



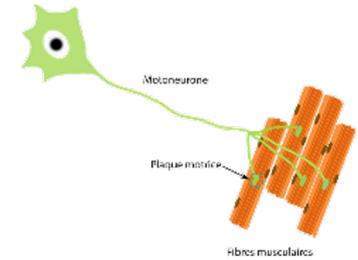
PHIT METHOD

PERFORMANCE

- Module Force -

La réponse physiologie du muscle a l'entraînement

1.Structuraux : ils concernent la composition même du muscle.



2.Nerveux : ils concernent l'utilisation des unités motrices.

3. l'étirement : l'étirement potentialise la contraction.

4. L'hormonale : l'entraînement de force, un stimulateur anabolique

La réponse physiologie du muscle a la l'entraînement

L'adaptation quantitative du muscle

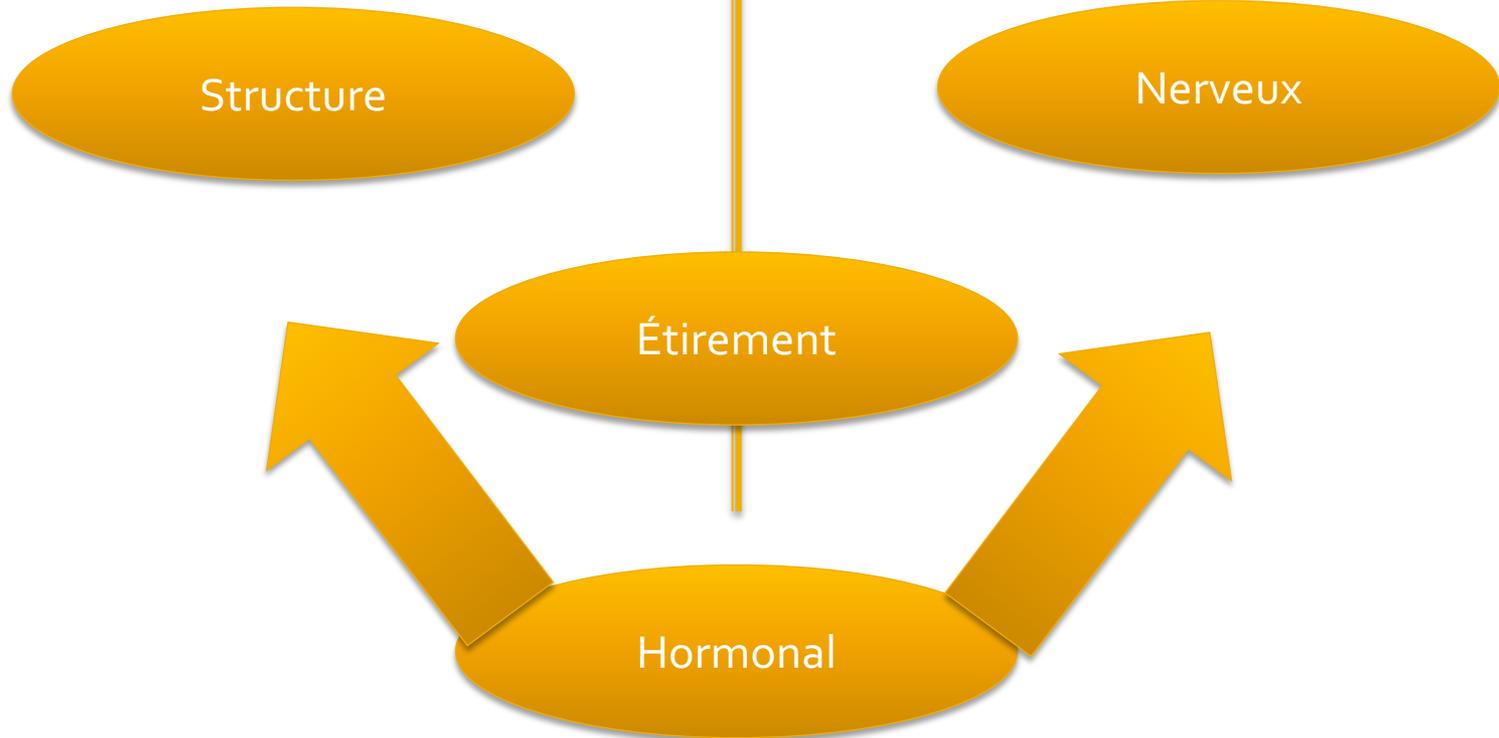
Adaptation qualitative du muscle

Structure

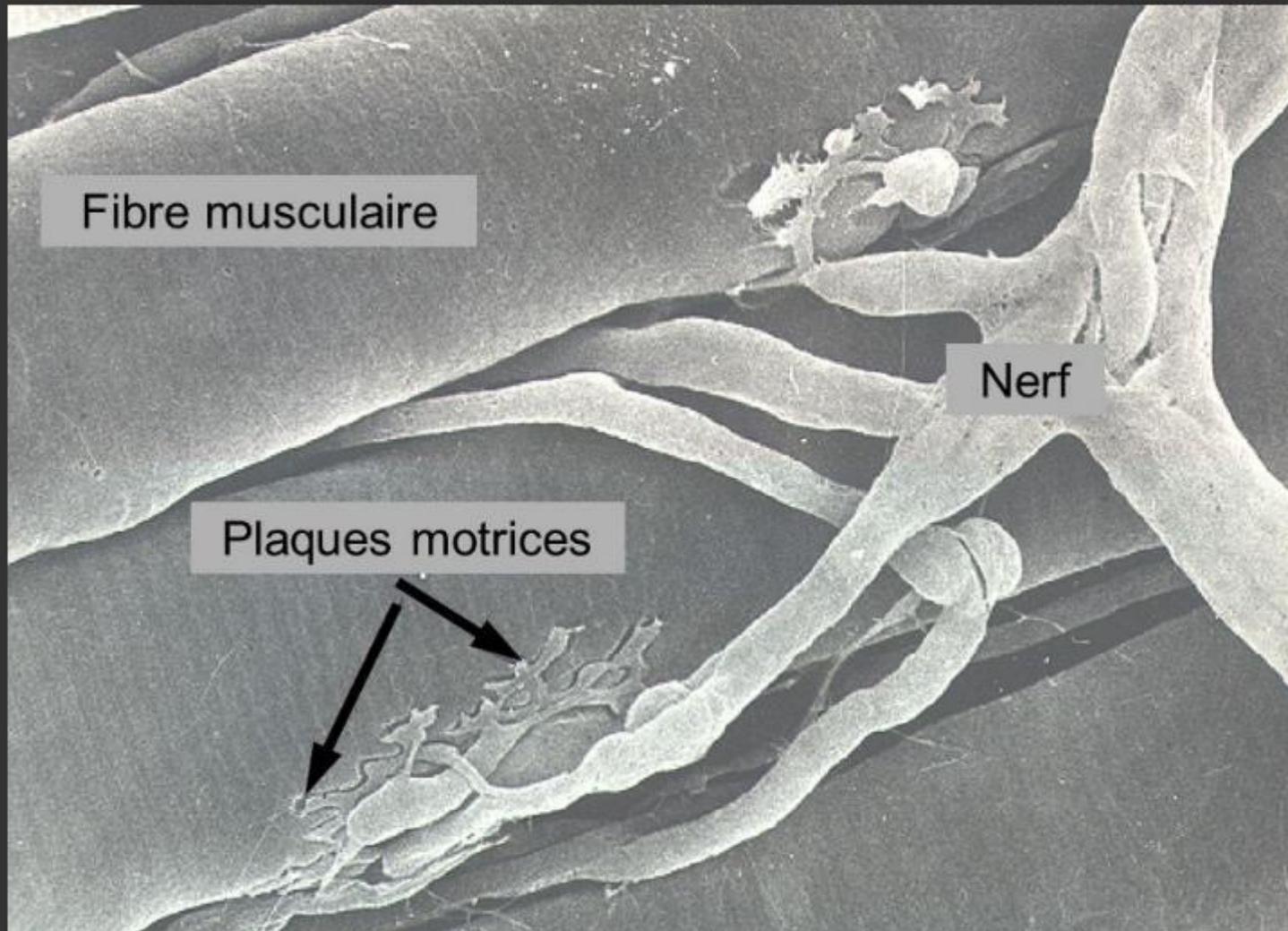
Nerveux

Étirement

Hormonal



Rappel : physiologique



Rappel : physiologique

Pour rappel, ces muscles, que l'on nomme aussi muscles striés (du fait de leur structure à l'observation microscopiques), possèdent certaines propriétés essentielles :

- **L'excitabilité** : c'est la propriété que possède un muscle à réagir à une stimulation (micro électrique et chimique).
- **La contractilité** : c'est la capacité du tissu musculaire à se contracter avec force lorsque la stimulation est appropriée, et de mettre en mouvement les structures osseuses auxquelles ses fibres sont attachées.
- **L'élasticité** : c'est la capacité du tissu musculaire à reprendre sa forme initiale lorsque s'arrête la contraction.
- **La tonicité** : c'est la capacité du muscle à être dans un état permanent de tension (tonus musculaire).
- **La plasticité** : c'est la capacité du muscle à modifier sa structure selon la sollicitation à laquelle il est soumis.

Physiologie

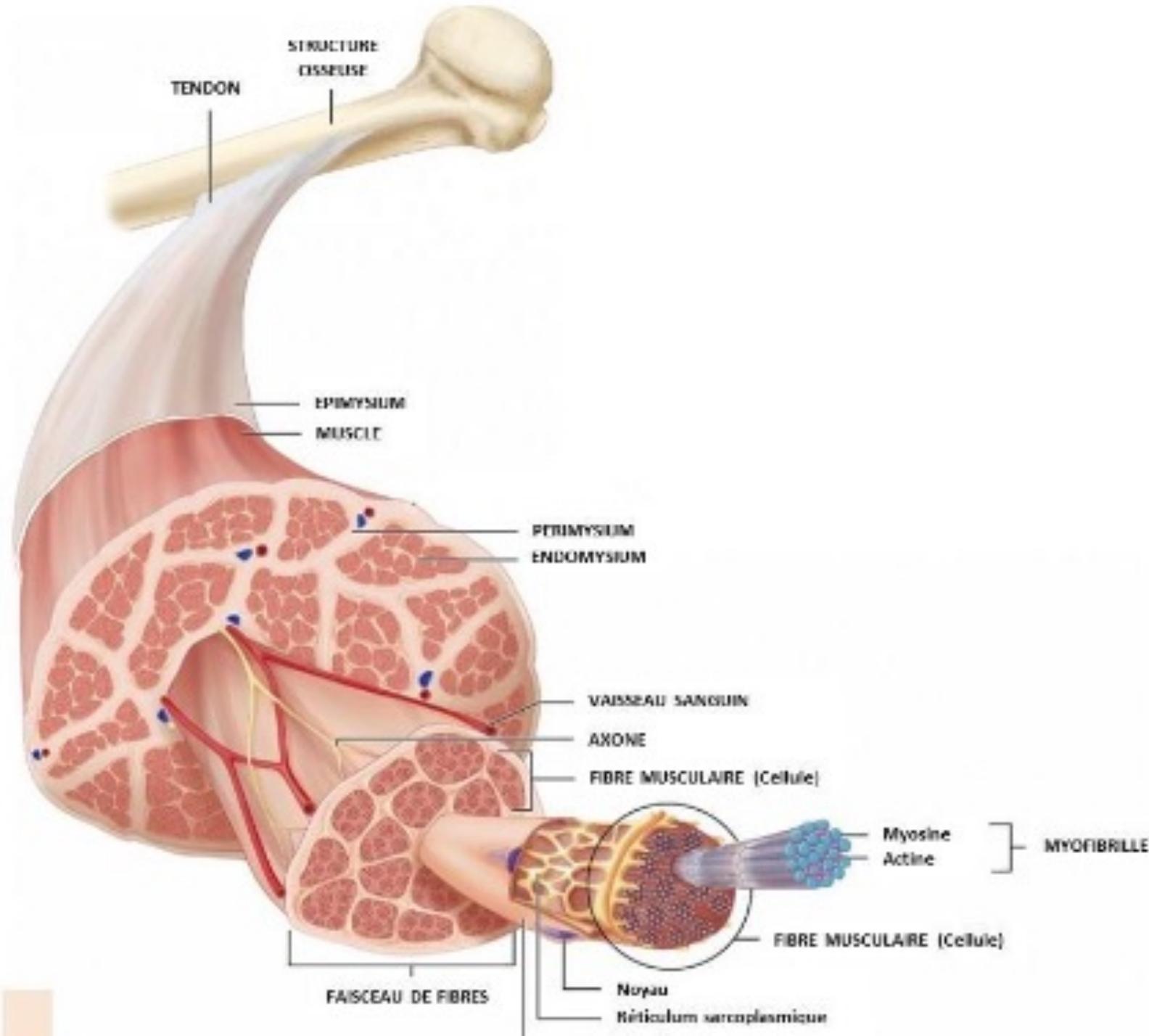
Le muscle est composé d'un agencement de structures très spécifique , pensé et organisé pour produire de la force.

Ces différentes structure réponde a l'entraînement !

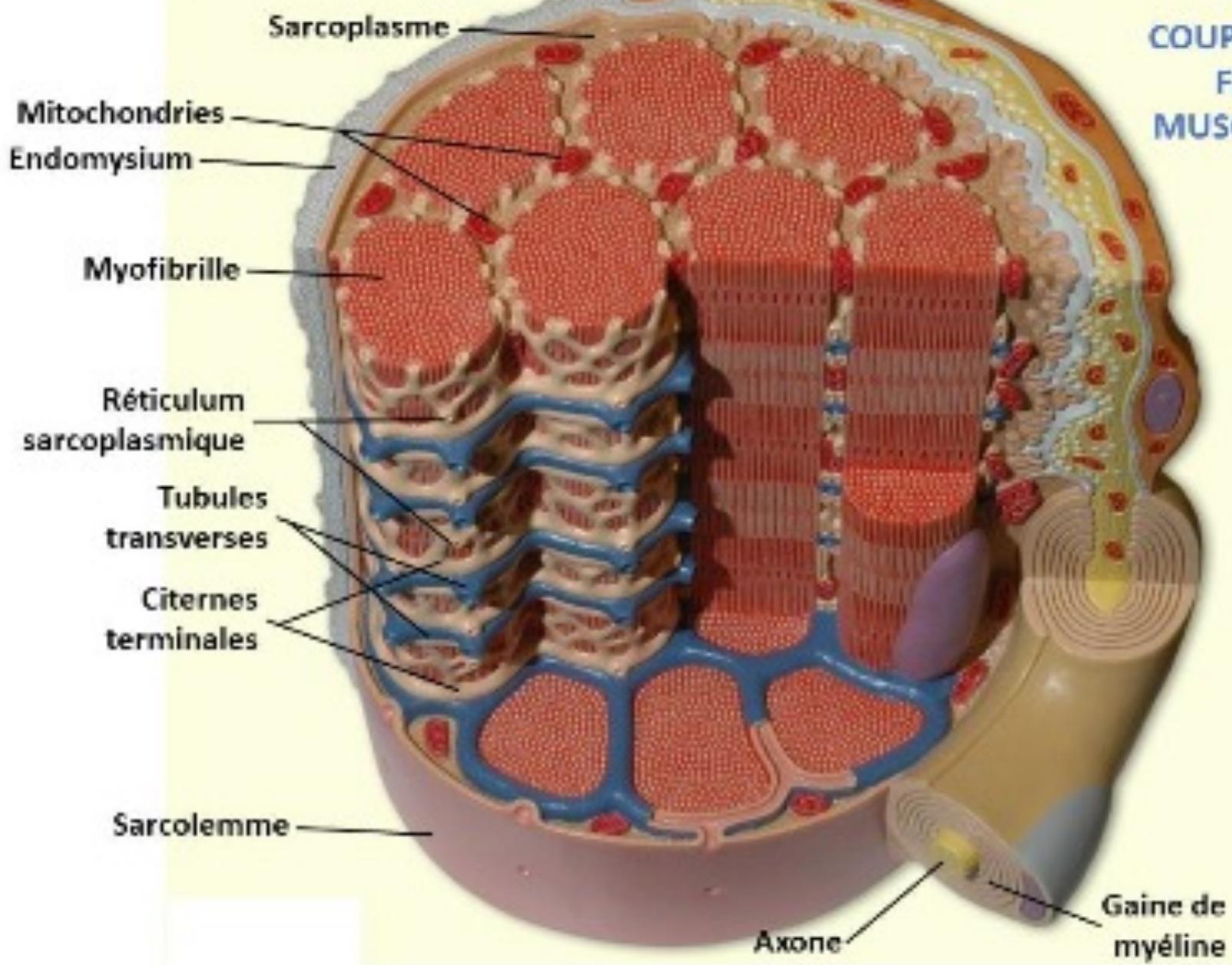
Ces structures se développent en fonction des stimulations, entrainant une augmentation de la force.

La partie développement structurel du muscle est développé de manière plus poussé dans le chapitre « hypertrophie »

Cependant , c'est un des axes incontournable du développement de la force nous allons donc voir les notions importante.



**COUPE D'UNE
FIBRE
MUSCULAIRE**



1) La réponse structural a l'entraînement

Les fibres musculaires :

Usuellement, les fibres musculaires sont classées en différentes catégories :

- Les **fibres de type I** sont dites **lentes** (et rouges₁) car elles développent leur tension maximale en 110ms environ. Ce sont ces fibres, tout effort confondu, qui sont les plus recrutées.
- Les **fibres de type II** (et blanches) sont dites **rapides**, car elles développent leur tension maximale entre 25 et 50ms. Au sein de ce groupe, nous pouvons distinguer deux catégories de fibres :

Celles de type a (fibres IIa) : Ce sont des fibres intermédiaires qui développent leur tension maximale en 50ms environ.

Celles de type x (fibres IIx ou IIb) : Ce sont les plus rapides, leur tension maximale pouvant être atteinte en 25ms.

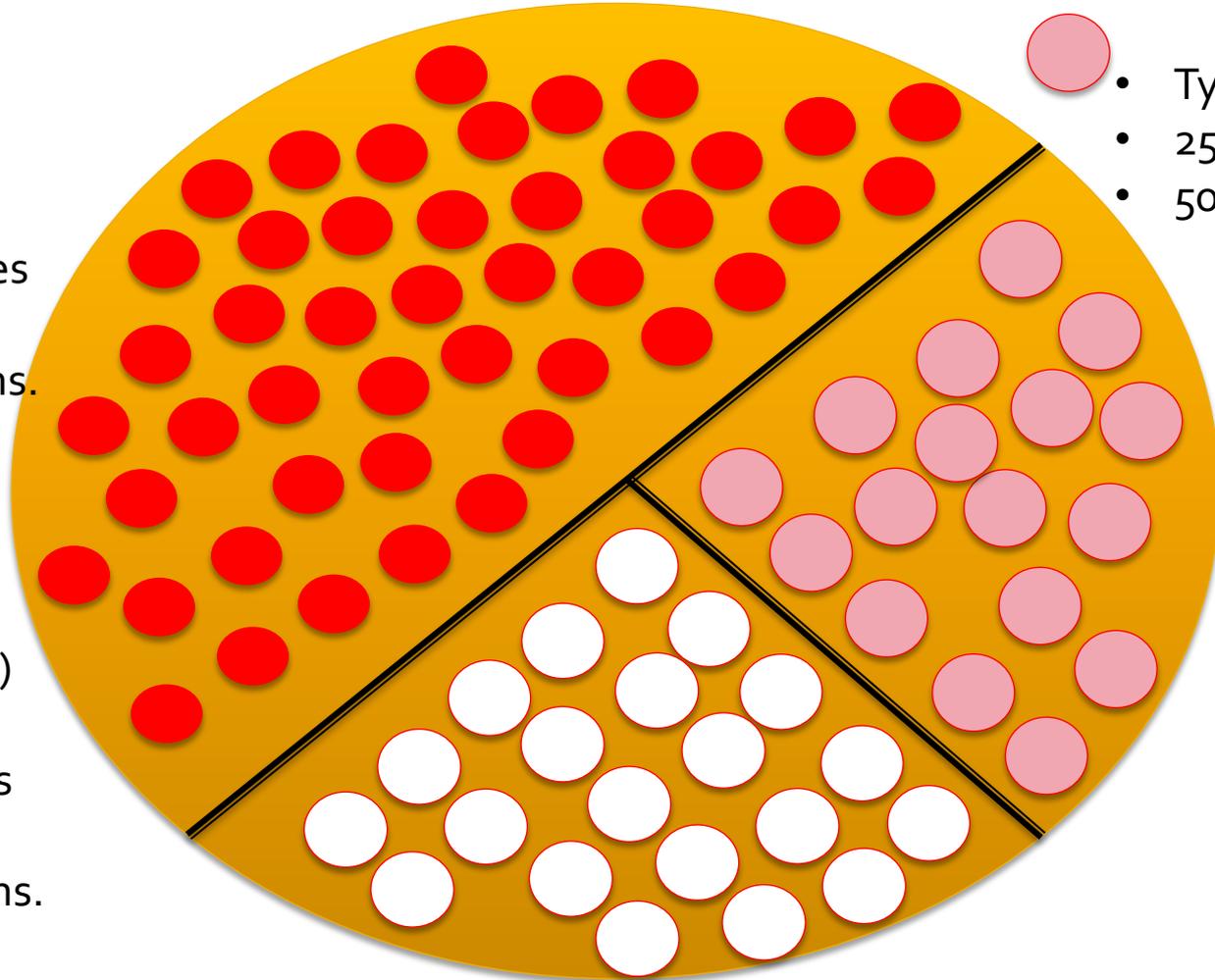
1) La réponse structural a l'entraînement

Usuellement, les fibres musculaires sont classées en différentes catégories :

- Type 1 (lente)
- 50% du muscle
- 110 millisecondes
- Recruter dans toutes les actions.

- Type II x (rapide)
- 25% du muscle
- 25 millisecondes
- Recruter dans toutes les actions.

- Type II a (rapide)
- 25% du muscle
- 50 millisecondes



1) La réponse structural a l'entraînement

Distribution des fibres. :

L'existence de plusieurs types de fibres s'explique par :

- La vitesse de contraction de la fibre musculaire. Cette différence de vitesse s'explique par l'action l'ATPase de la myosine qui est plus rapide dans la fibre de type II que dans celle de type I.
- Le développement du réticulum sarcoplasmique plus élevé dans les fibres de type II que dans celles de type I. De fait, les fibres II libère facilement le calcium lors des stimuli nerveux.
- La commande motrice du motoneurone:
 - Un motoneurone α de fibres de type I innerve un groupe de myofibrilles inférieur ou égal à 300 unité.
 - Un motoneurone α de fibres de type II innerve quant à lui au minimum 300 myofibrilles .

1) La réponse structural a l'entraînement

Notons enfin que la distribution de chaque type de fibres :

- est déterminée génétiquement
- et varie très peu de l'enfance à l'âge adulte.
- Chaque individu possède donc un potentiel musculaire qui lui est propre.

(ce qui explique les différences interindividuelles pour un même muscle en termes de production de force, et bien sûr d'hypertrophie).

On retrouve ce même déterminisme génétique en ce qui concerne le nombre de fibres au sein d'un même muscle.

Exemple de terrain :

lors de travaux de comptage effectués sur le vaste externe du quadriceps chez de jeunes adultes de 30 ans, les résultats variaient du simple au double (275 000 à 526 000) selon les individus.

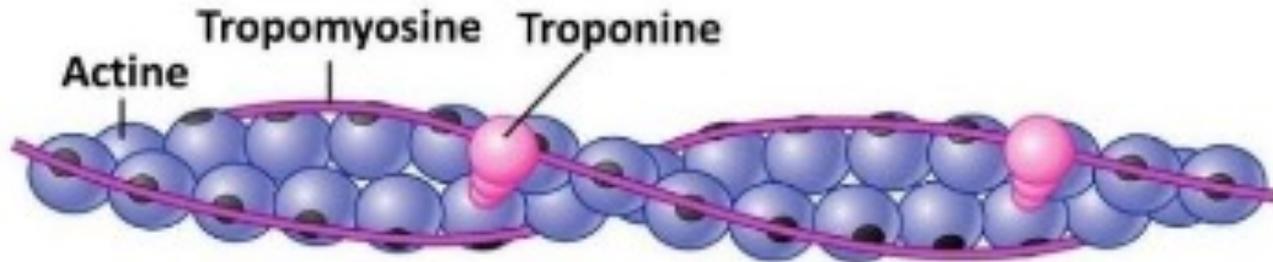
Phy

Tableau récapitulatif

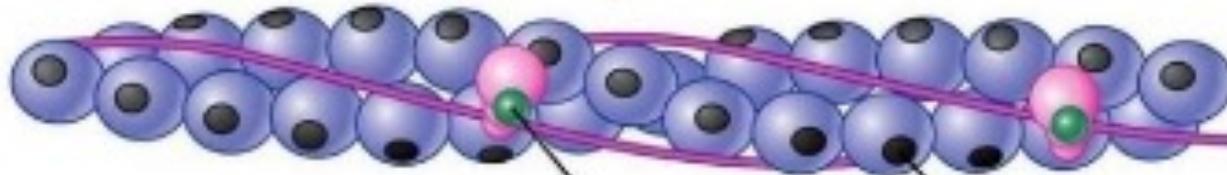
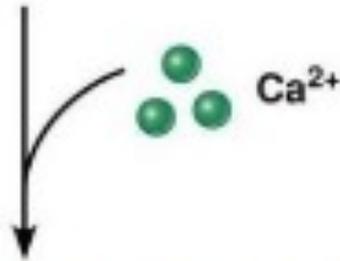
	FIBRE I	FIBRE IIa	FIBRE IIb
DIAMÈTRE	Faible	Important	Important
PROPORTION DE MITOCHONDRIES	Forte	Moyenne	Faible
PROPORTION DE MYOGLOBINE	Élevée	Moyenne	Faible
CAPILLARISATION	Élevée	Moyenne	Faible
DÉVELOPPEMENT DU RÉTICULUM SARCOPLASMIQUE	Faible	Élevé	Élevé
PROPORTION DE MYOFIBRILLES	Faible	Moyenne	Élevée
VITESSE DE CONTRACTION	≈110ms	≈50ms	≈25ms
MÉTABOLISME	Oxydatif	Mixte	Glycolytique
ACTION ATPasique	Lente	Moyenne	Rapide
FATIGABILITÉ (SOLLICITATION MAXIMALE)	Faible	Moyenne	Élevée

1) La réponse structural a l'entraînement

li
A
L
C
l
a



1. Au repos



2. Lors de la contraction

Fixation du Ca^{+2} sur la troponine

Libération des sites actifs de l'actine. La liaison avec la myosine est désormais possible

1) La réponse structural a l'entraînement

La régulation de la contraction musculaire repose donc essentiellement sur la distribution du calcium intracellulaire.

Au repos, la concentration de calcium est plus élevée dans les fibres lentes que dans les fibres rapide

Avec le passage du potentiel d'action, cette proportion s'inverse : 3 fois plus de Ca^{2+} dans les fibres de type II que dans les fibres I.

La sensibilité au calcium est donc plus élevée au sein des fibres rapides. Au niveau myofibrillaire, après libération, la concentration de calcium est multipliée par 100.

1) La réponse structural a l'entraînement

Lorsque cesse la stimulation nerveuse, les ions Ca^{2+} sont repompés dans les citernes terminales du réticulum sarcoplasmique.

Il est important de souligner que la concentration en calcium intracellulaire ne dure que quelques millisecondes.

Ce « retour » du calcium dans son site originel s'explique par l'action convergente de trois phénomènes :

- La fermeture rapide des canaux calciques,
- La liaison du calcium sur différentes protéines, dont la parvalbumine (surtout dans les fibres de type II), qui fixe le calcium et permet son retour dans le réticulum sarcoplasmique,
- Le pompage vers le réticulum sarcoplasmique par les ATPases, enzymes calcium-dépendantes.

1) La réponse structural a l'entraînement

Rôle du magnésium :

Le maintien d'un taux constant d'ions magnésium (Mg^{2+}) dans la cellule musculaire (environ 9 mmol) permet de réguler les entrées et sorties du Ca^{2+} .

Les ions Mg^{2+} limitent la contractibilité des fibres musculaires et jouent un rôle fondamental dans le relâchement musculaire (rôle freinateur).

Pour ce faire, le magnésium dispose de différents biais :

- Les ions Mg^{2+} se lient de manière compétitive (par rapport au Ca^{2+}) sur les protéines (parvalbumine, troponine, myosine notamment) ayant une affinité pour le Ca^{2+}
- Ils peuvent inhiber la sortie du calcium du réticulum sarcoplasmique.

1) La réponse structural a l'entraînement

C'est la défaillance de ce rôle freinateur de l'action du Ca^{2+} qui explique par exemple le phénomène des crampes :

une concentration déficitaire en Mg^{2+} permet au Ca^{2+} de rester concentré dans la myofibrille qui, de fait, reste donc contractée.

En revanche, une concentration homéostasique en Mg^{2+} a un rôle facilitateur lors de la contraction.

En effet, l'actine a la propriété d'activer de 100 à 200 fois la vitesse à laquelle la myosine hydrolyse l'ATP en présence de magnésium.

1) La réponse structural a l'entraînement

Les effets de l'entraînement sur les fibres musculaire :

De nombreux travaux de recherche se sont penchés sur les effets de l'exercice sur la distribution en fibres musculaires.

Ce que l'on peut aujourd'hui affirmer tient en deux points :

- L'entraînement spécifique peut amener une variation de la distribution des fibres.

Un entraînement régulier de type « aérobic » ou « force » peut stimuler ou inhiber l'activité de certains motoneurones.

Ce qui provoque une évolution des fibres musculaires en fonctions de la spécificité de la pratique.

Ce phénomène touche au total un volume inférieur ou égal à 10% de la proportion global de fibre.

1) La réponse structural a l'entraînement

Deuxième points :

- chez des sportifs **extrêmes** dans leur spécialisation

coureurs de très longues distances : le pourcentage de fibres de type I dans certains muscles des membres inférieurs pouvait atteindre jusqu'à 80% du total

Les sportifs **spécialisés dans les efforts explosifs** : présente globalement la même proportion de fibres de type I et de type II, quelle que soit leur activité.

1) La réponse structural a l'entraînement

En bref :

L'entraînement et le muscle

Sélection de la fibre
en fonction de l'effort



Mémorisation et
optimisation de la
sélection



Accroissement de la taille des fibres sélectionner, et
augmentation du nombres de fibres

2) La réponse nerveuse a l'entraînement

Les facteurs nerveux du développements de la force:

N'importe quel exercice régulier induit de nombreuses adaptations du système neuromusculaire.

Les composantes nerveuse de l'augmentation de force:

Synchronisation et recrutement des unités motrices (UM)

Le principe de taille

Sommation spatial

Amélioration du recrutement des UM par sommation temporelle

Amélioration de la conduction nerveuse

Inhibition autogène

2) La réponse nerveuse a l'entraînement



Synchronisation et recrutement d'unités motrices supplémentaires :

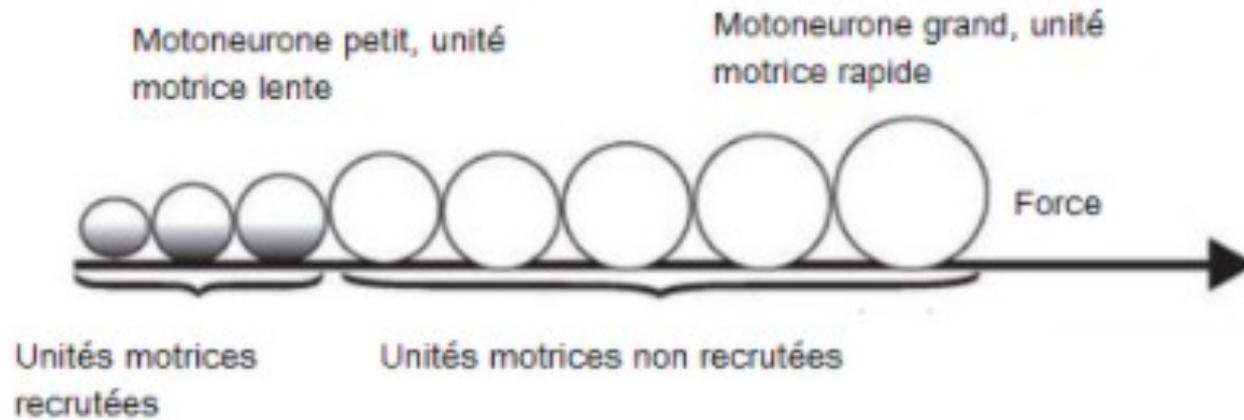
Les unités motrices sont normalement recrutées de manière asynchrone.

L'entraînement en musculation augmente la synchronisation des unités motrices.

La synchronisation permet d'améliorer le niveau de force développée et la capacité d'exercer des forces constantes.

C'est l'automatisation du geste , donc l'apprentissage du mouvement, qui permet d'améliorer le recrutement synchroniser des fibres.

2) La réponse à l'entraînement



Le principe de taille

Le recrutement des unités motrices (UM) se fait suivant un principe déterminé par Henneman (1957) qui stipule que le recrutement des motoneurones est fonction à la fois de leur diamètre et de leur excitabilité.

En d'autres termes, ce sont ceux qui sont le plus facilement excitable qui seront sollicités les premiers.

Suivant ce principe, les unités motrices qui répondent à ce critère sont celle de type I qui possèdent un petit diamètre et développent des forces très faibles.

Viennent ensuite les UM de type II a dont la force est plus importante et dont le diamètre est plus élevé.

Enfin, les UM IIx sont recrutées pour les tensions les plus élevées car, du fait de leur diamètre plus important, peuvent développer une force plus élevée.

2) La réponse nerveuse a l'entraînement

La sommation spatiale :

Derrière ce principe étroitement lié au précédent, se trouve un concept simple :

Suivant ce principe, il y a un passage obligé par les fibres lentes pour toute contraction :

Une charge légère entraîne un recrutement des fibres lentes (I).

Une charge moyenne entraîne le recrutement des fibres lentes et de II a.

Une charge lourde entraîne le recrutement des fibres lentes, des II a et des IIx.



2) La réponse nerveuse a l'entraînement

Augmentation du recrutement des unités motrices par sommation temporelle (rate coding) :

L'augmentation de la fréquence des stimulations nerveuses (sommation temporelle ou rate coding) peut aussi augmenter la fréquence de stimulation des unités motrices (wilmore et Costill)

Dans les faits, une fibre musculaire qui reçoit une impulsion nerveuse répond par une contraction.

Si une seconde impulsion arrive dans un laps de temps relativement court (avant le relâchement de la tension initiale), la fibre répond avec une contraction d'une intensité supérieure.

2) La réponse nerveuse a l'entraînement

La sommation temporelle :

Lorsque la fréquence des impulsions nerveuses est importante, il y a tétanos physiologique, à savoir un état de contraction soutenue du muscle (phénomène normal du fonctionnement des muscles).

L'entraînement en force permet aux athlètes d'augmenter la fréquence des impulsions afin de s'approcher du plateau de force maximale (force/vitesse, force maximale, vitesse, isométrie...)

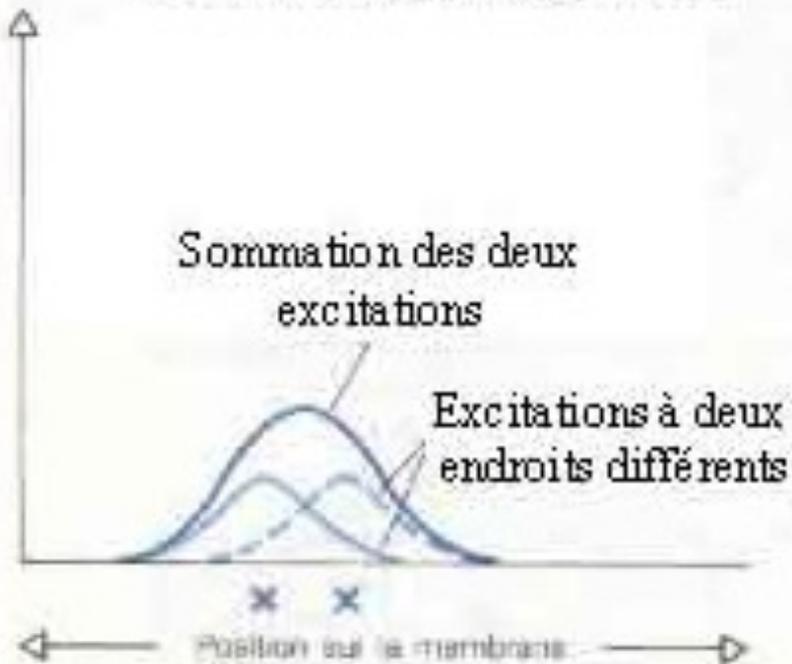
L'entraînement aux mouvements balistiques tend à développer cette sommation temporelle.

Le travail isométrique permet d'obtenir un tétanos parfait

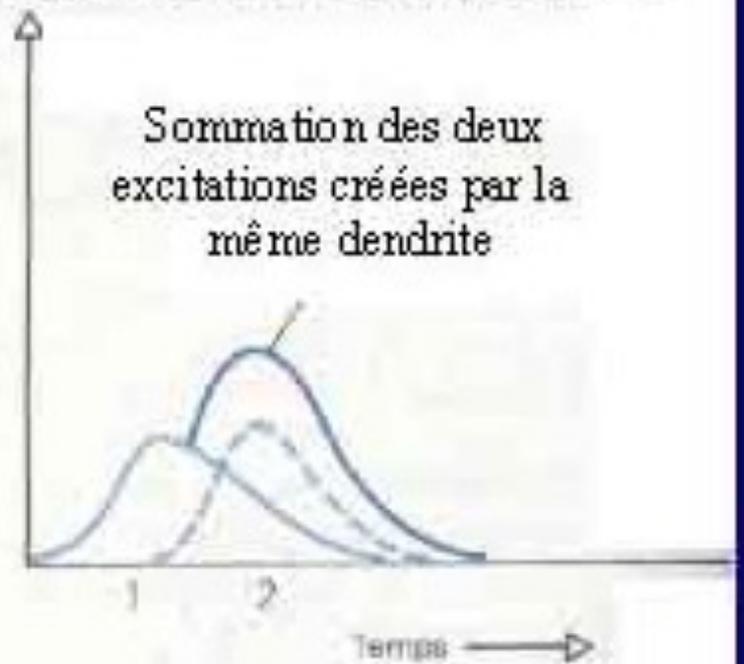
2) La réponse nerveuse a l'entraînement

La sommation temporelle :

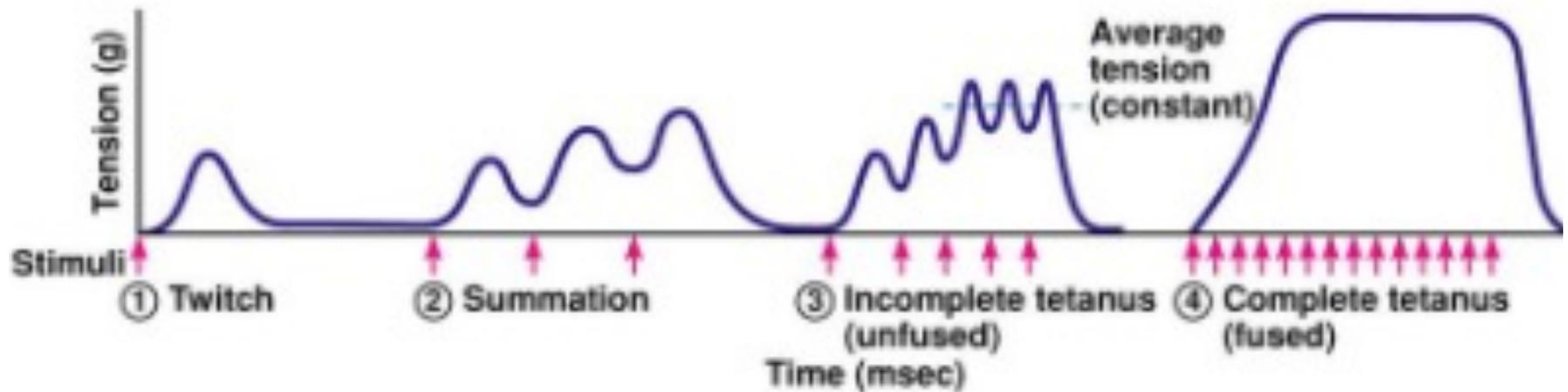
Sommation spatiale



Sommation temporelle

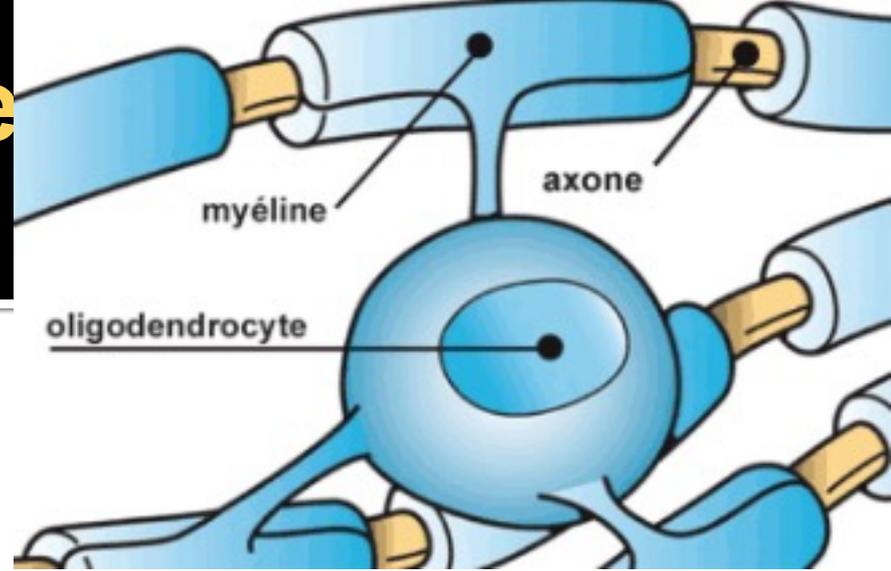


La sommation temporelle le téтанos



La tension développée lors du téтанos parfait est deux à six fois plus élevée que celle de la secousse, et correspond à la force maximale isométrique du muscle lorsque toutes les fibres musculaires sont excitées.

2) La réponse nerveuse à l'entraînement



Amélioration de la conduction nerveuse :

Des études prouvent que les muscles entraînés génèrent une activité électrique plus basse pour un même niveau de force qu'un muscle non entraîné.

Il y a donc une meilleure efficacité dans le mode de recrutement des UM (puis que pour un même mouvement en force, la conduction est plus basse). De fait, la stimulation nerveuse maximale serait plus grande.

2) La réponse nerveuse a l'entraînement

L'inhibition autogène :

Les mécanismes inhibiteurs du système neuromusculaire sont les organes tendineux de Golgi.

Pour rappel, les mécanismes inhibiteurs de la contraction (les réflexes myotatiques) peuvent être un frein à la production de force.

Il existe donc un contrôle, nommé « inhibition autogène », qui permet de dépasser ces freins (dégâts structuraux importants observés lors de cas de force surhumaine, preuve que ces mécanismes inhibiteurs ont été dépassés).

L'entraînement en musculation peut progressivement diminuer ou neutraliser ces inhibitions, permettant alors au muscle de produire des forces supérieures sans qu'entre en jeu l'amélioration structurelle du muscle.

2) La réponse nerveuse a l'entraînement

La coordination intermusculaire :

la force développée par l'agoniste est plus efficace si l'antagoniste est moins actif

C'est la répétition du geste qui permet grâce à l'automatisation de celui -ci d'améliorer le phénomène d'innervation réciproque

2) La réponse nerveuse a l'entraînement

En bref :

L'entraînement et le neuro-musculaire

Plus de fréquence

Sommation temporelle et téтанos

Envoie de message

Meilleure conduction
nerveuse, et économie d'énergie

Meilleur recrutement

des fibres et unités motrices
Synchronisation et sommation spatiale

3) La réponse a l'étirement dans le développement de la force

L'étirement potentialise la contraction:

Le principe d'élasticité :

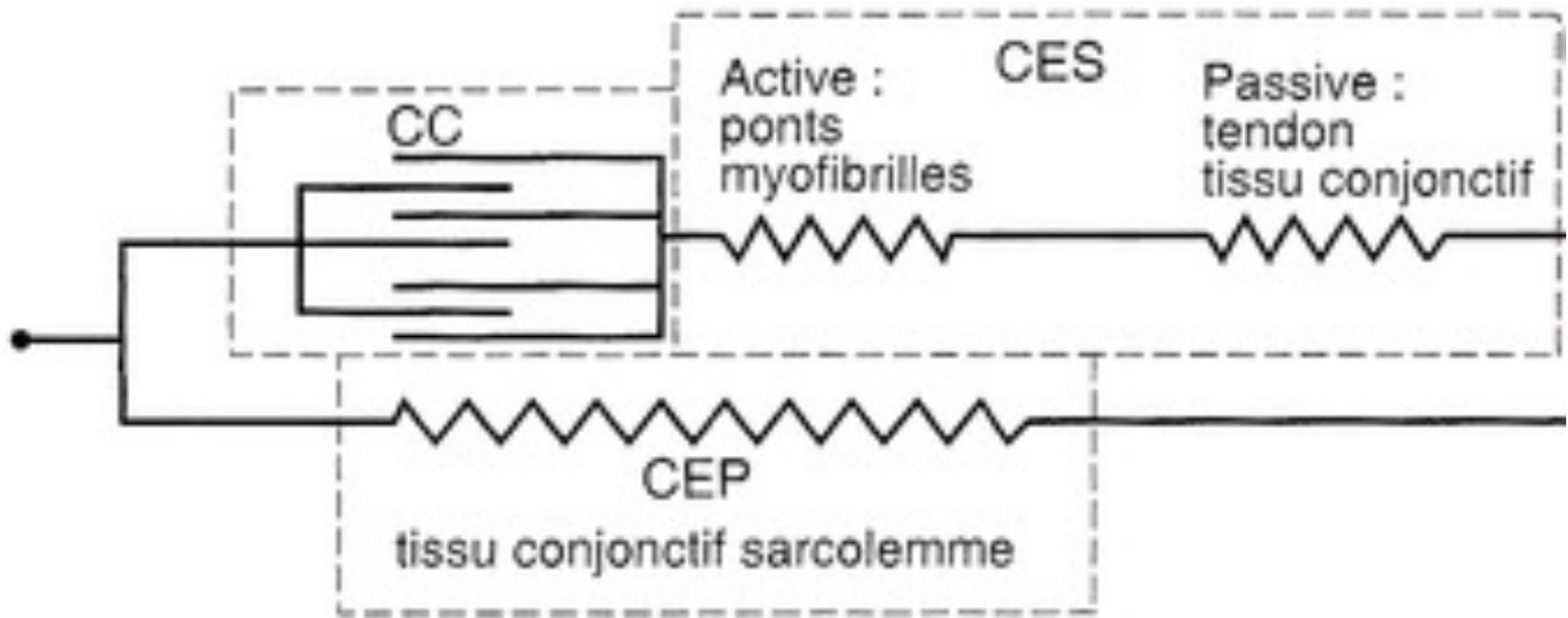
Un muscle s'étire jusqu'à 120% et se raccourcit de 50%. Plus la distance de contraction est grande plus il développe de force.

Plus on joue sur l'élasticité du tendon, plus on renforce le périmysium (enveloppe muscle) mais aussi des myofibrilles sur leur longueur engendrant l'accroissement de la longueur des sarcomères en série. C'est ce que l'on appelle les composantes élastiques en séries (tendon composante passive, muscle composante active). (les composantes en parallèle sont composées du périmysium et du muscle).

3) La réponse a l'étirement dans le développement de la force

L'étirement potentialise la contraction:

Le modèle de Hill :



CC: composante contractile

CEP: composante élastique parallèle.

CES composante élastique série

3) La réponse a l'étirement dans le développement de la force

L'étirement potentialise la contraction:

Le modèle de Hill :

La transmission d'une tension par le CES ne peut se faire que lorsque « l' élastique » a été suffisamment étiré.

Il faut que la tension soit au moins égale ou supérieur a la charge représenté par l'objet.

Lors du téтанos parfait, les stimulations deviennent suffisante pour étirer complètement les éléments élastiques et transmettre intégralement la force.

CC: composante contractile

CEP: composante élastique parallèle.

CES composante élastique série

3) La réponse a l'étirement dans le développement de la force

L'étirement potentialise la contraction:

Le reflex myotatique :

On fait appel à un des moyens de protection des muscles. Un muscle subitement étire se contracte, avec inhibition de l'antagoniste. L'ensemble des travaux effectués montrent qu'il est important, tout comme pour l'isométrie, de faire varier les angles de réceptions ou d'impacts (BOSCO) afin d'augmenter l'efficacité des entraînements sur différents angles, et permettre aussi une meilleure adaptation. L'entraînement est donc basé sur un principe action réaction : la pliométrie.

3) La réponse a l'étirement dans le développement de la force

L'étirement du muscle permet d'emmagasiner de l'énergie:

Lors de la phase excentrique du muscle, une quantité d'énergie est stocké par celui-ci au niveau des CES et différents tissu conjonctif.

Il y a un phénomène de restitution de cette énergie lors de l'enchaînement de la phase excentrique et concentrique.

On ne parle pas de la pliometrie et de l'utilisation du reflexe myotatique !la pliometrie est un phénomène physiologique qui s'ajoute au principe de stockage –restitution.

3) La réponse a l'étirement dans le développement de la force

En bref :

L'étirement et la production de force

Etirement du muscle

Potentiale la transmission de la force a l'instant T

Augmentation des lésions et donc de la régénération « positive »

Augmentation de la capacité d'étirement , renforcement des structures permettant le stockage-restitution, renforcement des structure permettant l'inhibition autogène.

4) La réponse hormonal a l'entraînement de force

HORMONES ET REGULATION DU METABOLISME ENERGETIQUE DURANT L'ACTIVITE PHYSIQUE :

- L'exercice perturbateur de l'homéostasie.
- Provoque la sécrétion par différentes glandes endocrines de diverses hormones.
- Elles ont toutes des rôles divers (facilite la pénétration du glucose dans les cellules, en passant par la stimulation de la synthèse protéique.)
- Elles agissent ensemble, renforçant mutuellement leurs actions.

4) La réponse hormonal a l'entraînement de force

L'entraînement de force améliore la réponse de l'organisme a l'anabolisme hormonal.

L'entraînement a haute intensité (70 à 90 %) stimule l'organisme en augmentant soit la sécrétion d'hormone soit l'impact de ces hormones.

- GH (hormone de croissance > stimule la croissance et reproduction cellulaire)
- Testostérone (stéroïde anabolisant originel)
- Progestérone (implique les cycles menstruels, mais surtout se transforme en testostérone grâce aux cellules de la thèque qui entourent les ovaires > sécrétions des œstrogènes)
- Catécholamines (adrénaline , noradrénaline, dopamine.)
- Hormone thyroïdienne : Influe sur l'influx nerveuse.

4) La réponse hormonal a l'entraînement de force

L'hormone de croissance (GH):

Elle stimule la croissance des tissus musculaires (hypertrophie), en facilitant le transport des acides aminés au sein de la cellule. Elle favorise aussi la lipolyse (en augmentant la quantité d'acides gras libres dans le plasma, qui sont utilisés à des fins énergétique).

Cette hormone connaît des pics de production, notamment :

- La nuit, après l'endormissement (à condition que le sommeil soit profond).

Voilà une des raisons pour lesquelles le sommeil est une des piliers de l'hypertrophie musculaire...

- Lors de certains stimuli : le stress, l'exercices physique (notamment aérobie mais pas seulement. Certaines études tendraient a[?] prouver que le travail en séries longues (10 répétitions à 70% du 1RM favoriserait la production de GH (Kraemer et ali.- 1987)).

4) La réponse hormonal a l'entraînement de force

Les catécholamines :

Il s'agit de la Dopamine – Adrénaline- Noradrénaline.

Ces hormones permettent de faire face à une action immédiate, soudaine et/ou stressante. L'exercice est un des responsables majeurs de leur sécrétion. Elles ont un effet combiné :

- Augmentation du niveau métabolique,
- Au niveau cardiaque : augmentation de l'activité et de la force de contraction,
- Augmentation de la pression artérielle,
- Vasodilatation musculaire et vasoconstriction des vaisseaux sous-cutanés et viscéraux
- (relâchement du tractus digestif et donc orientation donc du sang vers les muscles actifs),
- Augmentation de la glycolyse (foie et muscle),
- Augmentation de la libération du glucose et des acides gras dans le sang,
- Stimulation du rythme respiratoire (dilatation des bronches),
- Mydriase (dilatation des pupilles).

4) La réponse hormonal a l'entraînement de force

La sécrétion des catécholamines est stimulé par :

La sécrétion de noradrénaline augmente dès que l'exercice atteint 50% de la VO₂max (60 à 70% pour l'adrénaline). Le taux de noradrénaline sanguin peut alors être multiplié par 10, celui de l'adrénaline multiplié par 4. Ces augmentations vont participer à l'adaptation cardiaque et circulatoire pour assurer de meilleurs échanges gazeux. La noradrénaline est le précurseur métabolique de l'adrénaline.

Le taux de catécholamines sanguin augmente beaucoup plus quand la pression partielle en O₂ du sang baisse, quand la température corporelle baisse, ou en cas de réaction émotionnelle.

D'une manière générale, les sujets entraînés ont une sécrétion de catécholamines moindre, notamment par effet d'acoutumence.

4) La réponse hormonal a l'entraînement de force

	HOMME	FEMME
1 à 10 ans	Inférieur à 0,7 nmol/L	Inférieur à 0,5 nmol/L
10 à 20 ans	1,7 à 17,5 nmol/L	0,5 et 3,1 nmol/L
20 à 45 ans	10 à 30 nmol/L	0,5 et 3,1 nmol/L
40 à 60 ans	7 à 28 nmol/L	0,5 et 2,8 nmol/L
60 à 75 ans	3,5 à 17,5 nmol/L	0,3 et 1,70 nmol/L
Après 75 ans	0,4 à 9 nmol/L	

Taux normaux de testostérone en fonction de l'âge et du sexe

4) La réponse hormonal a l'entraînement de force

La testostérone :

- Elle a un rôle anabolisant, et stimule la synthèse protéique au sein de la cellule musculaire.
- Elle stimule aussi production et renouvellement régulé de cellules sanguines, et production de globules rouges, en stimulant la production d'érythropoïétine. (cours endurance)
- Elle stimule la lipolyse des cellules sous-cutanées,
- Elle réduit la réponse hormonale au stress,
- Elle a une action sur la force motrice en en stimulant les motoneurones α (des récepteurs androgènes sont localisés dessus).

4) La réponse hormonal a l'entraînement de force

- La stimulation de testostérone peut être optimiser par :
 - L'entraînement régulier et raisonné.
(Le début de l'exercice s'accompagne d'une élévation de la concentration plasmatique de testostérone, qui diminue jusqu'à atteindre un niveau sous basal lorsque l'effort se prolonge (l'hypotestostéronémie est par ailleurs un des marqueurs du surentraînement...).
 - Une récupération optimale (sommeil)
 - Une alimentation adaptée (apports lipidiques qualitatifs pour une hormone dont la structure est proche du cholestérol).
- Cette hormone n'est pas directement active lors de l'activité physique! au sens où sa sécrétion n'est ni régulatrice ni inhibitrice d'une fonction métabolique lors de l'effort.

En revanche l'effort physique de force est un déclencheur de la production de testotérone

effort compris entre 30min et 2h max.

effort d'intensité modéré à intense.

4) La réponse hormonal a l'entraînement de force

- Hormone thyroïdienne :

La triiodothyronine T₃ et la thyroxine T₄

Ce sont des hormones sécrétées par la thyroïde.

Elle augmentent le niveau du métabolisme de base (jusqu'à 100% lors de l'exercice).

Elles stimulent aussi la synthèse protéique, augmentent le nombre et la taille des mitochondries cellulaires.

Favorisent la glycolyse et la néoglucogenèse, et stimulent la lipolyse.

Elles ont aussi un rôle dans la régulation de la température corporelle et du rythme cardiaque.

L'hormone thyroïdienne (T₃) inhibe la régénération axonale.

3) La réponse a l'étirement dans le développement de la force

En bref :

L'entrainement d'intensité et la stimulation hormonale

Pendant effort

Post t effort

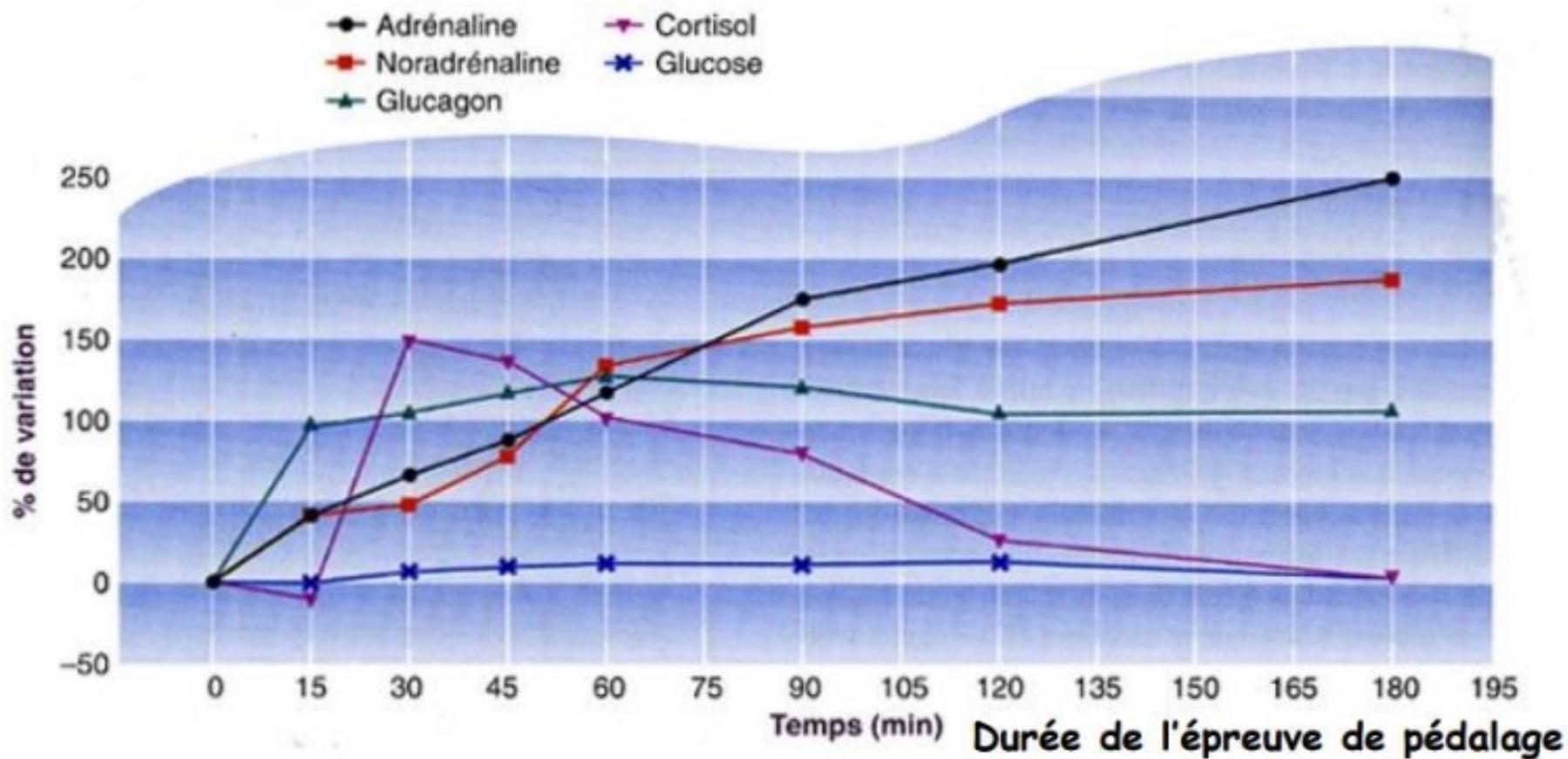
Diminution de l'insuline

Augmentation des hormones
antagonistes de l'insuline

Hormones catabolisante

Augmentation des hormones
régénératrice

Hormones anabolisante



VARIATION DE LA SECRETION HORMONALE LORS D'UN EXERCICE LONG D'INTENSITE MODEREE

Source : Kenney, Wilmore, Costill