusieurs séries de chaque exercice est supérieur à une seule série pour l'amélioration de la force est une étude de Berger sur l'entraînement de la force réalisée il y a plus de 40 ans. Les preuves à l'appui de la réalisation de plusieurs séries sont faibles. La plupart des preuves indiquent que des séries uniques et multiples produisent des gains similaires en force »

Carpinelli R.M. Br. J. Sports Med.;36;319-324

Cette argument reste à vérifier pour le développement de la **masse musculaire** et non pas uniquement de la **force maximale**.

Musculature aux âges extrêmes

(enfants et 3ème âge)

Pendant longtemps, il existait une **réticence**, ou même une opposition, à la prescription d'exercices de **muscultation** chez l'**enfant** et le **sujet âgé**.

Deux types d'arguments étaient présentés :

- la pratique des exercices de musculution est **dangeureuse** pour la santé ;
- les programmes de développement de la force sont **inefficaces** par comparaison avec l'adulte jeune.

Les sujets âgés, les femmes et les enfants auraient des possibilités de développement de la masse musculaire et des qualités de force moindres que celles de l'homme adulte.

Ceci serait la conséquence d'une moindre production de substances aux propriétés anabolisantes comme les androgènes (enfants, femmes, sujets âgés) et l'hormone de croissance (enfants, sujets âgés).

Musculature au 3ème âge

La pratique d'exercices de renforcement musculaires est le traitement actuel le plus efficace pour limiter la sarcopénie des sujets âgés.

Borst SE. Gainesville VA. Age Ageing. 2004 Sep 22

A dose modérée, la prescription de testostérone a des effets modestes sur la masse et la force musculaires chez des hommes âgés, hypogonadiques. De fortes doses ne peuvent être utilisées du fait de risques d'aggravation de cancer de la prostate.

L'utilisation d'hormone de croissance n'est pas plus efficace et présente des risques.

Surface de section transversale du quadriceps

% de la valeur à 30 ans

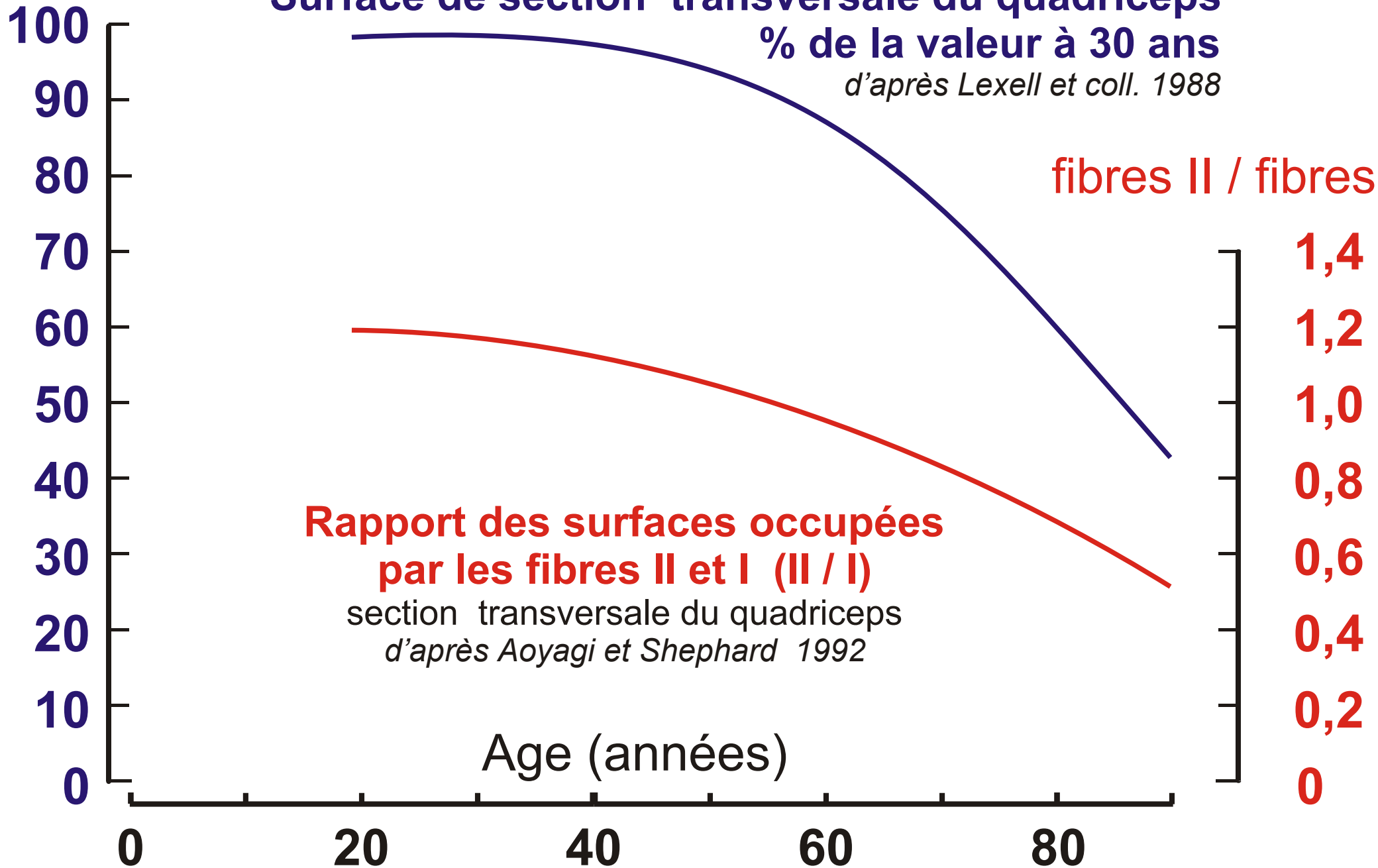
d'après Lexell et coll. 1988

fibres II / fibres I

**Rapport des surfaces occupées
par les fibres II et I (II / I)**

section transversale du quadriceps
d'après Aoyagi et Shephard 1992

Age (années)

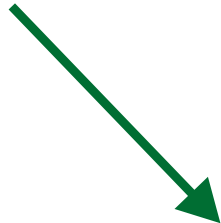


Vieillesse musculaire

**Diminution du nombre
de motoneurones**



**Diminution du nombre
de fibres musculaires**



**Diminution
de la
Masse musculaire**

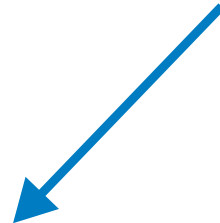


**Diminution
de la Force musculaire**

**Diminution du nombre
de cellules satellites**



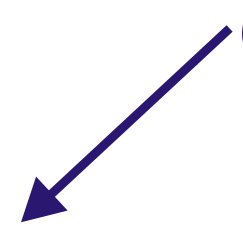
**Diminution du diamètres
des fibres musculaires**



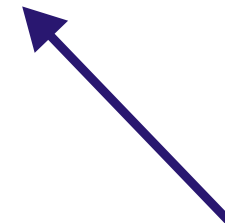
**Diminution
d'activité
musculaire**



**Augmentation
d'agents cataboliques
(IL-6...)**



**Diminution
des hormones
anabolisantes**
testostérone, estrogènes
Horm. de croissance



Conception des exercices de musculation chez des sujets âgés

(American Geriatrics Society 2001)

Charges	Intensité (% force max)	Nombre de répétitions	Nombres de séries
basses	40 %	10 à 15	1 (np)
moyennes	40 à 60 %	8 à 10	1 (np)
élevées	> 60 %	6 à 8	1 (np)

np : non précisé

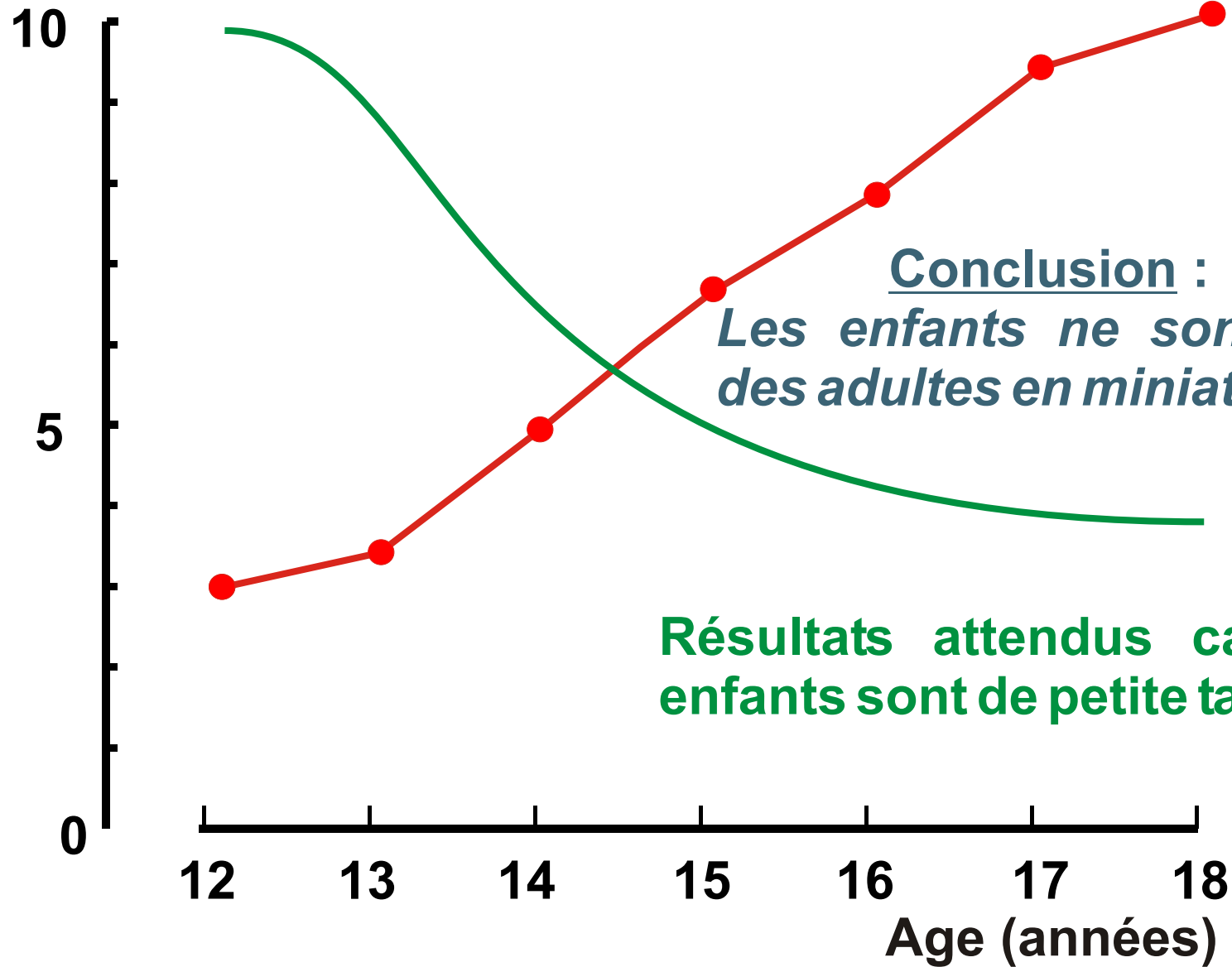
Plusieurs études ont montré que les **capacités fonctionnelles** des sujets âgés sont **mieux corrélées** avec la **puissance musculaire** qu'avec la force.

Un entraînement de la puissance musculaire des sujets âgés pourrait donc être plus bénéfique sur le plan de la santé que celui de la force.

Quelques études indiquent que les gains de puissance chez les sujets âgés seraient plus nets avec des **exercices de force à vitesse élevée** ou des exercices de **force explosive** qu'avec les exercices habituels orientés vers le développement de la force.

Musculature chez l'enfant

Nombre de tractions à la barre

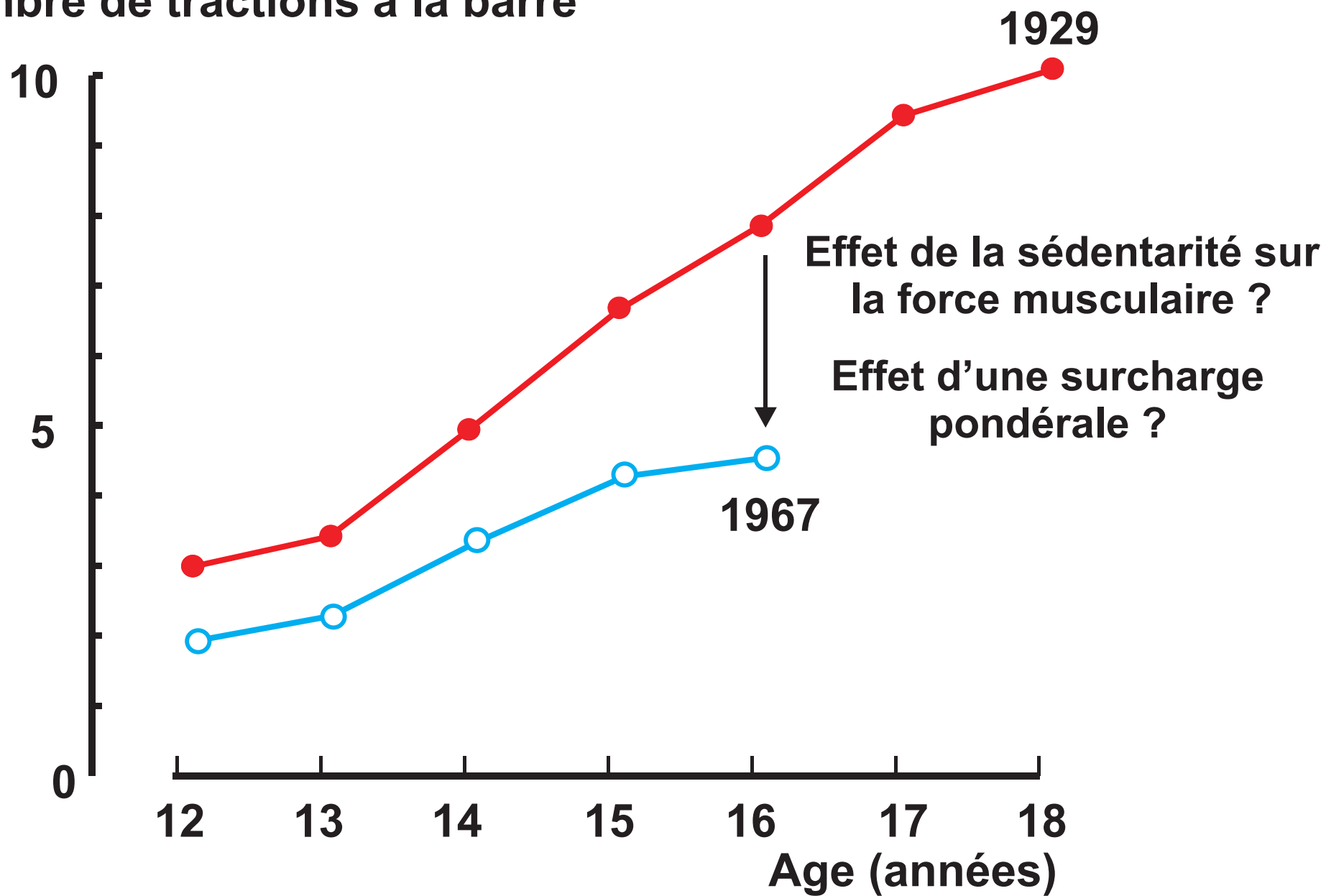


**Résultats observés
par Schiötz en 1929**

Conclusion :
*Les enfants ne sont pas
des adultes en miniatures.*

**Résultats attendus car les
enfants sont de petite taille.**

Nombre de tractions à la barre



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

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** ;

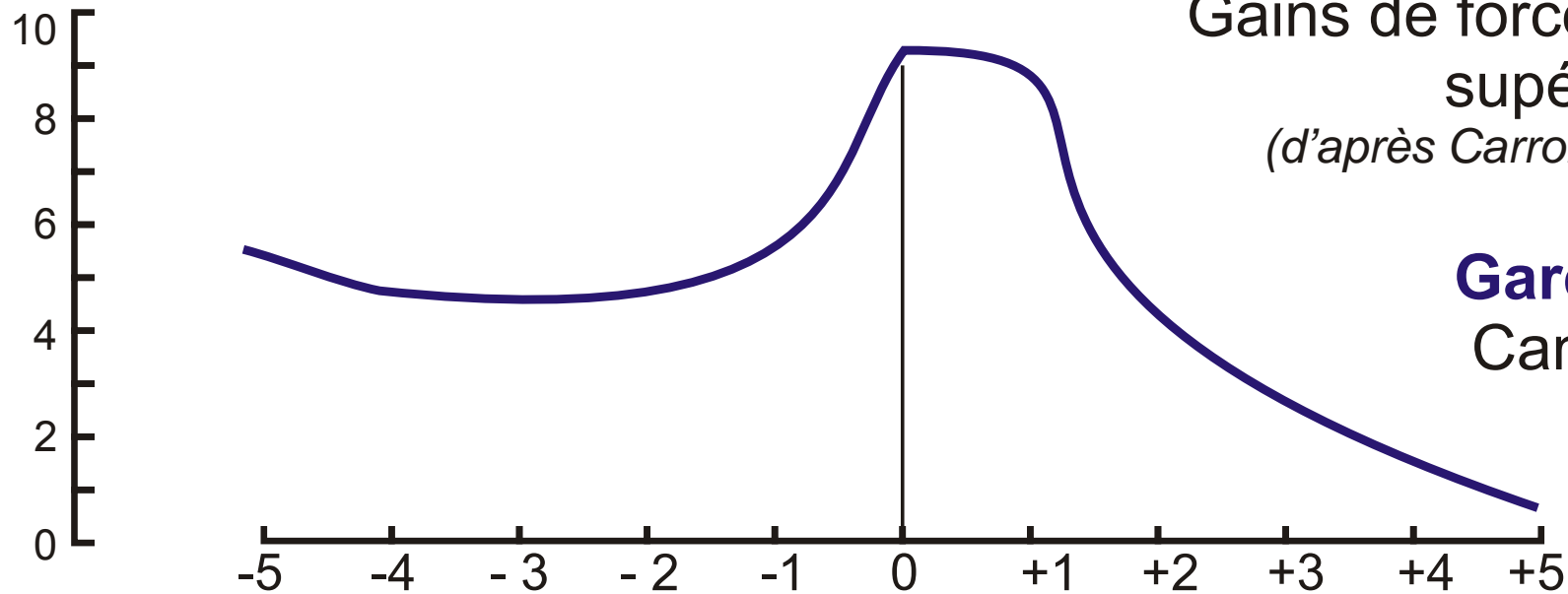
3) la production d'hormones aux effets **anabolisants** est **peu marquée** au cours des exercices de force **chez l'enfant**.

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

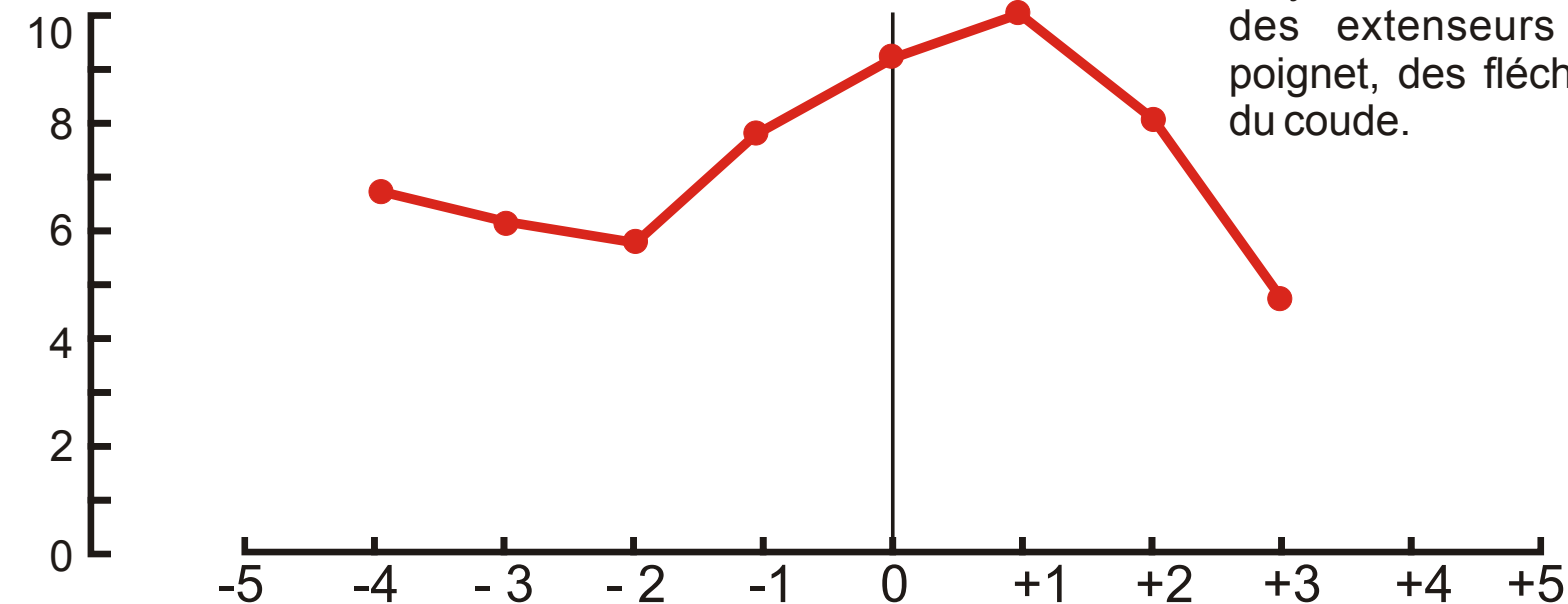
- meilleur **recrutement spatial** en particulier des unités motrices rapides (**IIb**) ;
- meilleur **recrutement temporel (tétanisation)**,
- meilleures coopérations entre muscles **agonistes et antagonistes**.

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.

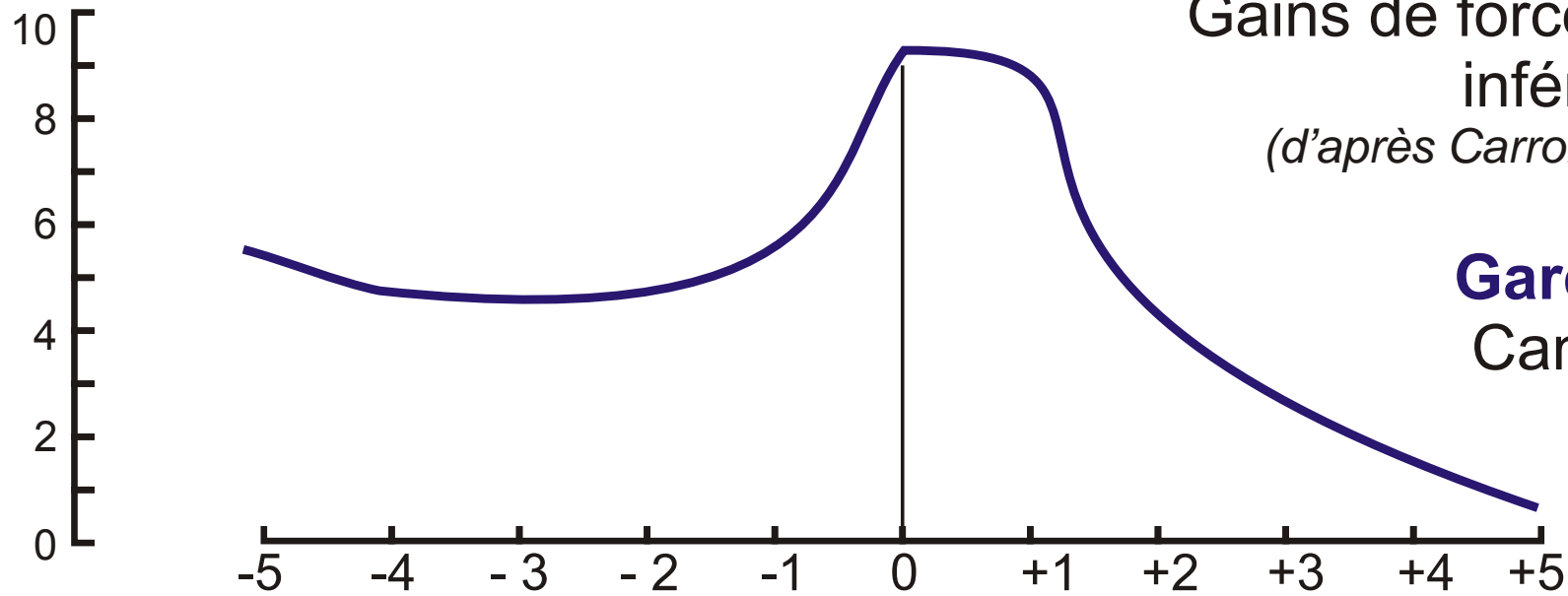
Croissance staturale (cm / an)



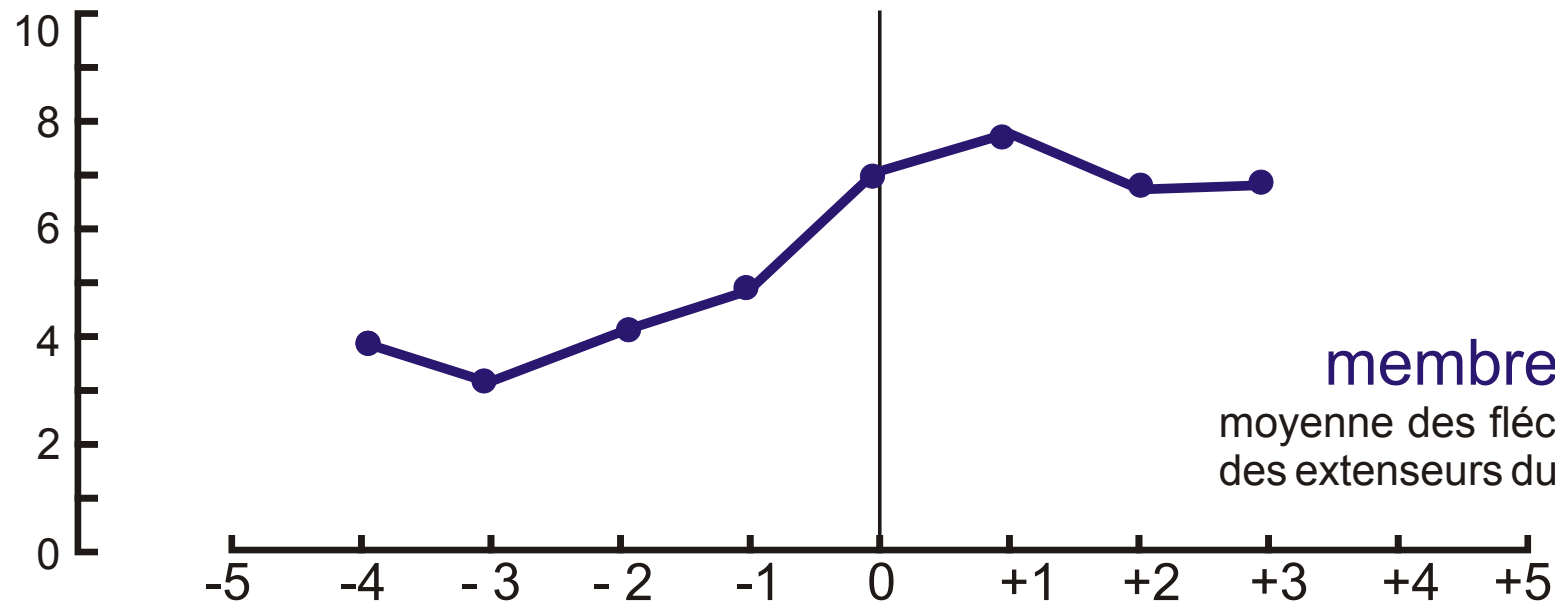
Gains de force (kg / an)



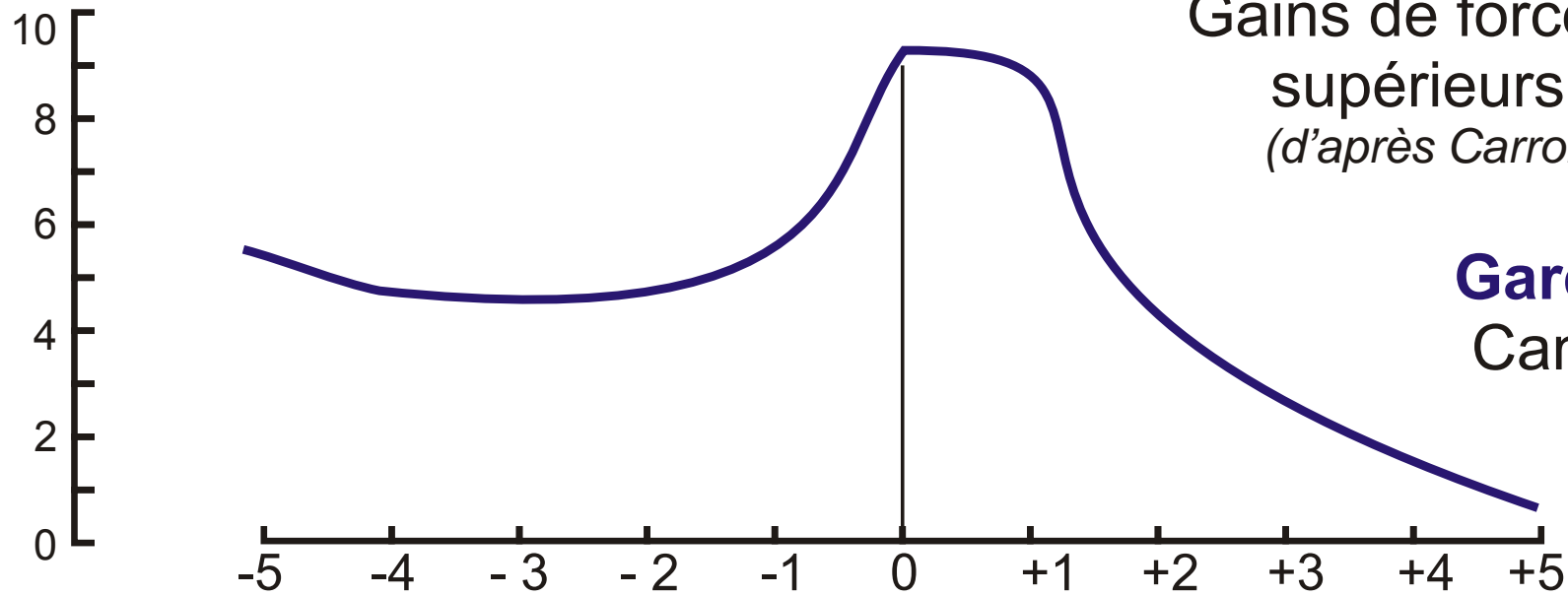
Croissance staturale (cm / an)



Gains de force (kg / an)



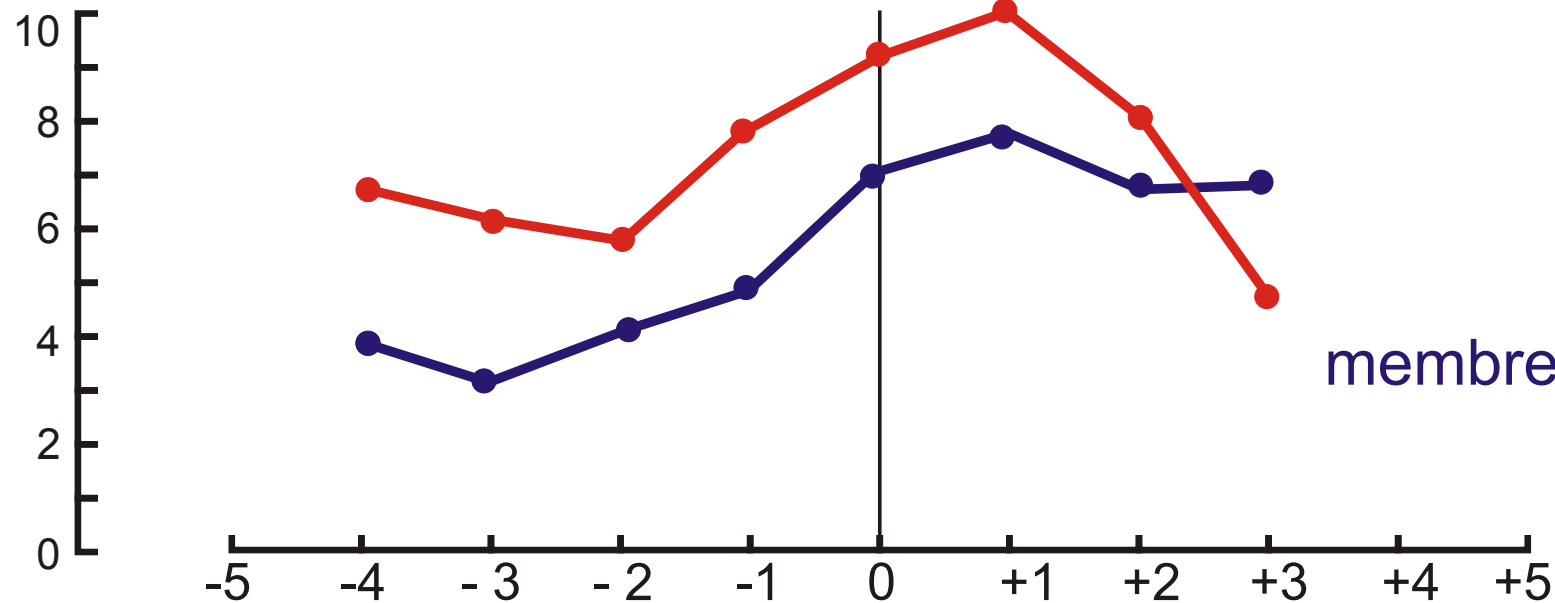
Croissance staturale (cm / an)



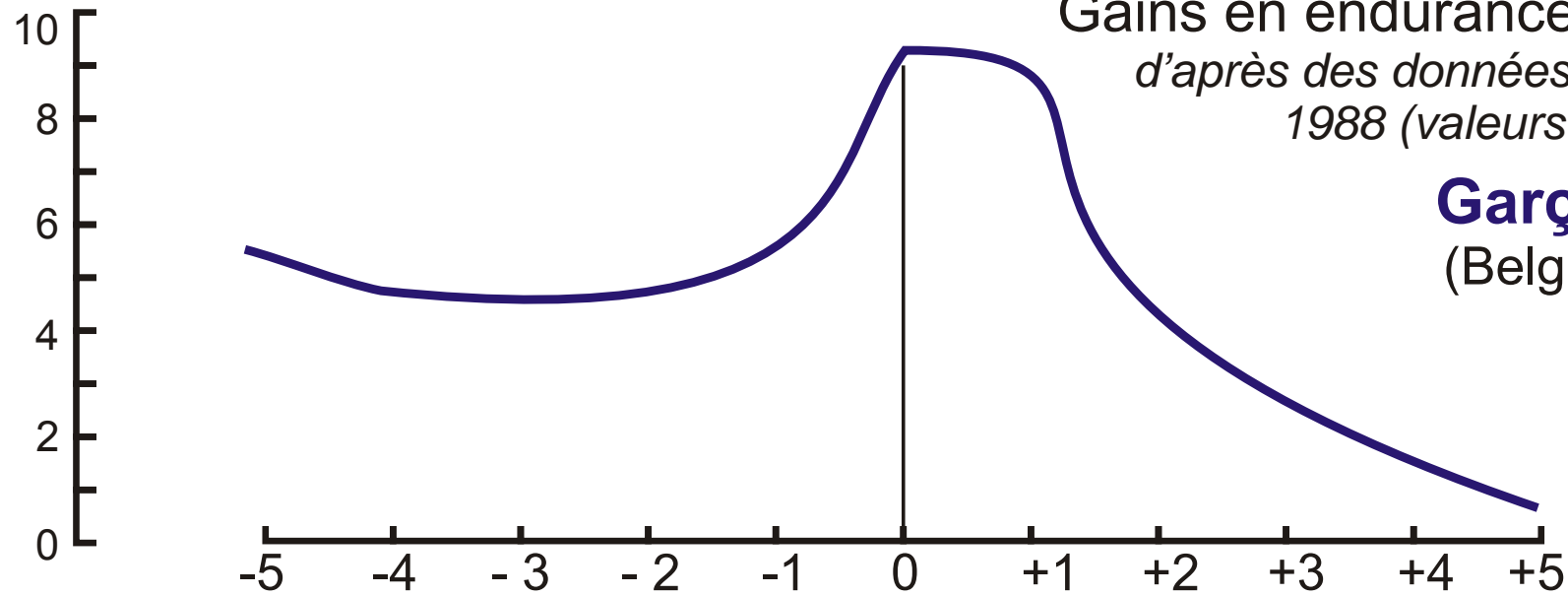
Gains de force (kg / an)

membres supérieurs

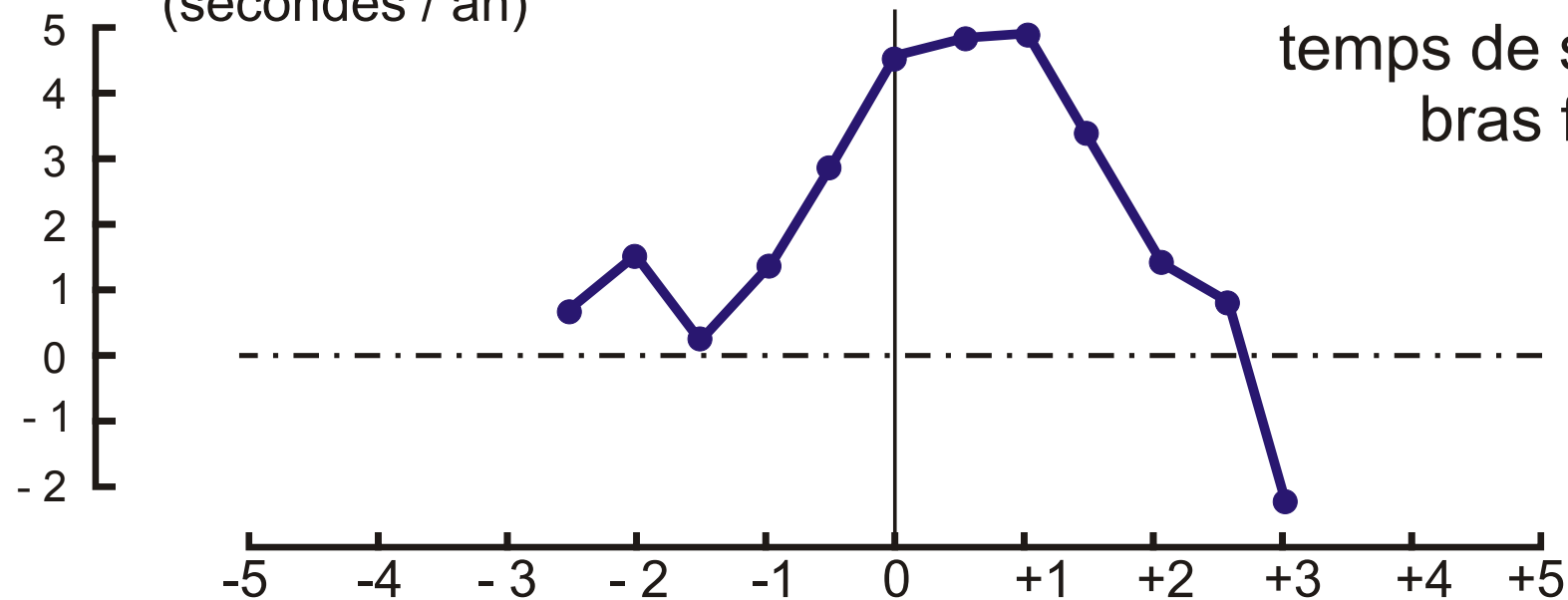
membres inférieurs



Croissance staturale (cm / an)



Gains de temps de maintien
(secondes / an)



Chez les jeunes enfants, il est conseillé de faire réaliser des **exercices avec le poids du corps**, en décharge avec un caractère ludique (brouette...).

Bien que les exercices avec le poids du corps soient théoriquement plus facile, les exercices prescrit chez l'adulte sont souvent difficilement réalisable chez l'enfant moyen.

Les **versions « allégées »** de ces exercices sont généralement utilisées chez le débutant ou l'enfant présentant une surcharge pondérale.

Les exercices **plyométrique avec charge** sont **contrindiqués**.



***En théorie oui !
Mais pas pour
les enfants...***

***Facile !
Quand on est petit...***

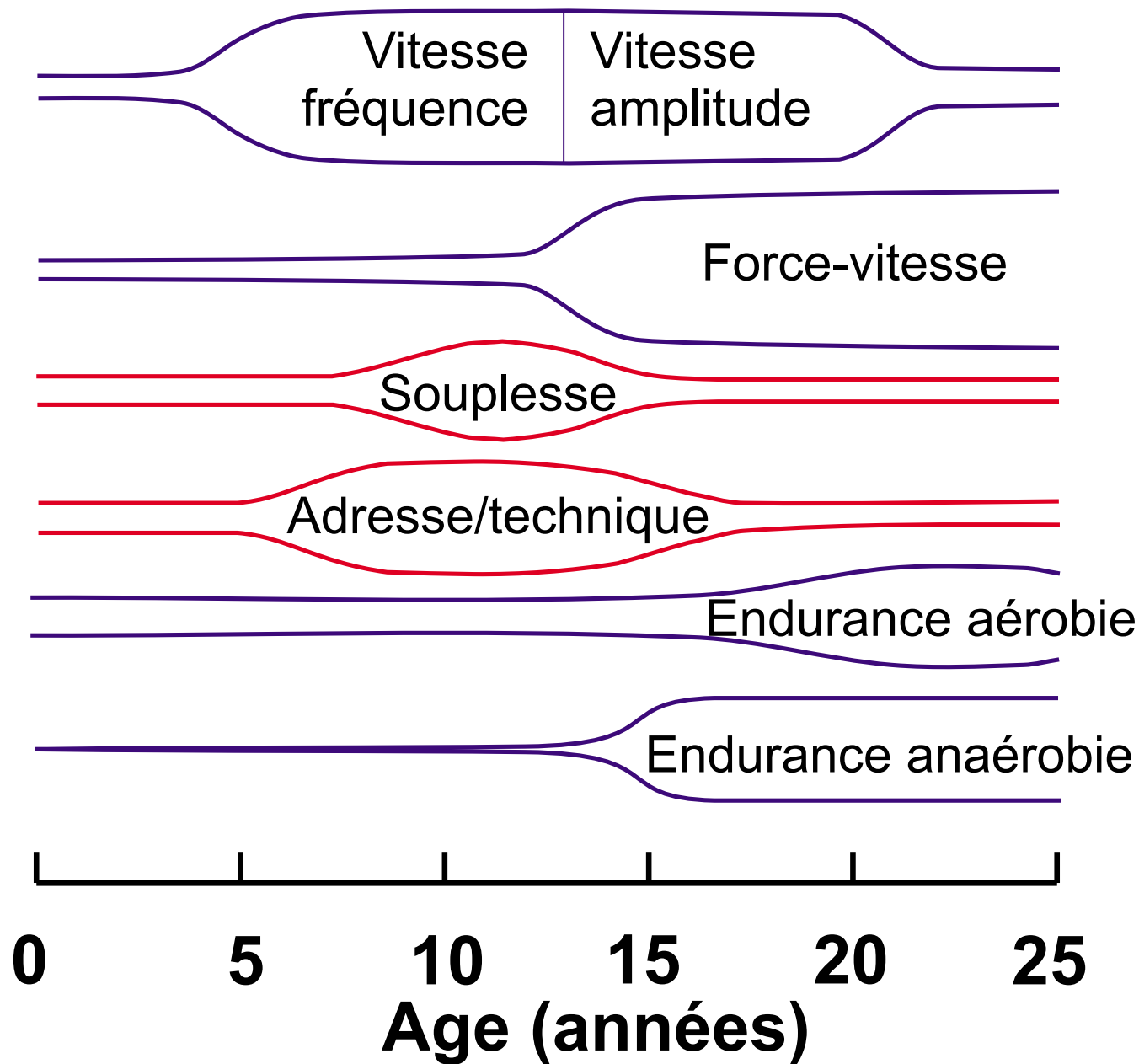




Bien que les exercices avec le poids du corps soient théoriquement plus faciles, les exercices prescrits chez l'adulte sont souvent difficilement réalisables chez l'enfant moyen.

Les **versions « allégées »** de ces exercices sont généralement utilisées chez le débutant ou l'enfant présentant une surcharge pondérale.

**Version allégée
du “chin-up”**



Phases “sensibles” pour le développement de différentes qualités physiques (d’après Mero, Vuorimaa et Häkinnen 1990)