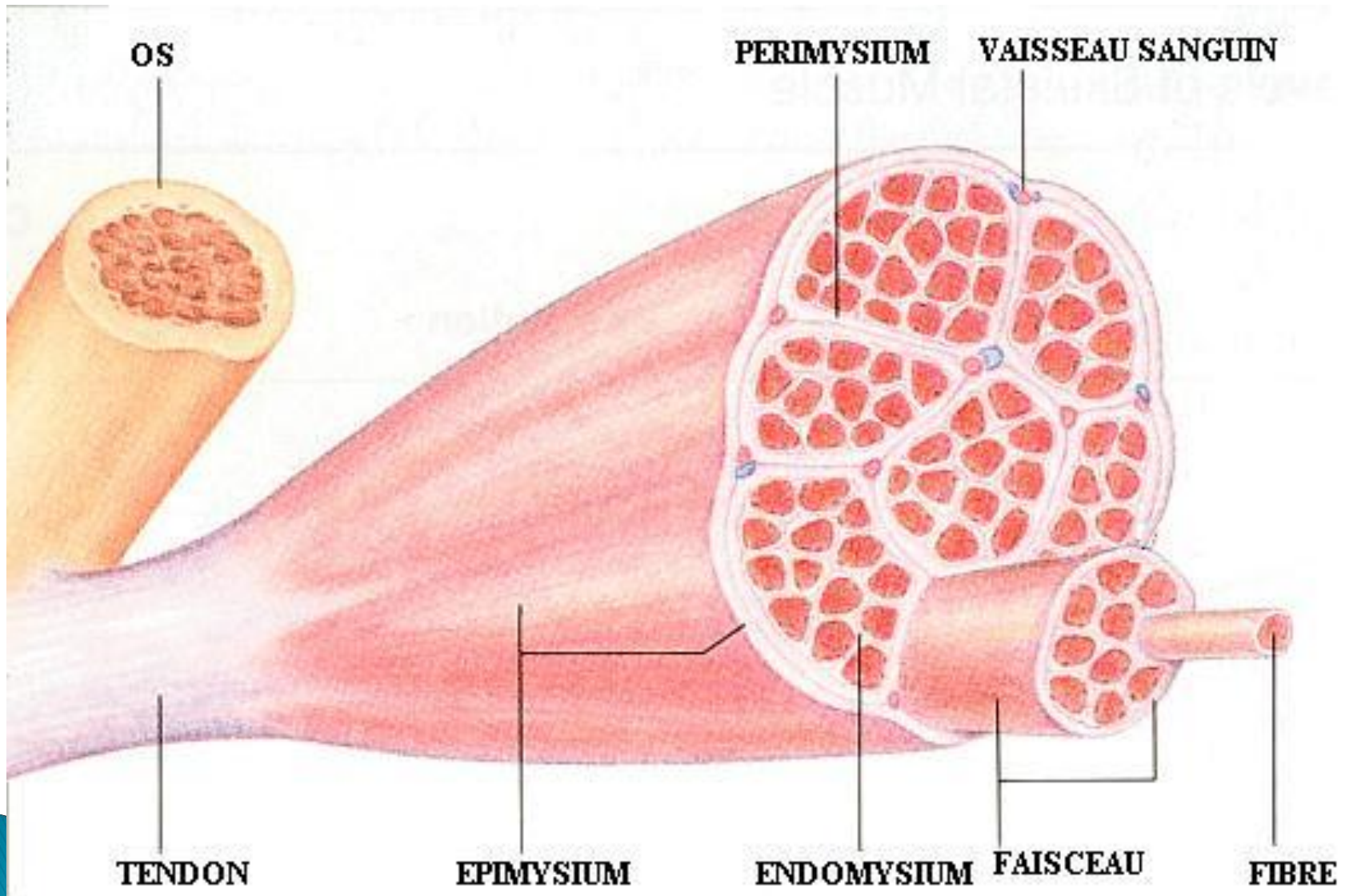


# MÉCANISMES ET MÉTHODES D'HYPERTROPHIE.

Le jeune Aurélien CESA 2012

# RAPPEL ANATOMIE



# RAPPEL ANATOMIE

**EPIMYSIUM**

MUSCLE



**PERIMYSIUM**

FAISCEAU MUSCULAIRE



**ENDOMYSIUM**

FIBRE MUSCULAIRE

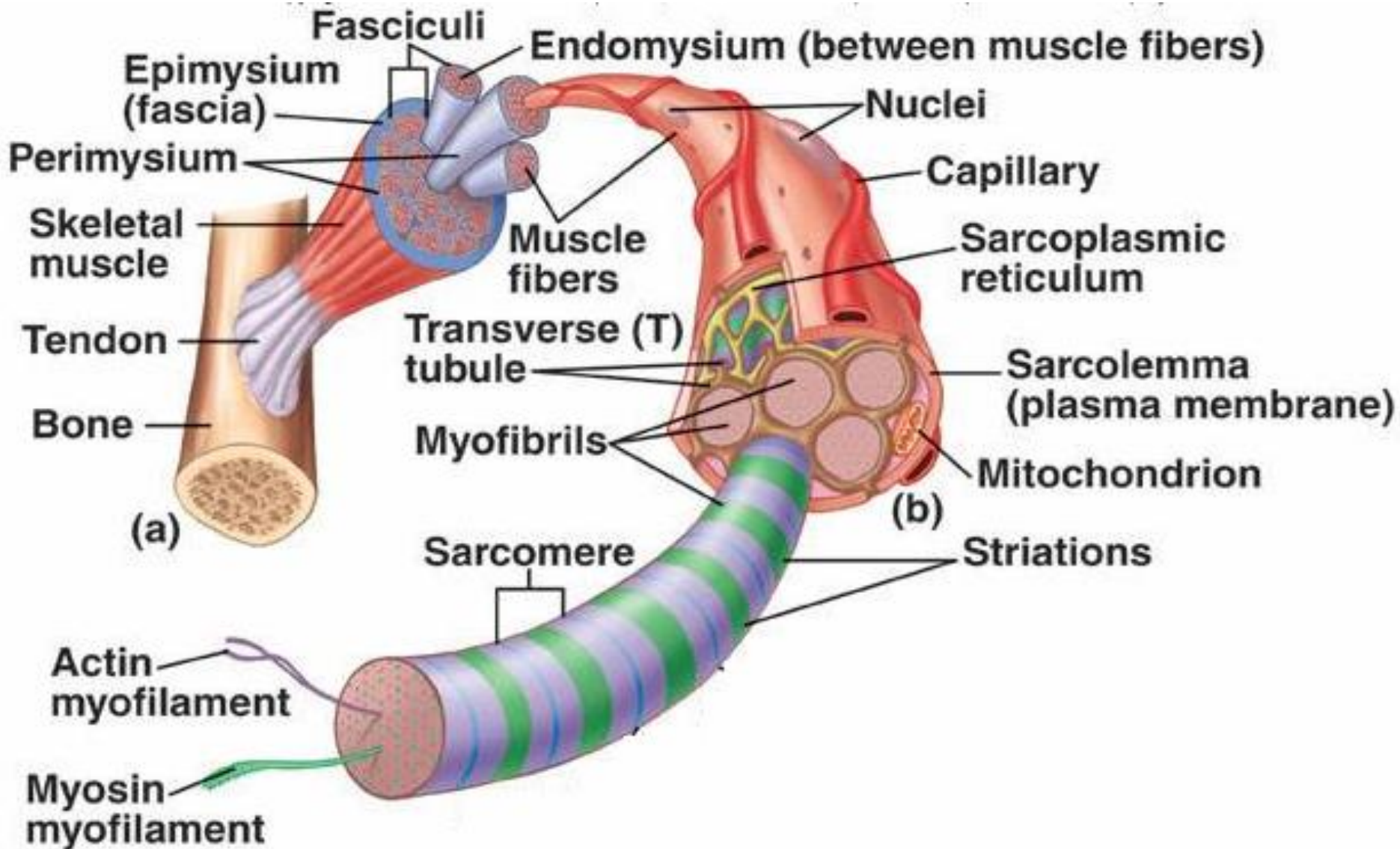
# RAPPEL ANATOMIE

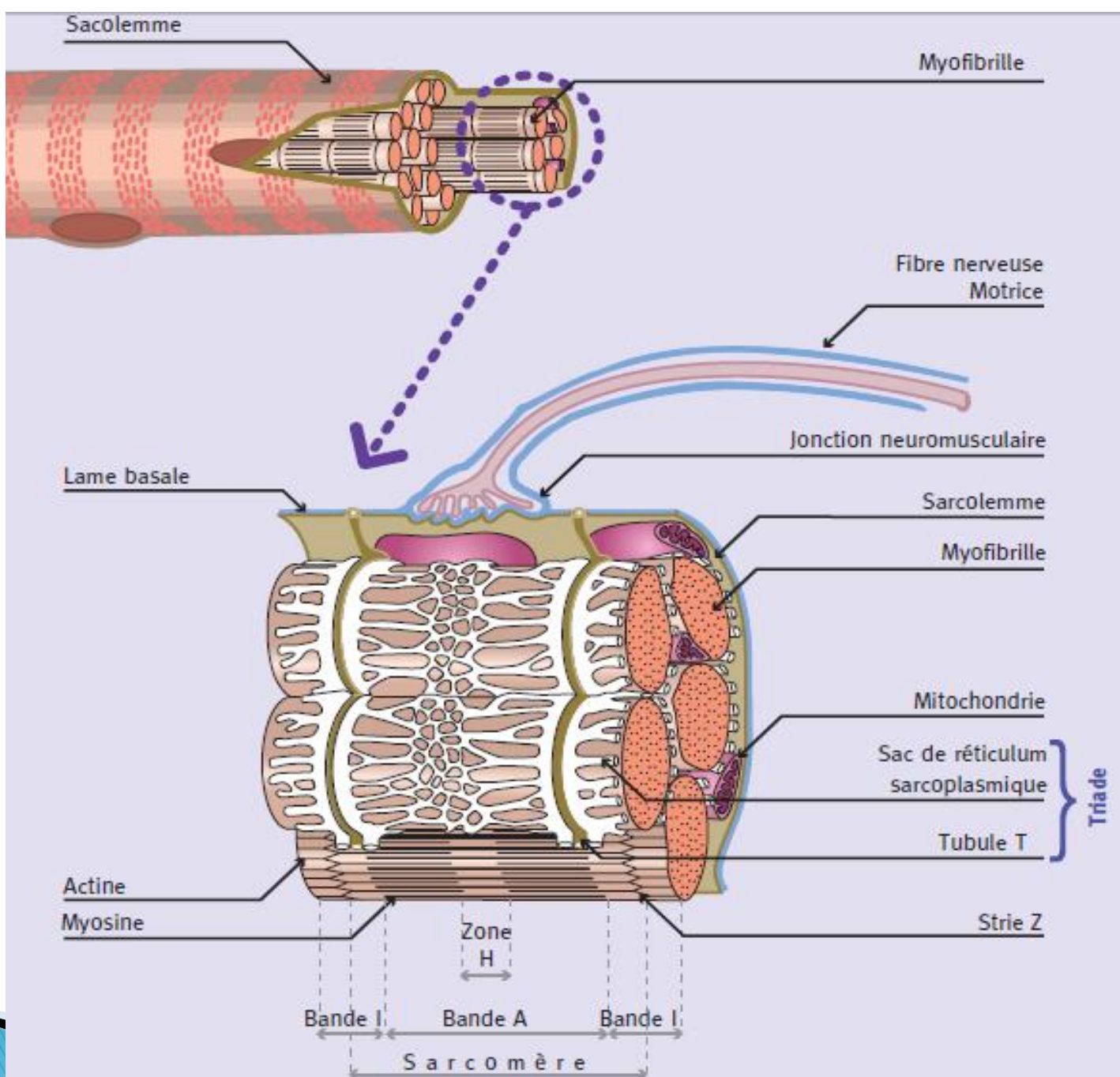
**SARCOLEMME** : Membrane qui entoure la fibre musculaire

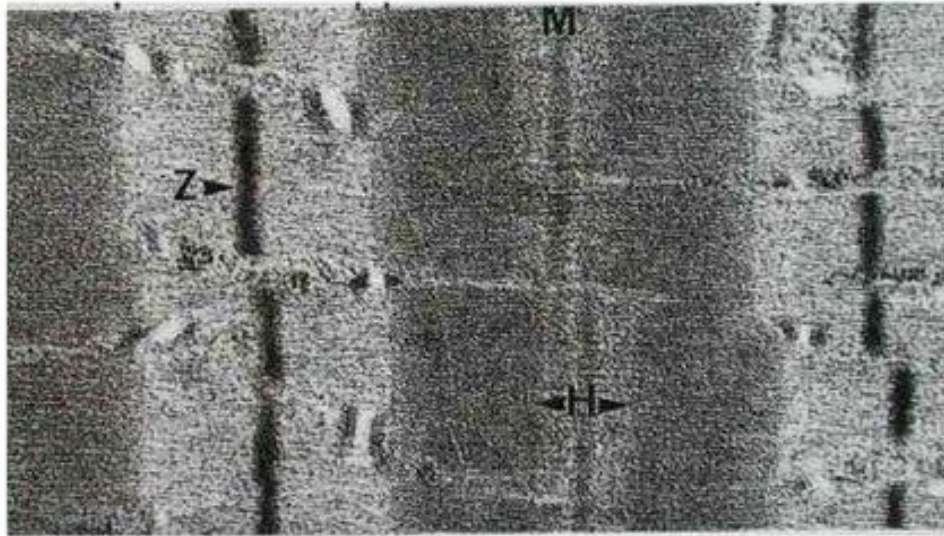
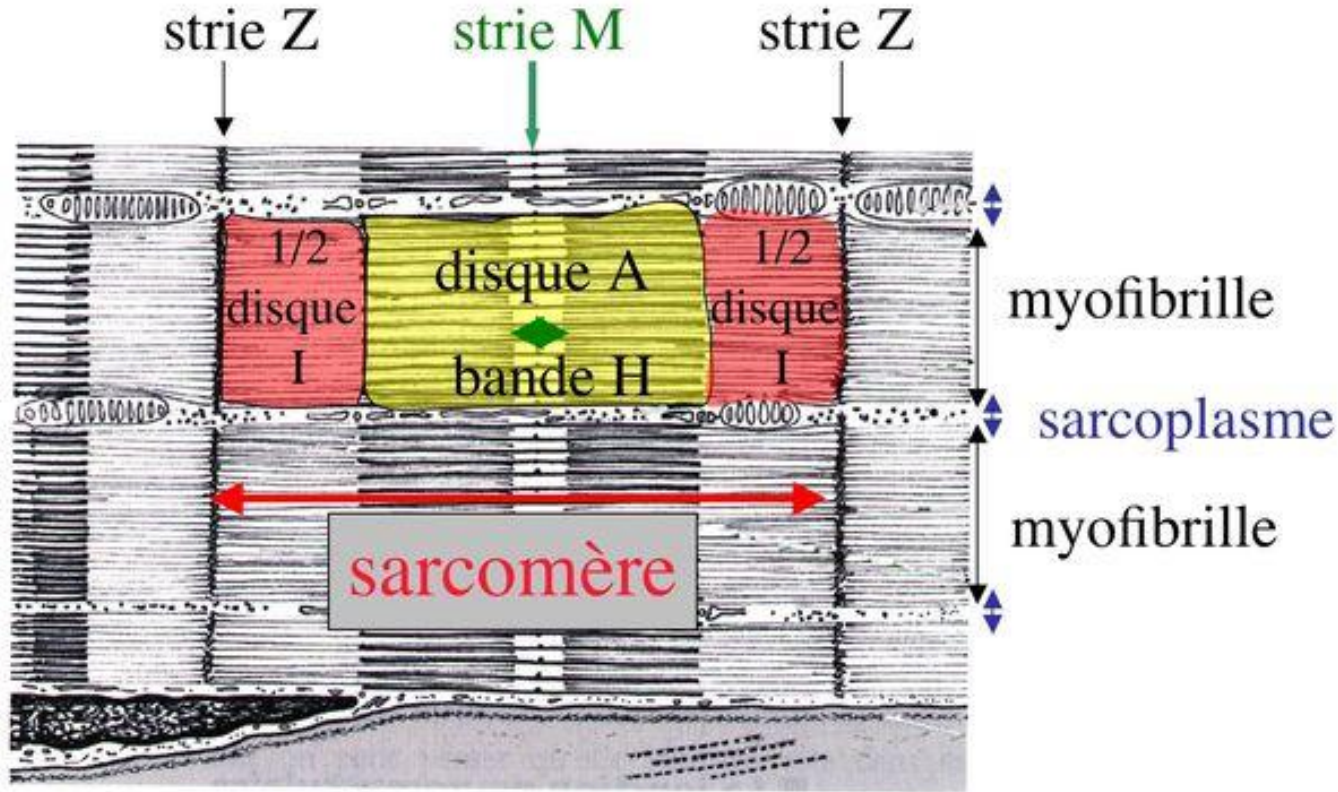
**SARCOPLASME** : L'espace laissé libre entre les myofibrilles est occupé par du cytoplasme que l'on appelle ici le sarcoplasme. Il renferme des organites comme les mitochondries, des gouttelettes lipidiques, de la myoglobine ... Le sarcoplasme forme un maillage associant réticulum endoplasmique lisse et granuleux.

**MYOFIBRILLES** : sont les fibres contractiles, composé de myofilament de 2 types, filament d'actine (fin) et de myosine (épais).

# RAPPEL ANATOMIE







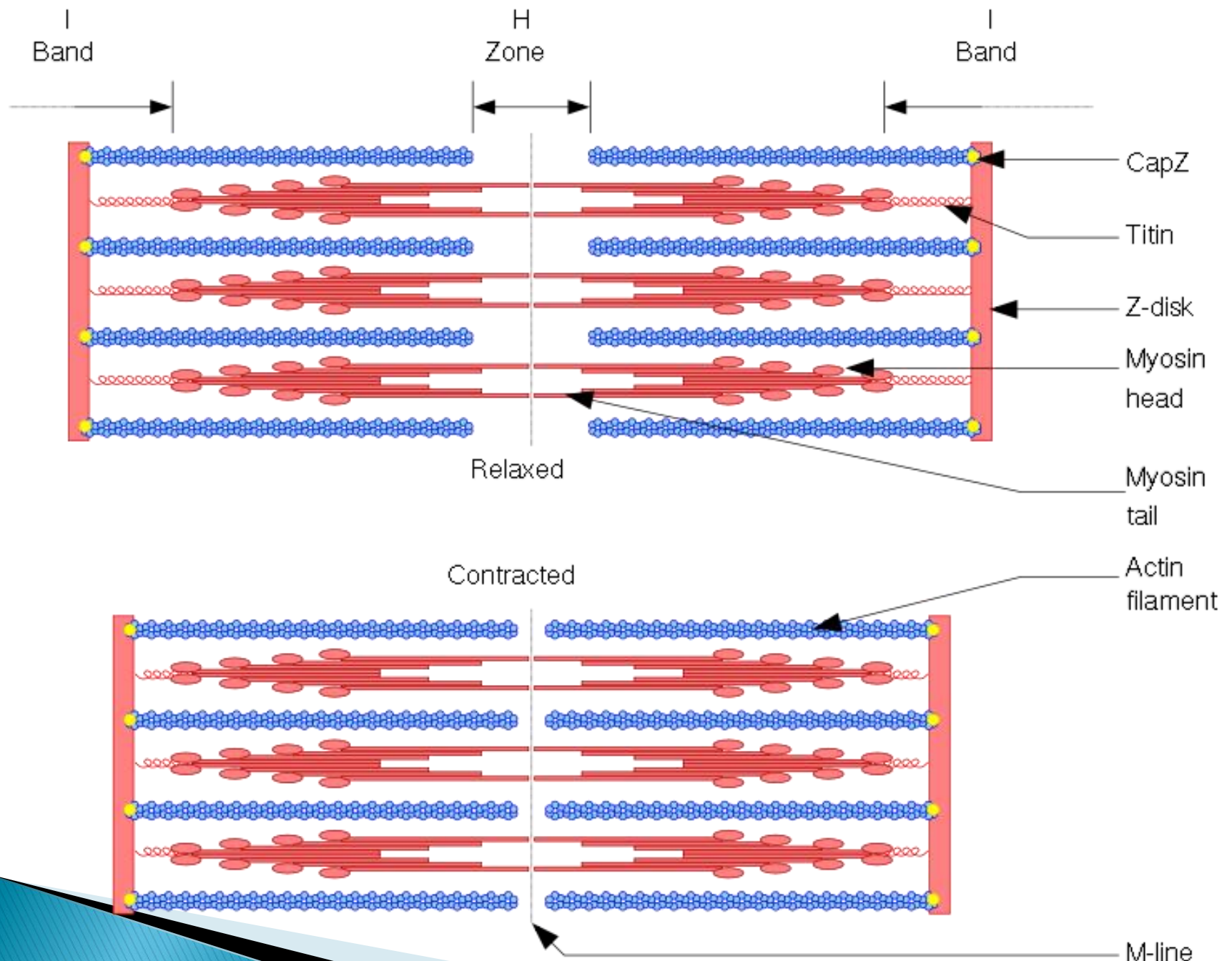
# RAPPEL ANATOMIE

Le sarcomère est l'unité de base des myofibrilles des muscles striés.

Composés de trois systèmes différents de filaments :

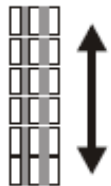
1. Le système de filaments épais est formé à partir d'une protéine appelée myosine
2. Le système de filaments minces est fait de monomères d'actine
3. Le système élastique de filaments est composé d'une protéine géante, la titine (aussi appelée connectine). Cette protéine est enchâssée sur le myofilament épais, et va jusqu'à la ligne Z.





# RAPPEL ANATOMIE

← Sarcomères en série →

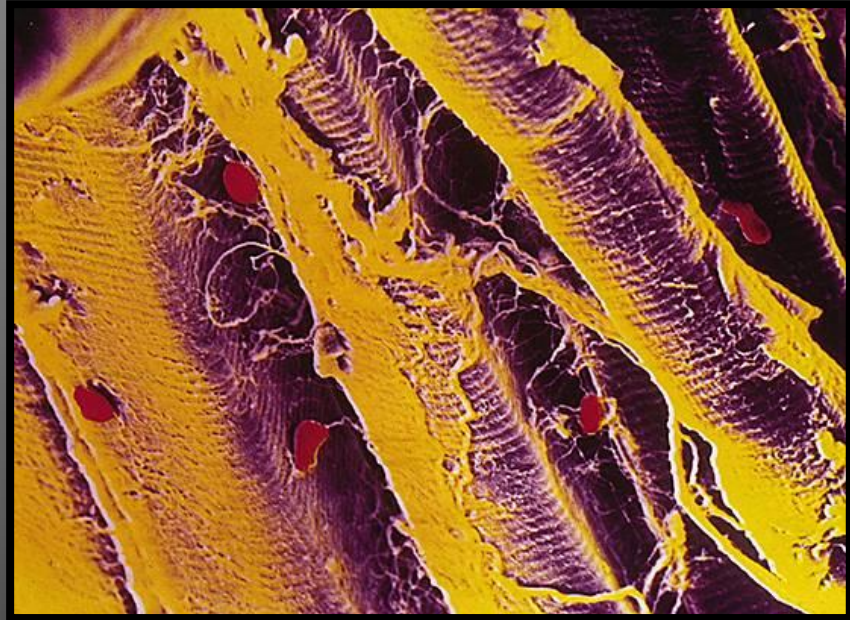


Sarcomères en parallèle



**Un faisceau de myofibrilles est constitué de sarcomères en série et en parallèle**

# RAPPEL ANATOMIE TYPOLOGIE DES FIBRES



# TYPOLOGIE DES FIBRES

Il existe 2 types de fibres répertoriées dans le muscle :

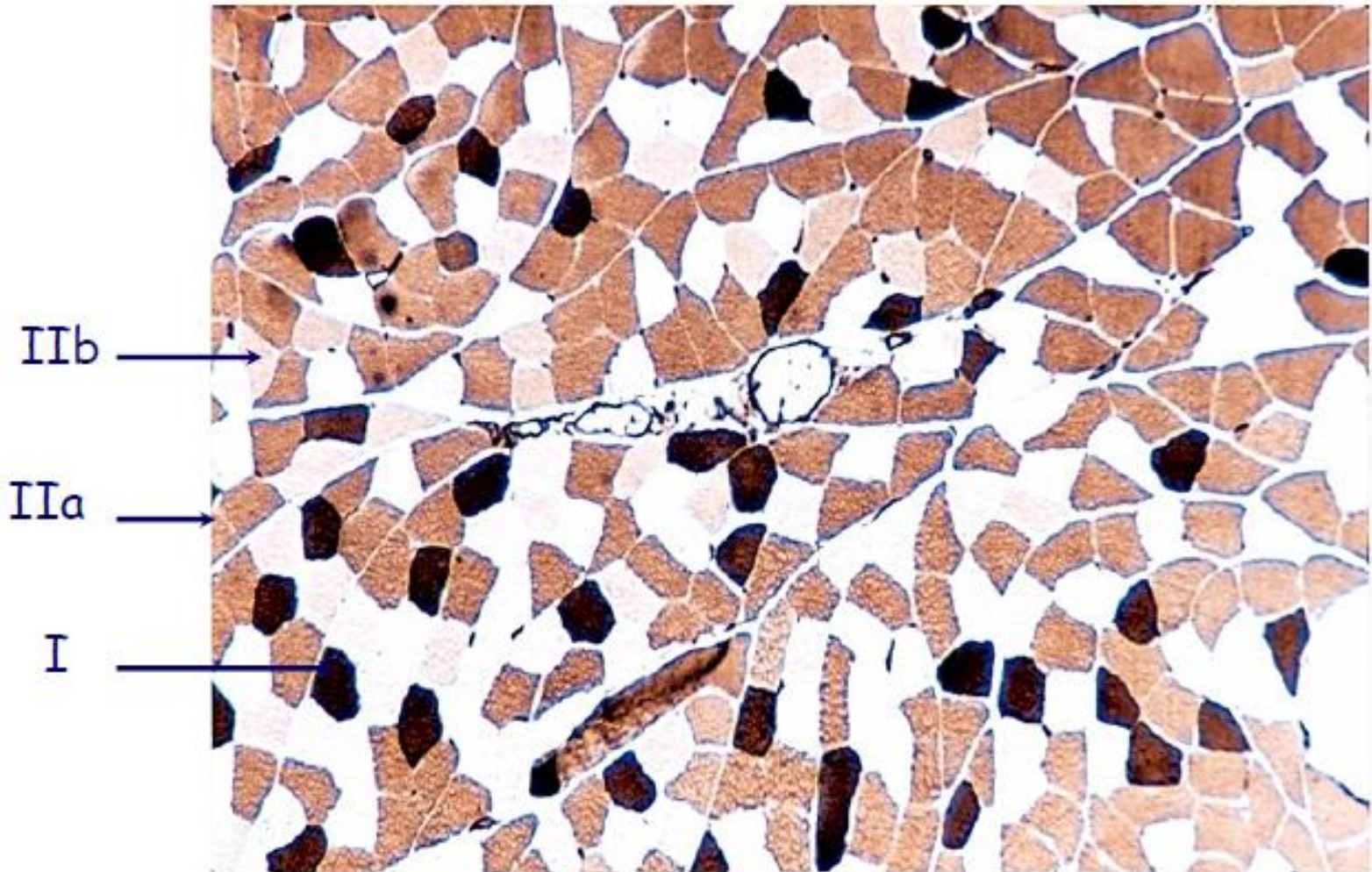
- ▶ les fibres lentes ou de type I
- ▶ Les fibres rapides ou de type II
  
- ▶ la détermination du type de fibres se fait grâce à la myosine, plus précisément à partir des chaînes de myosine lourde (MHC : Myosin Heavy Chain)

# TYPOLOGIE DES FIBRES




Les fibres de type II comprennent :

- ▶ Des fibres IIa qui sont mixtes à métabolisme anaérobie et aérobie
- ▶ Des fibres IIb ou IIx qui sont rapides par excellence car à métabolisme anaérobie uniquement.
- ▶ Les trois types de fibres sont donc : I , IIa , IIx ou IIb (ancienne terminologie).

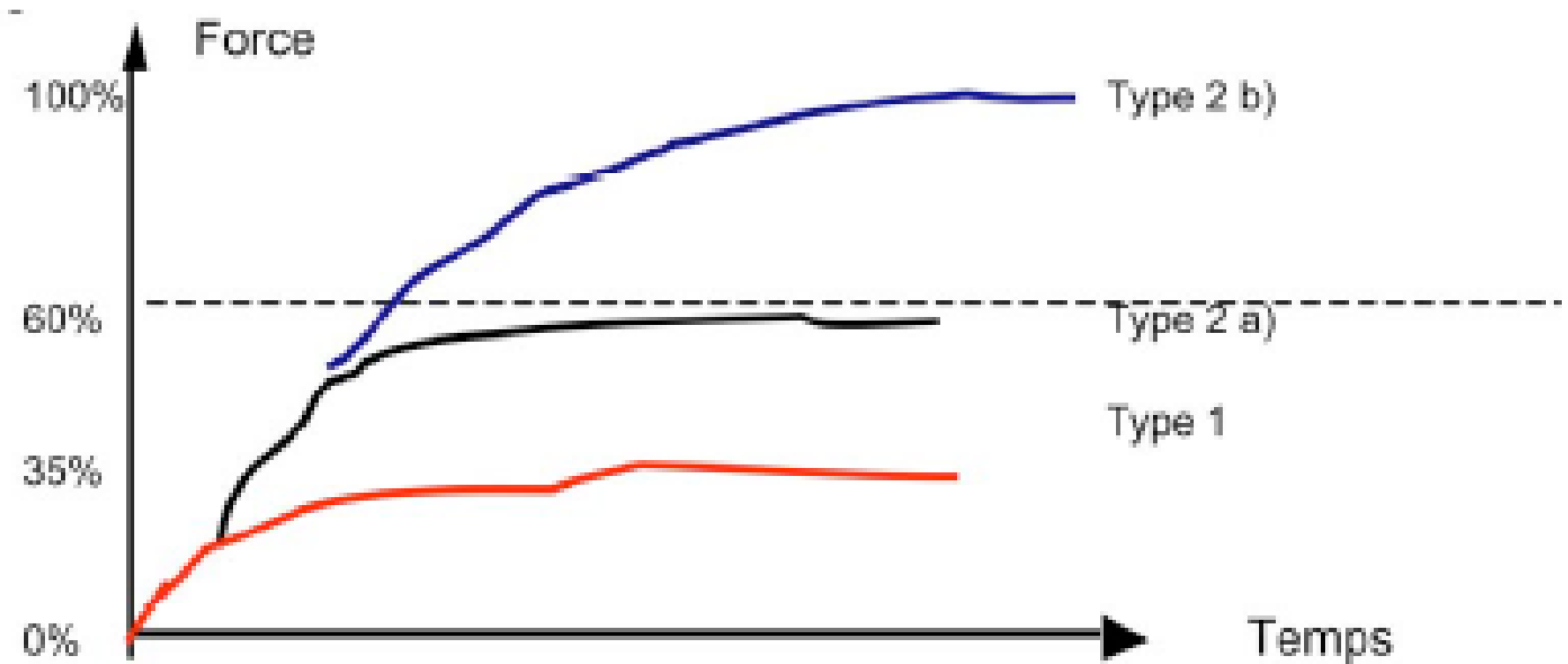
# TYPOLOGIE DES FIBRES



# TYPOLOGIE DES FIBRES

fibres	taille	force	résistance à la fatigue
<p>LENTES ou I</p>		<p>↑ faible</p>	<p>→ importante</p>
<p>IIa ↗</p> <p>RAPIDES ou II</p>		<p>↑ moyenne</p>	<p>→ moyenne</p>
<p>↘ IIx</p>		<p>↑ importante ↓</p>	<p>→ faible</p>

# TYPLOGIE DES FIBRES





# TYPOLOGIE DES FIBRES

## Fibres I (fibres rouges)

Caractéristiques fonctionnelles :

- ▶ Utilisation du métabolisme oxydatif
- ▶ Fibres activées par motoneurones modérés, vitesse de conduction lente
- ▶ Seuil d'activation bas donc souvent mobilisées pour contractions de faible niveau
- ▶ Très résistantes à la fatigue donc exercices prolongés

# TYPOLOGIE DES FIBRES

## Fibres II (fibres blanches)

### Fibres IIa

- ▶ Utilisation du métabolisme oxydatif et glycolytique
- ▶ Résistance à la fatigue plus faible que type I
- ▶ Force de contraction + élevée que type I

### Fibres IIb ou IIx

- ▶ Utilisation du métabolisme glycolytique
- ▶ Résistance à la fatigue très faible
- ▶ Force de contraction très élevée

# TYPOLOGIE DES FIBRES

## Répartition des différentes fibres au sein du muscle

En moyenne, les muscles contiennent :

- ▶ 50 % de fibres de type I
- ▶ 25 % de fibres IIa
- ▶ 25 % de fibres IIb

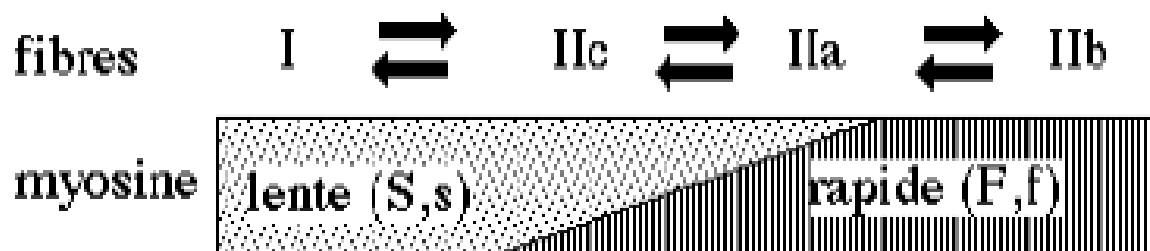
Le % de fibres varie considérablement en fonction des muscles

Exemple : muscle vaste externe de l'homme

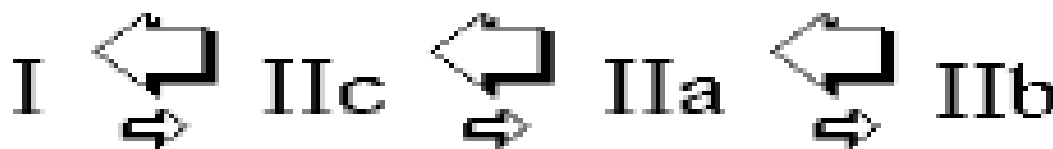
- ▶ 53 % de fibres I
- ▶ 33 % de fibres IIa
- ▶ 14 % de fibres IIb

# TYPOLOGIE DES FIBRES

- ▶ Conventionnellement, nous nous référons au schéma d'Howald avec sa classification et son orientation de plasticité des fibres lentes vers rapides.



- ▶ La transformation des fibres I en fibres II est en réalité bien plus complexe que la transformation des fibres de type II en type I.





## Les différents types d'hypertrophie musculaire

# MÉCANISMES DE L'HYPERTROPHIE

**l'hypertrophie sarcoplasmique**

**l'hypertrophie myofibrillaire**

**L'hypertrophie vasculaire**

**L'hypertrophie conjonctive**

**L'hyperplasie, augmentation fibres ???**

# L'HYPERTROPHIE SARCOPLASMIQUE

## **l'hypertrophie sarcoplasmique**

Entraînement en lactique. On fait du volume.

RÉPÉTITIONS: 10 À 15

CHARGE : 60 À 75%

Récupération courte ou partielle 1' à 2'

# L'HYPERTROPHIE SARCOPLASMIQUE

- ▶ Capacité d'être plus fort pendant un temps plus important.
- ▶ Augmentation du liquide intracellulaire (sarcoplasme).



# L'HYPERTROPHIE SARCOPLASMIQUE

- ▶ Effet: augmentation de la quantité de glycogène et de la quantité d'eau dans les cellules.
- ▶ La fibre musculaire est davantage remplie en glycogène, donc elle prend du volume.
- ▶ 1g de glycogène retient près de 3g d'eau, le volume du liquide sarcoplasmique va augmenter, donnant du volume au muscle.

# L'HYPERTROPHIE MYOFIBRILLAIRE

**l'hypertrophie myofibrillaire ,  
Masse musculaire.**

RÉPÉTITION : 6 À 10

CHARGE : 75 À 85%

Récupération 2 à 3 min

# L'HYPERTROPHIE MYOFIBRILLAIRE

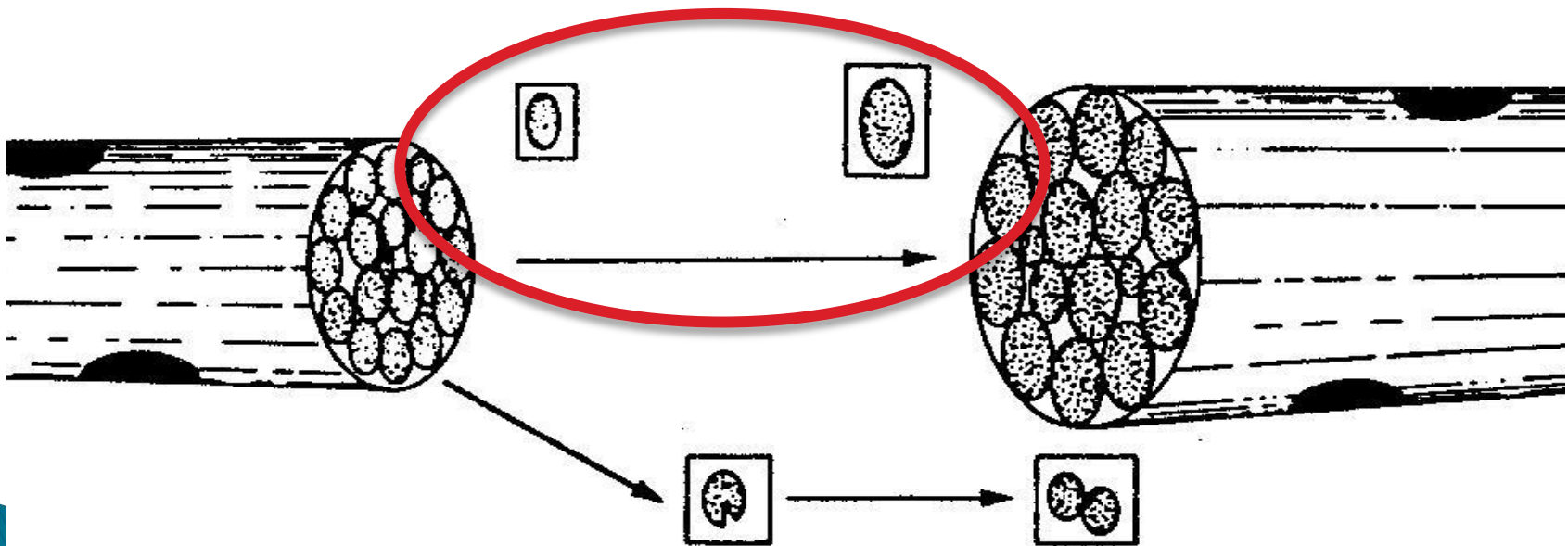
## **l'hypertrophie myofibrillaire :**

- ▶ Faire de la masse musculaire, augmentation du matériel contractile (myofibrilles).
- ▶ Augmentation de la synthèse des protéines contractiles (filaments d'actine et de myosine), ce qui a pour effet d'augmenter la taille des myofibrilles.
- ▶ Ajout de filament d'actine et de myosine en périphérie.
- ▶ Augmentation du nombre : dut à une fissuration longitudinale
- ▶ Il s'en suit un épaississement des fibres musculaires, et donc du muscle tout entier.

# L'HYPERTROPHIE MYOFIBRILLAIRE

L'augmentation de la taille des myofibrilles:

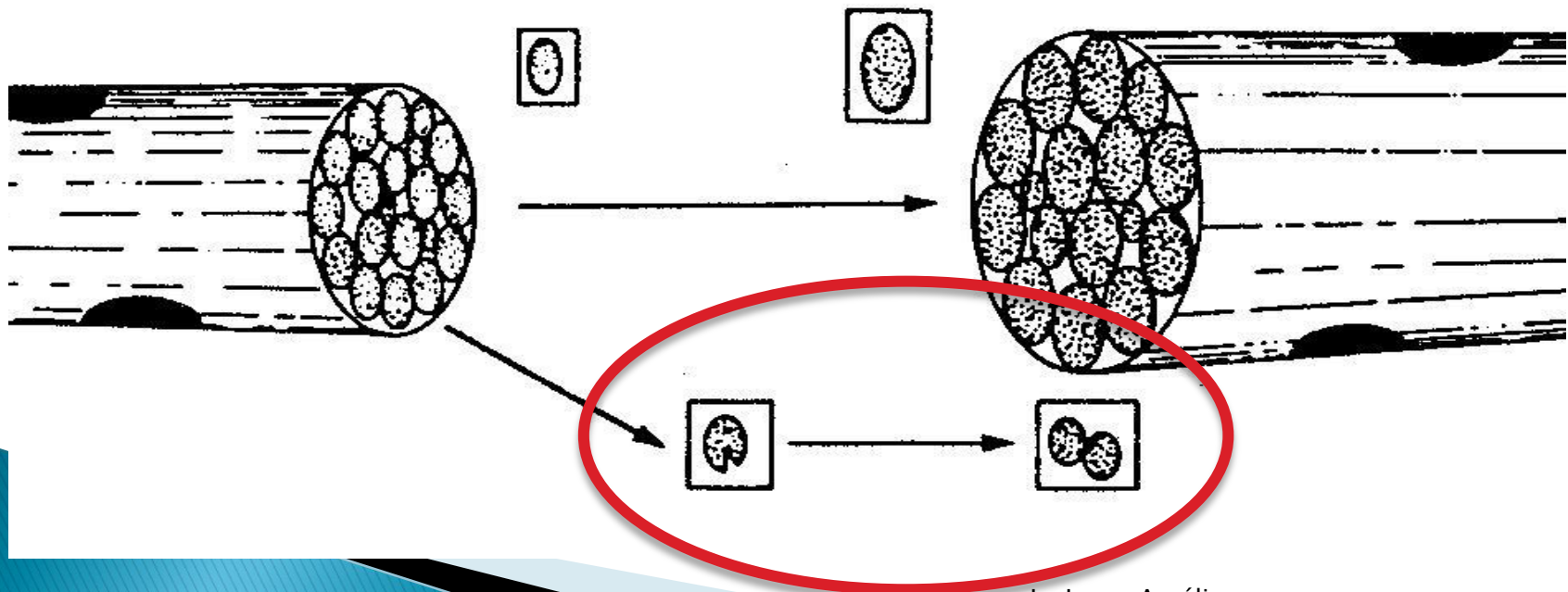
- ▶ Par addition de filaments d'actine et de myosine à la périphérie.



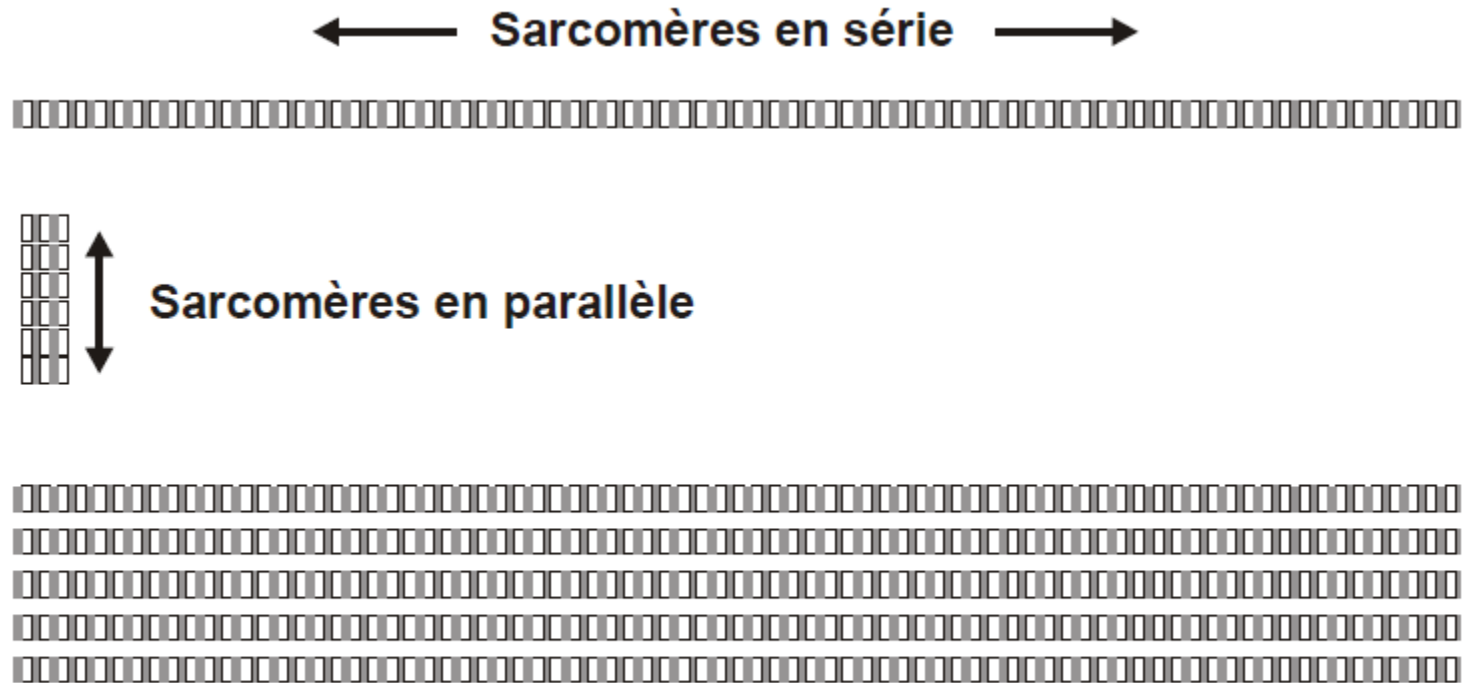
# L'HYPERTROPHIE MYOFIBRILLAIRE

La multiplication des myofibrilles:

- ▶ Fissuration longitudinale.



# L'HYPERTROPHIE MYOFIBRILLAIRE



**Un faisceau de myofibrilles est constitué de sarcomères en série et en parallèle**

# L'HYPERTROPHIE VASCULAIRE

- ▶ L'hypertrophie vasculaire augmentation de l'afflux sanguin (en nombre et taille – vasodilatation – des capillaires périphériques) c'est que l'on appelle la **congestion**.



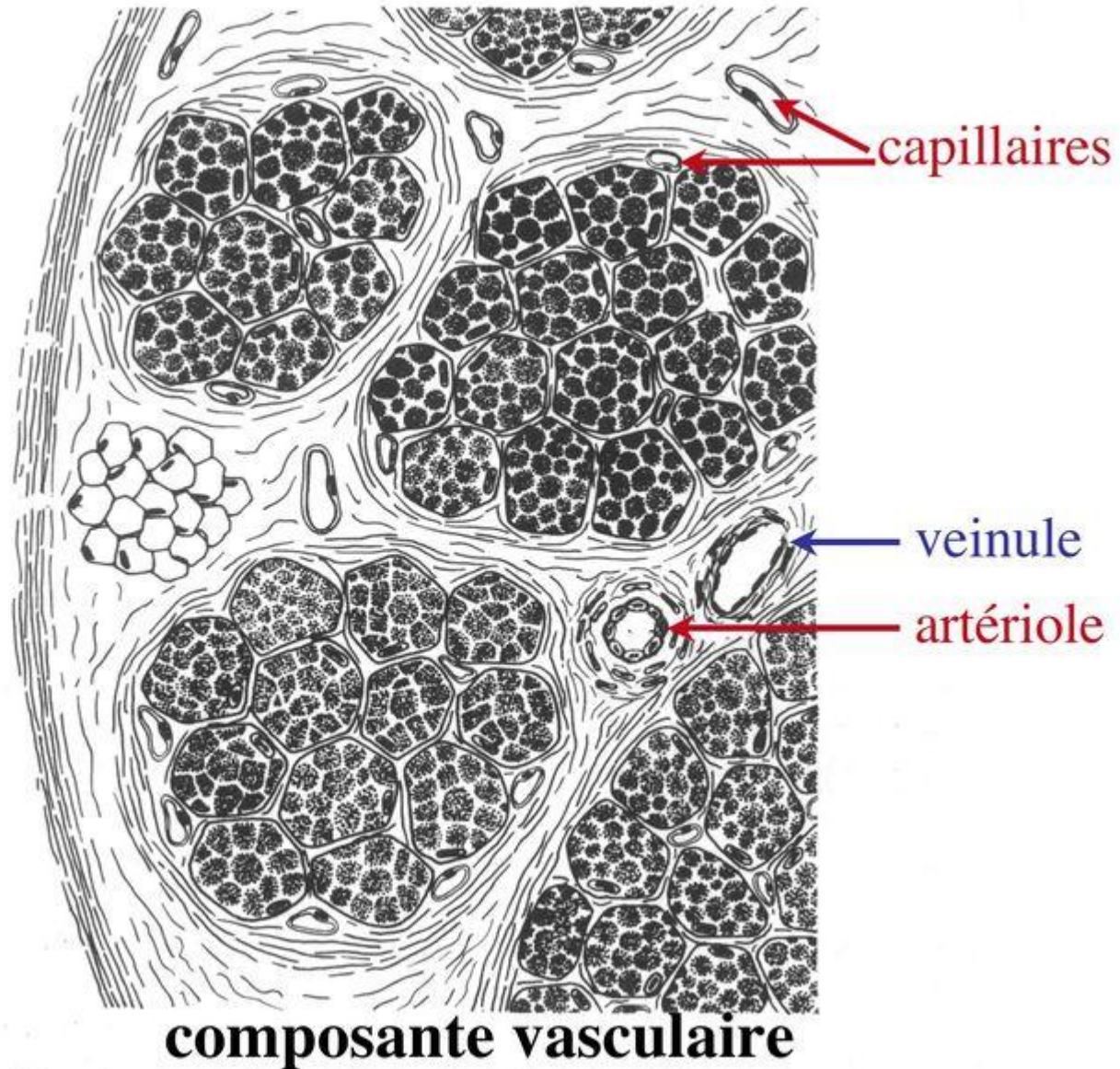
- ▶ Travail d'intensité entre 60 et 65%.
- ▶ Entraînement en série longue et faible intensité.  
L'hypertrophie vasculaire est importante quelque soit l'objectif !!!!!

# L'HYPERTROPHIE VASCULAIRE

- ▶ Des vaisseaux sanguins (artérioles et veinules) circulent dans les cloisons conjonctives du périmysium et forment un réseau capillaire artério-veineux au niveau de l'endomysium.
- ▶ Ce réseau entoure chaque fibre musculaire.



# L'HYPERTROPHIE VASCULAIRE

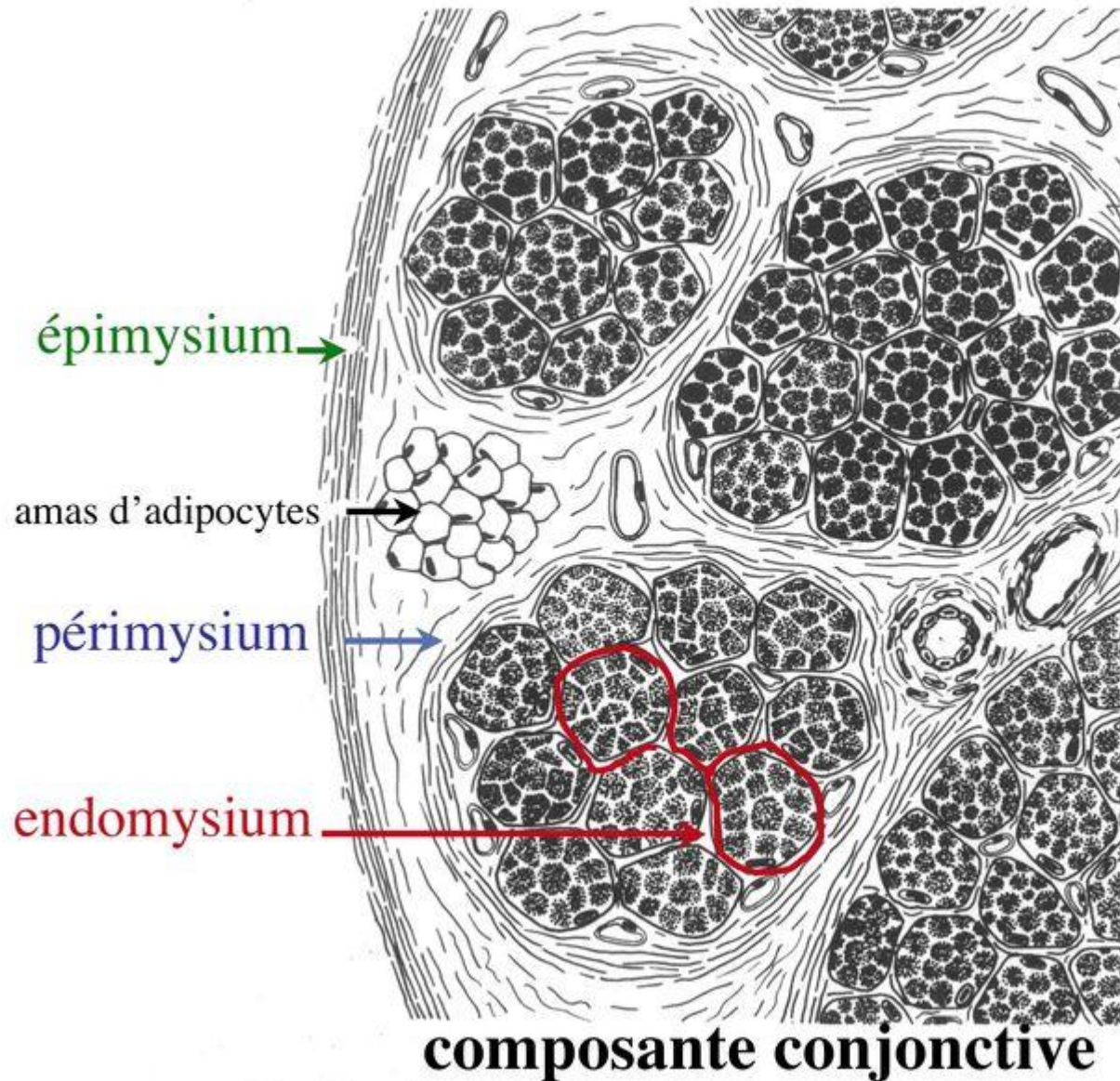


# L'HYPERTROPHIE CONJONCTIVE

L'hypertrophie conjonctive est le développement du tissu conjonctif (enveloppes musculaires et tendons).

- ▶ C'est le cas avec tout type d'entraînement.
- ▶ Augmente proportionnellement à la surface de section musculaire

# L'HYPERTROPHIE CONJONCTIVE



# L'HYPERTROPHIE CONJONCTIVE

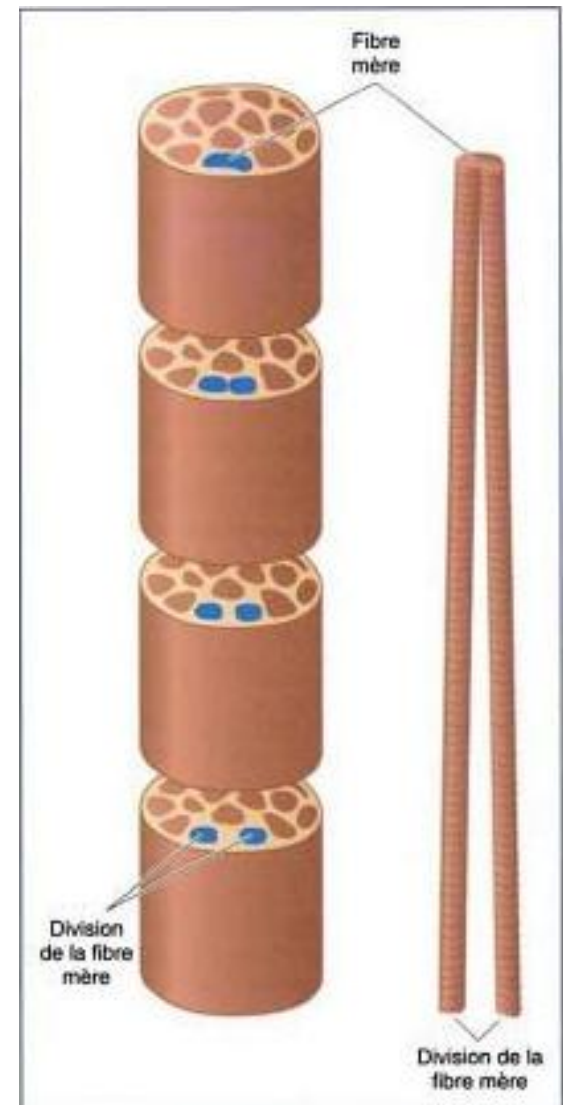
- ▶ Le collagène et les autres tissus non-contractiles représentent 13 % du volume musculaire (Mac Dougall, 1984).
- ▶ Sur le plan morphologique, l'entraînement physique permet une augmentation de la résistance tensorielle du tendon (Marini, 1984).
- ▶ Adaptation de l'interface muscle-tendon au niveau duquel s'effectue le travail de force.
- ▶ Ces adaptations peuvent contribuer à protéger les articulations et les muscles.

# L'HYPERPLASIE, AUGMENTATION FIBRES ???

- ▶ L'hyperplasie correspondrait à une multiplication des fibres musculaires.
- ▶ La majorité des travaux sur l'hyperplasie repose sur des modèles animaux (en raison de règles éthiques) car il y a nécessairement une investigation pour compter les fibres.

# L'HYPERPLASIE, AUGMENTATION FIBRES ???

- ▶ Chez l'homme, à notre connaissance, cette démonstration de l'hyperplasie et/ou du "splitting" des fibres musculaires comme l'un des effets de l'entraînement n'a pas été possible.



# LA SURCOMPENSATION

» Dès que l'effort s'arrête, les processus de synthèses prédominent sur ceux de dégradation.



Ensuite les réserves énergétiques sont reconstituées à un niveau supérieur au niveau initial :

- ce phénomène s'appelle la surcompensation.

# LA SURCOMPENSATION

- ▶ Quand on applique une charge d'entraînement à l'organisme, celui-ci met en place des mécanismes dont l'objectif est de recouvrer l'état initial.
- ▶ Lorsqu'elle est proche des capacités maximales de la qualité physique visée, les mécanismes de récupération permettent d'atteindre un niveau supérieur à celui que le sujet avait avant l'exercice.



# LA SURCOMPENSATION

L'analyse de la récupération montre :

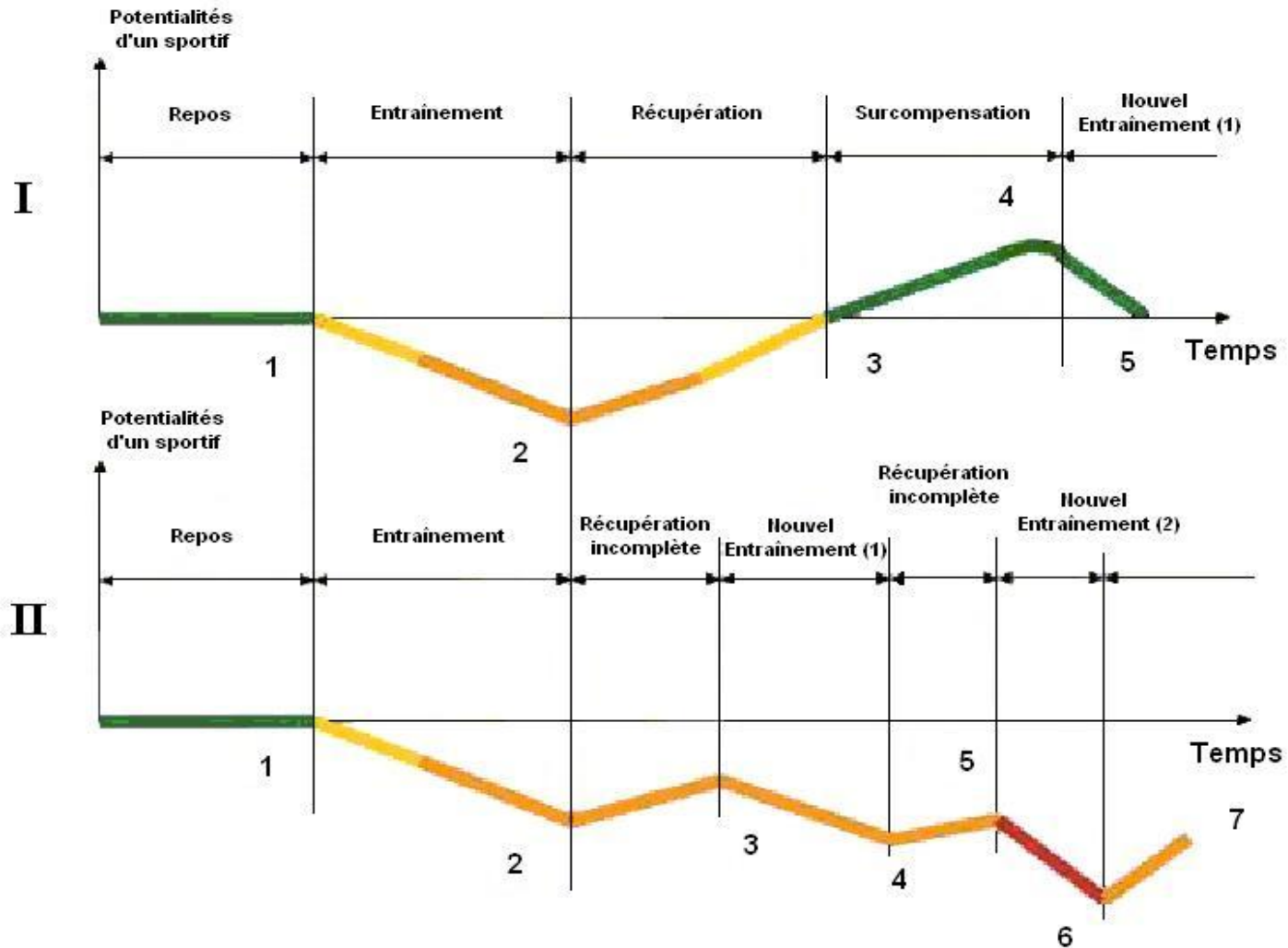
- ▶ Une phase rapide de récupération 90% environ (avec effets immédiats).
- ▶ Une phase lente pour restaurer les 10% restants (c'est la phase de récupération totale avec effets différés).

# LA SURCOMPENSATION

La récupération est irrégulière.

- ▶ Plus on fatigue l'athlète en créant un déséquilibre dans son organisme.
- ▶ Plus la récupération sera importante pour retrouver un nouvel équilibre.

# LA SURCOMPENSATION

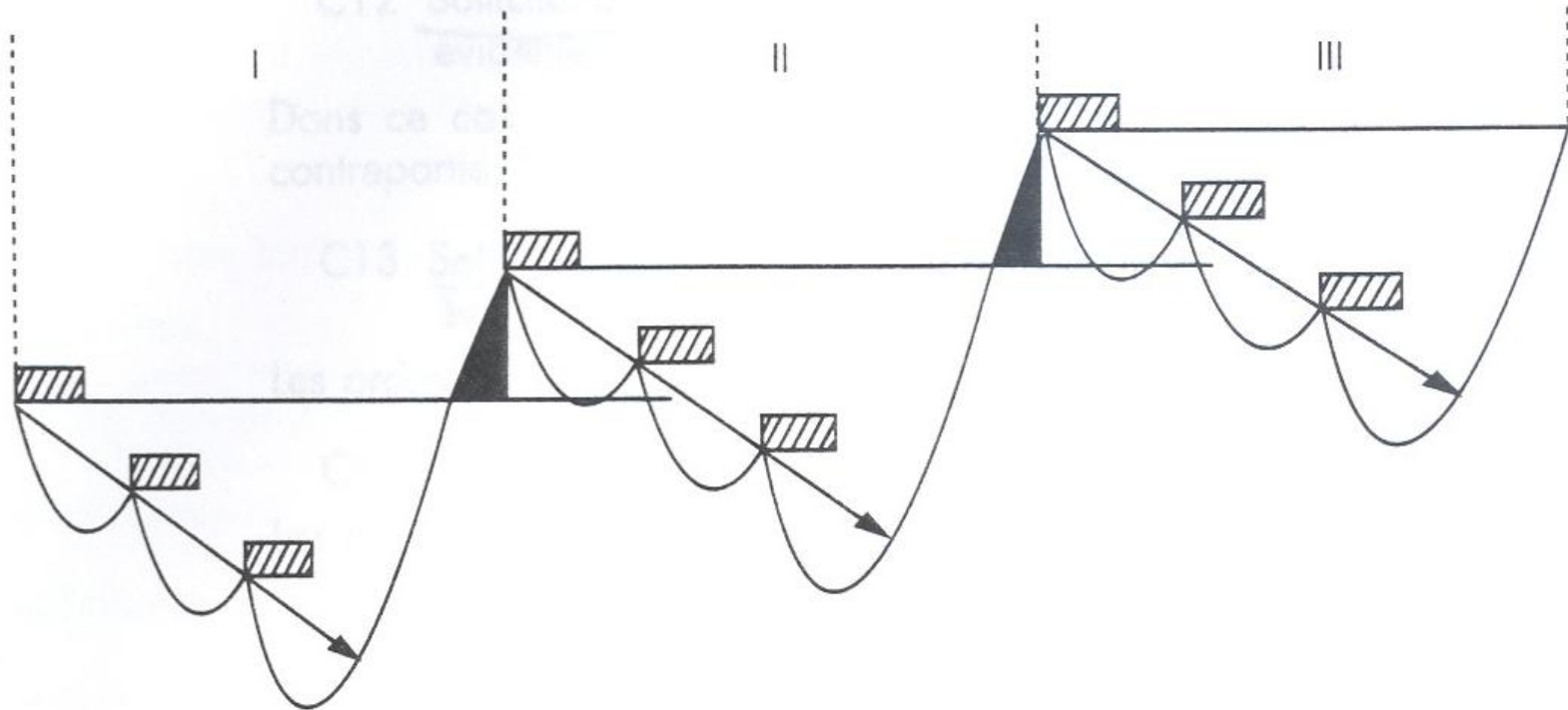


Graphique de la durée de récupération des activités physiques et sportives, inspiré du schéma de Matveiev

# LA SURCOMPENSATION

- ▶ Pour optimiser ce principe, l'athlète a tout intérêt à recommencer un nouvel effort lorsqu'il est en phase de surcompensation, car il possède un **réservoir énergétique supérieur à celui de départ.**

# LA SURCOMPENSATION



**Exemple de variante de « sommation » de l'effet de trois microcycles d'entraînement.** (d'après Matveiev in Platonov 1988)

# LA SURCOMPENSATION

La surcompensation est fonction de :

- ▶ La durée et l'intensité des exercices de **travail**
- ▶ la durée et l'intensité des temps de **récupérations**.
- ▶ La **fréquence** des efforts durant la semaine, la période, la saison.
- ▶ La **surcharge** : plus l'exercice épuise les réserves énergétiques, plus le niveau de surcompensation est élevé.
- ▶ La **récupération** : prendre garde aux délais de restauration entre les charges (séances).

# LA SURCOMPENSATION

1

- Entraînement musculaire

2

- Dégradation des protéines contractiles

3

- Récupération

4

- Resynthèse des protéines contractiles

# Principe du « Détruire pour reconstruire »

## Processus de régénération des dommages

Augmentation du taux de créatine-phosphokinase dans le sang : destruction musculaire

Présence de myoglobine dans les urines : destruction musculaire

Présence d'hydroxyproline dans les urines : destruction du tissu conjonctif



# MODIFICATIONS HORMONALES

## Testostérone :

- ▶ Augmentation de production
- ▶ Augmentation de la synthèse des protéines à partir des acides aminés dans les cellules, entraînant une augmentation de tissus cellulaires (anabolisme), en particulier dans les muscles.

EFFET ANABOLISANT

# MODIFICATIONS HORMONALES

**Cortisol** : Initiateur et régulateur métabolique.

- ▶ Va servir à décomposer des protéines en unités d'acides aminés et de les envoyer au foie pour les convertir en glucose.
- ▶ Le muscle étant la plus grande réserve de protéines de l'organisme, et c'est là où le cortisol va en premier.
- ▶ Augmentation de la destruction protidique.
- ▶ Augmente l'élimination de l'eau par le rein, la rétention de sel et la perte de potassium et de calcium dans les urines.

**EFFET CATABOLISANT**

# MODIFICATIONS DES SUBSTRATS

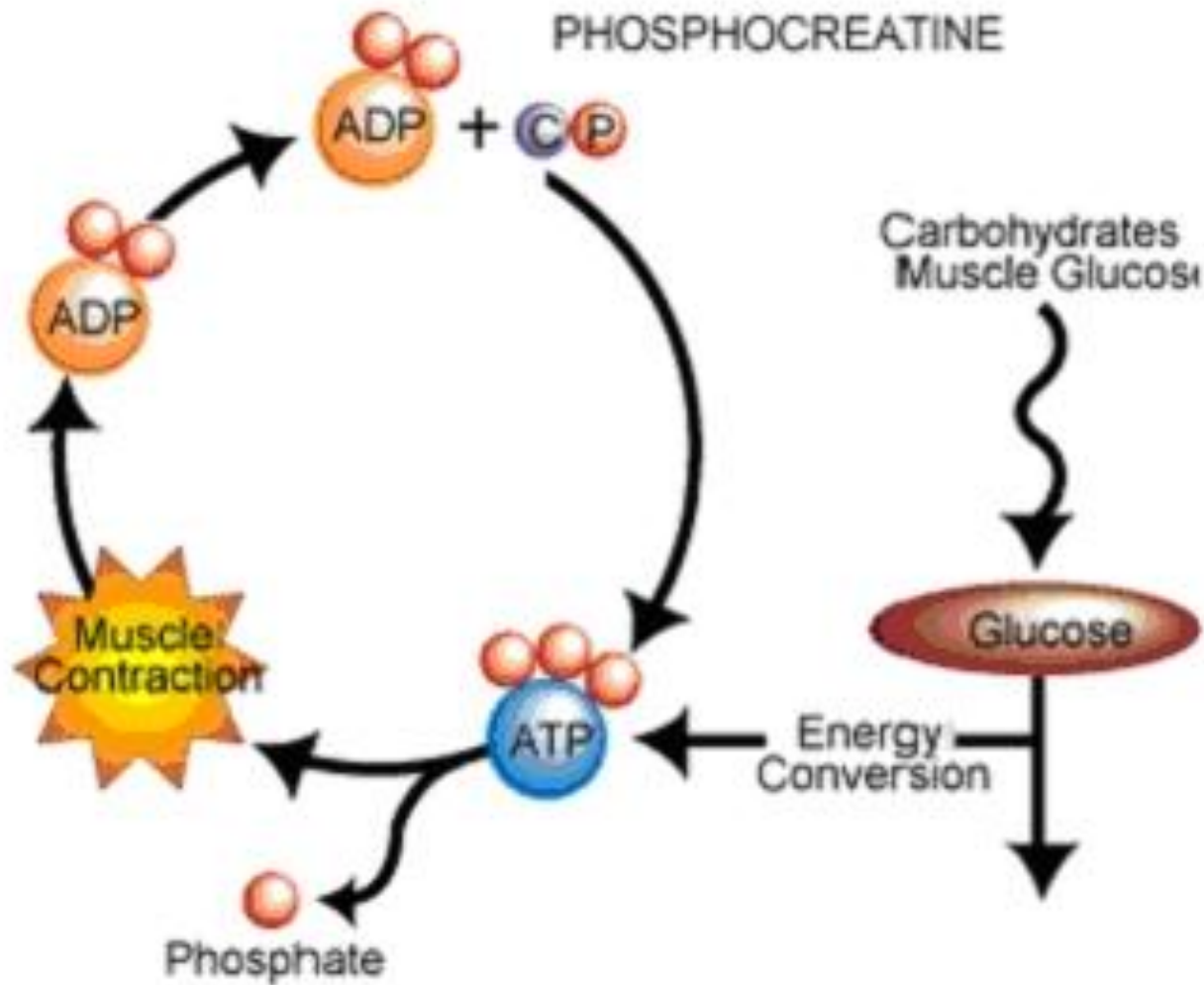
Glycogène musculaire

Créatine phosphate

Créatine

ATP

# MODIFICATIONS DES SUBSTRATS



# MÉTHODE DE DÉVELOPPEMENT DE LA MASSE MUSCULAIRE

HYPERTROPHIE MYOFIBRILLAIRE

HYPERTROPHIE SARCOPLASMIQUE

# HYPERTROPHIE MYOFIBRILLAIRE

FAIRE DE LA MASSE

Reps : 6 à 10

Charge : 75 à 85 %

Effet : augmentation de la matière contractile

# HYPERTROPHIE SARCOPLASMIQUE

FAIRE DU VOLUME

Reps : 10 à 15

Charge : 60 à 75 %

Effet : augmentation du liquide intracellulaire

# METHODES DE MASSE

10x10

Post fatigue

Pré fatigue

Méthode de transition

Méthode sur la qualité d'exécution



# 10x10

Série : 10

Répétitions : 10

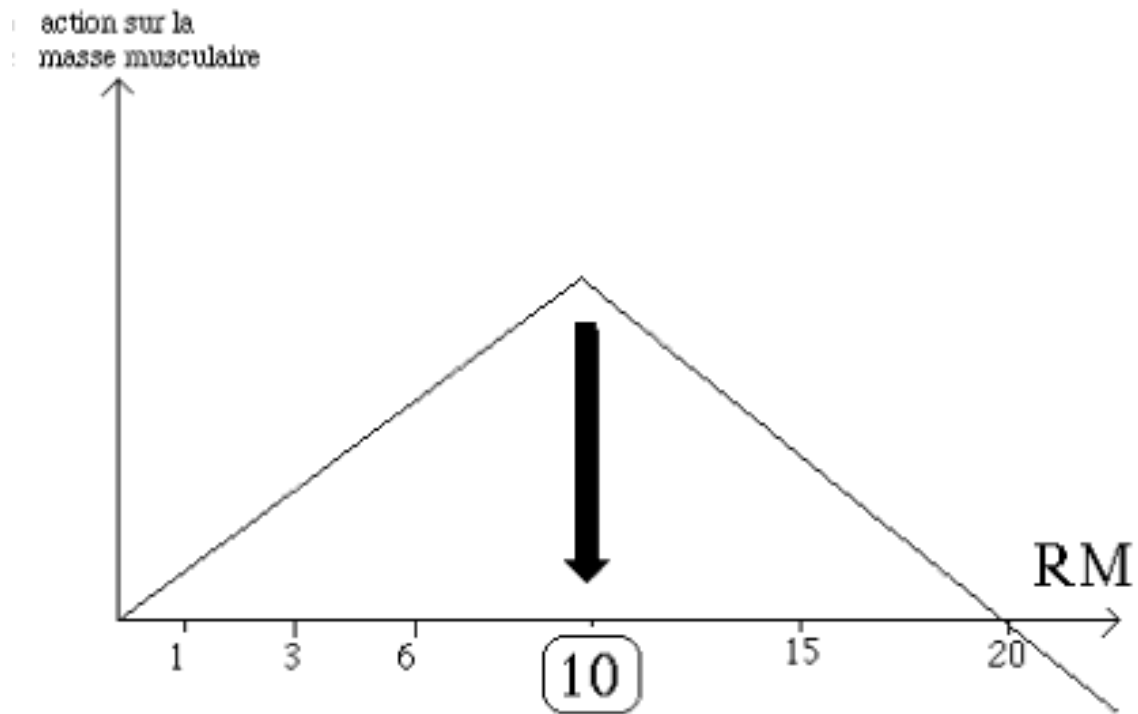
Charge : 10 Rm

Récupération : 2'30'' à 3'

Exécution : vitesse max

Exemple : 10 x 10 rm développé couché

# 10x10



# POST FATIGUE ET PRÉ FATIGUE

Dans les méthodes de post et pré fatigue on entend souvent les termes :

- ▶ Super-set : 10 reps agoniste + 10 reps antagoniste.
- ▶ Bi-set : 6 reps mvt global + 10 reps mvt analytique

# POST FATIGUE CLASSIQUE

Série : 5 à 10

Répétitions : 10 + 4 à 6 mvt analytique

Charge : Rm

Récupération : 2'30'' à 3'

Exécution : vitesse max

Exemple : 6 séries développé couché de 10 rm + 6rm écarté à plat.

# POST FATIGUE AVEC CHANGEMENT DE RÉGIME (MEME MVT)

Série : 5 à 10

Répétitions : 10 concentrique + 4 À 6 en isométrique, excentrique ou électrostimulation

Charge : 10 Rm + 4 à 6 rm

Récupération : 2'30'' à 3'

Exécution : vitesse max

Exemple : 10 reps développé couché + 4 en iso

# POST FATIGUE AVEC CHANGEMENT DE RÉGIME (MVT ANALYTIQUE)

Série : 5 à 10

Répétitions : 10 + 4 À 6 Répétitions d'un mouvement analytique dans un régime différent.  
(Isométrique, excentrique ou électrostimulation)

Charge : 10 rm + 4 à 6 rm

Récupération : 2'30'' à 3'

Exécution : vitesse max

Exemple : 6 série de 10 squat + 6 leg extention en excentrique

# SUPER SÉRIES ANTAGONISTES

Série : 6 à 8

Répétitions : 10 + 10 Répétitions d'un mouvement sur l'antagoniste

Charge : 10 Rm + 10 rm

Récupération : 2'30'' à 3'

Exécution : vitesse max

Exemple : 10 rm développé couché + 10 rm rowing barre

# SUPER SÉRIES AGONISTES (IDEM POST FATIGUE CLASSIQUE)

Série : 5 à 10

Répétitions : 10 + 4 à 6 mvt analytique

Charge : Rm

Récupération : 2'30'' à 3'

Exécution : vitesse max

Exemple : 6 séries développé couché de 10 rm + 6rm écarté à plat.



# LES SÉRIES BRULANTES

Série : 5 à 8

Répétitions : 10 + 4 à 6 mvt partiel

Charge : 10 Rm + 4 à 6 reps

Récupération : 2'30'' à 3'

Exécution : vitesse max

Exemple : 6 séries 10 reps au squat + 6 reps en demi squat

# LES SÉRIES FORCÉES

Série : 5 à 8

Répétitions : 10 + 4 à 6 avec aide

Charge : 10 Rm + 4 à 6 avec aide

Récupération : 2'30'' à 3'

Exécution : vitesse max

Exemple : 10 reps développé couché + 4 reps aidées

# LA PRÉFATIGUE

Série : 5 à 8

Répétitions : 6 Á 8 Mvt analytique + 10 mvt global

Charge : 6 à 8 rm + 10 rm

Récupération : 2'30'' à 3'

Exécution : vitesse max

Exemple : 6 reps au butterfly + 10 reps au développé couché

# 3 SÉRIES À 2 EXERCICES

Série :6

Répétitions : 6 Analytique + 10rm global + 6 analytique

Charge : 6RM + 10RM + 6RM

Récupération : 2'30'' à 3'

Exécution : vitesse max

Exemple : 6 rm leg extension + 10 squat + 6 leg extension

# 3 SÉRIES À 3 EXERCICES

Série : 6

Répétitions : 6 analytique a+ 10rm global + 6 analytique b

Charge : 6RM + 10RM + 6RM

Récupération : 2'30'' à 3'

Exécution : vitesse max

Exemple : 6 Séries de (6rm butterfly + 10rm dc + 6rm écartés)

# 3 SÉRIES DESCENDANTES

Série : 6

Répétitions : 6 Á 8 GLOBAL + 6 Á 8 ANALYTIQUE A  
+ 6 Á 8 ANALYTIQUE B

Charge : 6 Á 8RM + 6 Á 8RM + 6 Á 8RM

Récupération : 2'30'' à 3'

Exécution : vitesse max

Exemple : 6 séries de (8rm squat+ 7rm presse + 6rm leg extension)

# METHODE DE TRANSITION

Effort répété (ZATSIORSKI)

Action sur les facteurs nerveux et structuraux (masse)

6 séries de 6 Rm

Récupération : 3' à 5'

Exécution : vitesse max

Exemple : 6x 6rm développé couché

# LE SYSTÈME 7

- ▶ 7 répétitions en demi-course inférieure, puis 7 répétitions en demi-course supérieure et 7 répétitions complètes
- ▶ Sans effectuer de temps de pause
- ▶ Le but : obtenir une congestion maximale.

Séries : 4 à 6

Récupération : 2' à 3'

Charges : 60 à 75%



# MÉTHODE SUR LA QUALITÉ D'EXÉCUTION

LES SÉRIES TRICHÉES

L'UTILISATION DE ROBOT

LES MACHINES ISOCINÉTIQUES

L'ÉLECTROSTIMULATION

# LES SÉRIES TRICHÉES

## Mouvements de compensation

### Avantages

- Soulever plus lourd
- Tension musculaire importante
- Vider les réserves

### Inconvénients

- Risque de blessure
- Peu engendrer un déséquilibre
- Difficulté de correction

# L'UTILISATION DES ROBOTS (aide d'un moteur)

## Avantages

- Soulever plus lourd
- Plus de répétitions
- Vider les réserves

## Inconvénients

- Cout très élevé

# LES MACHINES ISOCINÉTIQUES

## Avantages

- Tension musculaire plus longue
- Tension musculaire plus importante
- Vider les réserves

## Inconvénients

- Cout très élevé

# LES MACHINES ISOCINÉTIQUES



# L'ÉLECTROSTIMULATION

## Avantages

- Tension musculaire plus longue
- Tension musculaire plus importante
- Vider les réserves

## Inconvénients

- Cout très élevé

# DÉTERMINATION CHARGE

En fonction du pratiquant

Débutant

Confirmé

Culturiste

Objectifs

Entre 8 et 15 Rm

Entre 60 et 85%

# FORMULE DE BRZYCKI

Charge maximale = charge soulevé /  
[ 1.0278 - (0.00278 x nombre de  
reps)]



# GRILLE DE BRZYCKI

Grille de Brzycki

1															
2	1 RM	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3	150	146	142	137	133	129	125	121	117	112	108	104	100	96	92
4	147,5	143	139	135	131	127	123	119	115	111	106	102	98	94	90
5	145	141	137	133	129	125	121	117	113	109	105	101	97	93	89
6	142,5	139	135	131	127	123	119	115	111	107	103	99	95	91	87
7	140	136	132	128	124	121	117	113	109	105	101	97	93	89	86
8	137,5	134	130	126	122	118	115	111	107	103	99	95	92	88	84
9	135	131	127	124	120	116	112	109	105	101	97	94	90	86	82
10	132,2	129	125	121	118	114	110	107	103	99	96	92	88	85	81
11	130	126	123	119	116	112	108	105	101	97	94	90	87	83	79
12	127,5	124	120	117	113	110	106	103	99	96	92	89	85	81	78
13	125	122	118	115	111	108	104	101	97	94	90	87	83	80	76
14	122,5	119	116	112	109	105	102	99	95	92	88	85	82	78	75
15	120	117	113	110	107	103	100	97	93	90	87	83	80	77	73
16	117,5	114	111	108	104	101	98	95	91	88	85	82	78	75	72
17	115	112	109	105	102	99	96	93	89	86	83	80	77	73	70
18	112,5	109	106	103	100	97	94	91	87	84	81	78	75	72	69
19	110	107	104	101	98	95	92	89	86	82	79	76	73	70	67
20	107,5	105	102	99	96	93	90	87	84	81	78	75	72	69	66
21	105	102	99	96	93	90	87	85	82	79	76	73	70	67	64
22	102,5	100	97	94	91	88	85	83	80	77	74	71	68	65	63
23	100	97	94	92	89	86	83	81	78	75	72	69	67	64	61

# PLANIFICATION

PLAN ANNUEL

• Une année

MACROCYCLE

• 2 À 6 MOIS

MESOCYCLE

• 2 À 5 SEMAINES

MICROCYCLE

• 2 À 10 JOURS