

II°) LES METHODES DU DEVELOPPEMENT DE LA FORCE:

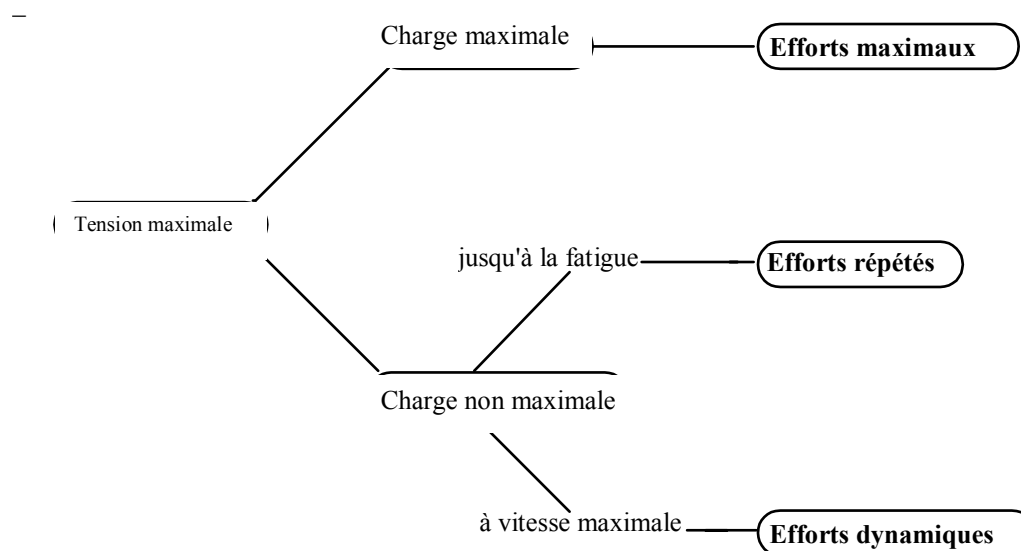


figure 18 : les méthodes de Zatsiorski

Pour Zatsiorski pour développer la force il faut créer dans le muscle des tensions maximales. Ceci peut s'obtenir de 2 manières :

- avec charge maximum.
- sans charges maximum mais jusqu'a la fatigue ou à vitesse maximum

Ces différentes méthodes présentent des avantages et des inconvénients qui sont décrits sur le tableau 19.

Méthodes	répétitions	séries	recupé.	Avantages	inconvénients
efforts maximaux	1 à 3	4 à 7	7mn	action sur les facteurs nerv.: synchronisation sur organisme frais	charges lourdes récupération longue entre les séances
efforts répétés	5 à 7	6 à 16	5mn	action sur facteurs nerv. et sur la masse musculaire	répétitions efficace sur organisme fatigué
efforts dynamiques	6 à 15	10 à 30	3 mn	action sur les facteurs nerv. action sur la montée en force	peu d'action sur la force

figure 19 : tableau résumé des 3 méthodes de Zatsiorski.

III) LES REGIMES DE CONTRACTION :

ils sont au nombre de 4 :

- isométrique
- anisométrique
 - concentrique
 - excentrique
 - pliométrique
- et nous ajoutons l'électromyostimulation.

1) LE REGIME CONCENTRIQUE :

Etudié de manière exhaustive par Delorme et Watkins il a été clairement résumé par Zatsiorski qui a décrit ces 3 méthodes. Longtemps la musculation a fonctionné sur ce seul paramètr : toute la musculation classique était concentrique.

1.1.) Données physiologiques :

Pour être efficace en concentrique il faut tenté de synchroniser volontairement les unités motrices. On ne dispose d'aucune aide extérieure.

(comme dans le cas de la pliométrie ou la synchronisation est imposée par le milieu). Sur la figure 20 Bosco (1985) montre comment pour la même performance de détente exécutée en concentrique (squatting jump) et en pliométrie (CMJ) l'activité électrique du muscle est nettement supérieure dans le cas du travail concentrique: le "concentrique" est donc favorable à un travail volontaire intéressant en période de compétition.

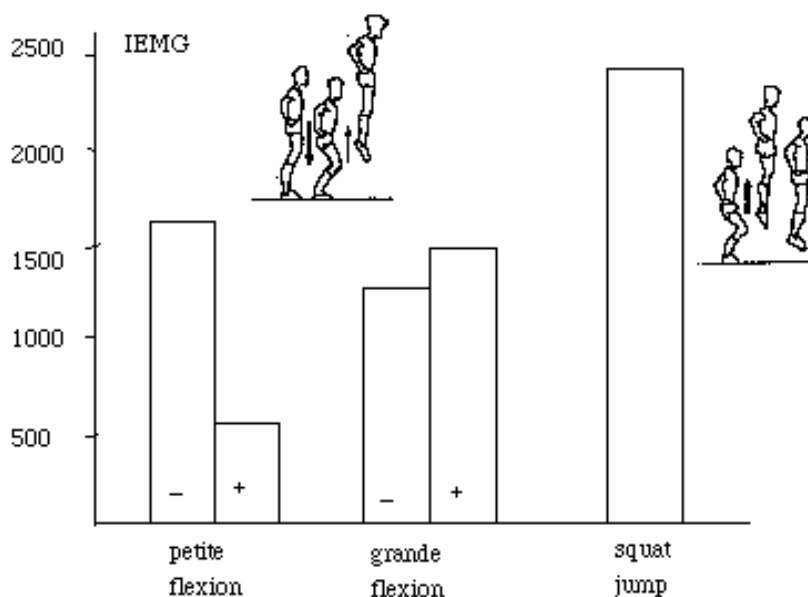


figure 20 : activité électrique en squat jump et en CMJ pour la même élévation du centre gravité.

1.2.) Les méthodes concentriques :

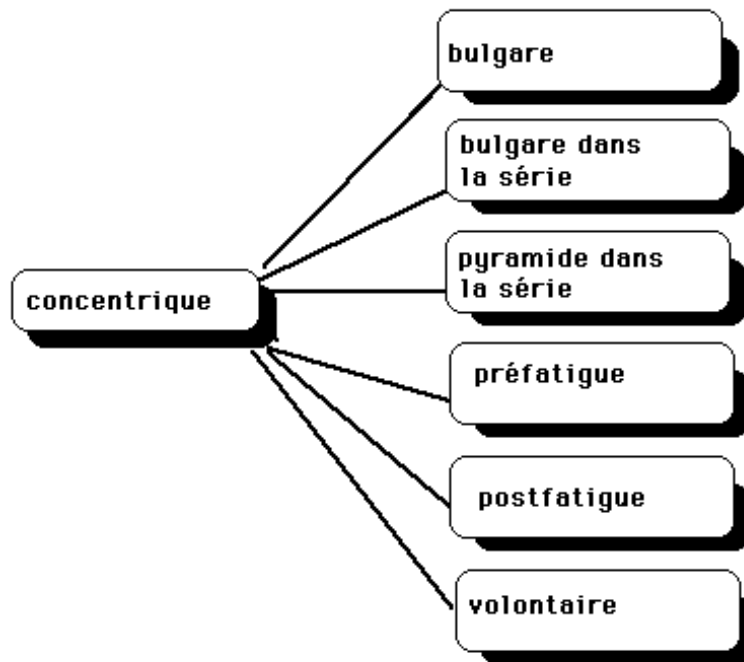


figure 21 : les méthodes concentriques.

Sur la figure 21 nous avons indiqués les méthodes les plus efficaces du régime concentrique.

La méthode bulgare : nous appelons méthode bulgare la méthode qui consiste dans la même séance à utiliser des charges lourdes et des charges légères exécutées rapidement (c'est une méthode par contraste).

Exemple :

1X6 70%

1X6 50% à vitesse maximum

Par extension nous avons introduit la méthode bulgare dans la série qui consiste à alterner dans la même série des charges lourdes et des charges légères ce qui suppose de modifier la charge pendant la série.

Exemple :

2 répétitions à 70% puis 2 à 50% puis 2 répétition à 70% puis 2 à 50%

La méthode de la pyramide dans la série : elle suppose également une modification de la charge au cours des répétitions.

Exemple :

3 répétitions à 50%, 2 répétitions à 60%, 1 répétition à 70%, 2 à 60%, 3 à 50% enchaînées

La pré et la postfatigue : la préfatigue consiste à fatiguer un muscle de façon analytique (pour le quadriceps par exemple sur une machine à quadriceps) et d'effectuer un mouvement plus global (ici le squat). On peut ainsi mieux localiser l'effort des squats sur les quadriceps.

La postfatigue consiste à inverser le processus: d'abord les squats puis la machine à quadriceps.

Le travail volontaire : il s'appuie sur le principe illustré par la figure 15: un effort comportant uniquement une phase concentrique est plus "couteux" sur le plan nerveux. C'est donc un effort favorable pour préparer "nerveusement un athlète à s'investir "volontairement". Cette méthode est efficace en période de compétition.

Exemple : en développé couché

avec une charge de 60% descendre poser la barre sur la poitrine puis après un relâchement musculaire pousser la barre de façon explosive.

2) LE REGIME ISOMETRIQUE :

Ce sont Hettinger et Muller en 1953 qui ont exploré les premiers ce type de travail. Alors qu'ils obtinrent des résultats très spectaculaires, l'isométrie à ensuite pratiquement disparu des salles d'entraînement tellement cette méthode et son efficacité ont été contestées.

2.1.) Bases physiologiques :

Connue pour ne pas développer la masse, l'isométrie présente l'intérêt de permettre à l'athlète de développer des tensions volontaires supérieures à son maximum concentrique (Schmidbleicher parle de 10%) Duchateau sur l'adducteur du pouce a montré que le travail isométrique était plus favorable que le travail concentrique à charges légères pour augmenter la force des fibres rapides. Zatsiorki mentionnait déjà (1966) que le gain de force du à l'isométrie était spécifique de la position de travail (à plus de 20° de cette position la force n'avait pas évolué.) Il existe donc d'après Sale une composante nerveuse prépondérante dans le travail isométrique. Pour Monnot un effort isométrique soutenu pendant quelques secondes entraîne une augmentation de la synchronisation des unités motrices en cours d'exercice.

2.2.) Les méthodes isométriques :

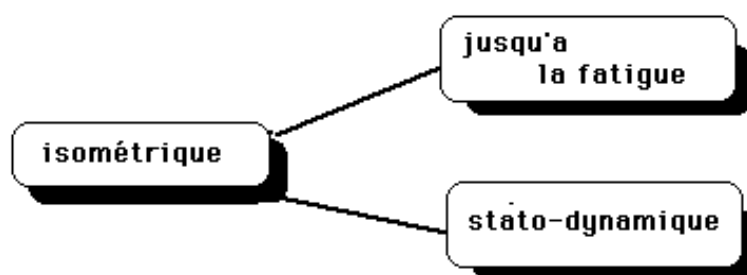


figure 22 : les principales méthodes intégrant l'isométrie.

Nous en retiendrons 2 :

Le principe de l'isométrie jusqu'à la fatigue totale : il consiste à prendre une position à la maintenir jusqu'à l'épuisement complet.

Exemple : en squat

Avec une charge de 60 à 90° tenir la position genoux fléchis à 90°.

Cette méthode est toujours couplée avec du concentrique.

Exemple :

1 répétition en isométrie jusqu'à la fatigue à 80%

2 répétitions en concentrique à 50%

1 répétition en isométrie jusqu'à la fatigue à 80%

2 répétitions en concentrique à 50%

La méthode stato-dynamique : elle doit son nom au fait que le mouvement s'effectue avec une phase statique qui se greffe sur un mouvement concentrique.

Exemple: en squat

Avec une charge de 60% descendre normalement, remonté et s'arrêter 2 secondes genoux fléchis à 90°, puis finir le mouvement de façon explosive. On effectue 6 fois 6 répétitions. Cette méthode est très efficace en période de compétition.

3) LE REGIME EXCENTRIQUE :

3.1.) Les données physiologiques :

Elles portent sur la récupération du travail excentrique et sur les incidences sur la structure du muscle.

3.1.1.) La récupération :

Le schéma de Talag montre la chronologie de la récupération des 3 types d'efforts.

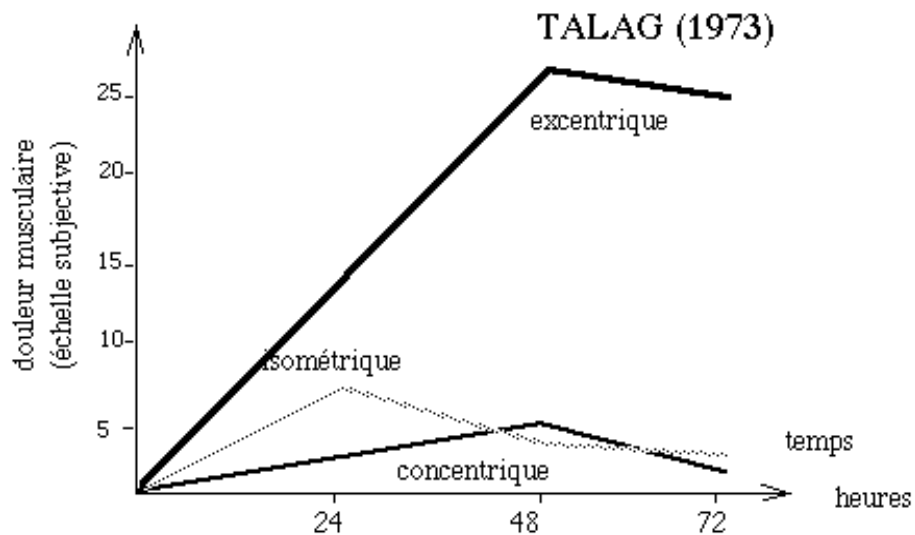


figure 23 : les courbatures suite à un effort excentrique.(d'après Talag 1973)

3.1.2.) Les perturbations musculaires:

Le travail excentrique est connu pour entraîner des lésions profondes dans le muscle.

- Au niveau de la Strie Z on constate selon l'intensité du travail :
 - soit un épaississement
 - soit une ondulation de la strie Z
 - soit carrément une rupture
- Au niveau des fibres on constate un grand nombre de fibres nécrosées surtout des fibres de types II selon certains auteurs. Au cours de la récupération on observe par contre une prolifération de cellules satellites signes selon certains chercheurs d'une régénération des fibres.
- Au niveau des myofibrilles on note une destruction importante.
- Le tissu conjonctif est également atteint.
- Enfin un rapport hydroxyproline-créatinine (Gobelet) augmenté témoigne d'une atteinte de la liaison tendon-muscle.

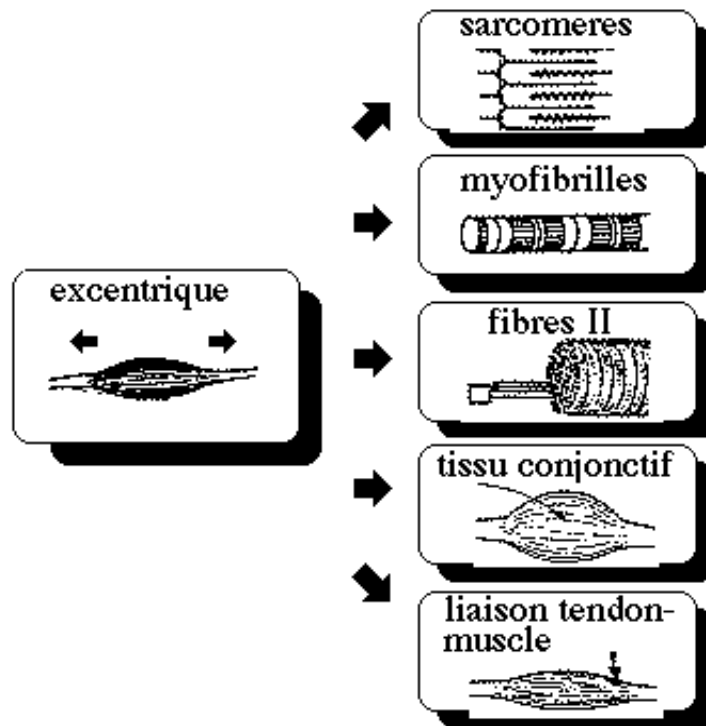


figure 24 : influence du travail excentrique sur le muscle

Ces profondes altérations doivent nous faire appréhender le travail excentrique avec prudence, ce qui veut dire :

- toujours coupler l'excentrique avec du concentrique.
- veiller à ménager une récupération assez longue entre le travail excentrique et la compétition.

3.2.) Les méthodes excentriques :

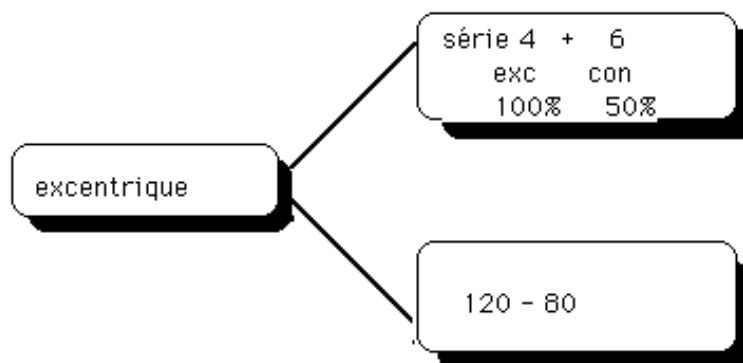


figure 25 : les méthodes excentriques.

Donnons 2 exemples :

La méthode excentrique+concentrique : elle consiste à effectuer 4 répétitions en excentrique à 100% (en développé couché par exemple l'athlète freine la descente et des aides lui remontent la barre.) et à enchaîner 6 répétitions en concentrique à 50%.

Le 120-80 : consiste à descendre une charge de 120% et à remonter une charge de 80%. Cela suppose du matériel qui peut avoir 2 allures :

- soit une bricolage (figure 26) qui permet un allègement
- soit une machine du type "portique" programmable qui permet de remplacer les poids par un moteur et ainsi de changer de charge automatiquement

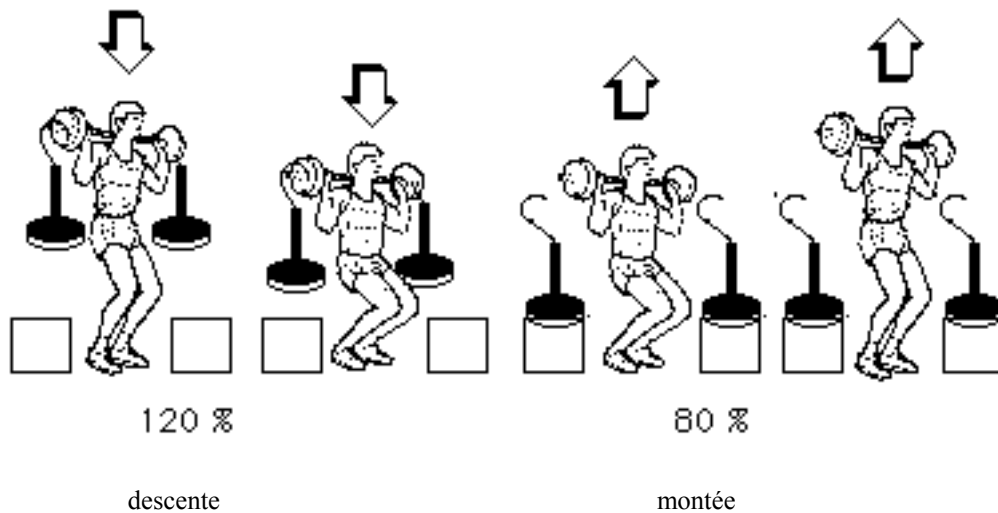


figure 26 : le 120-80.

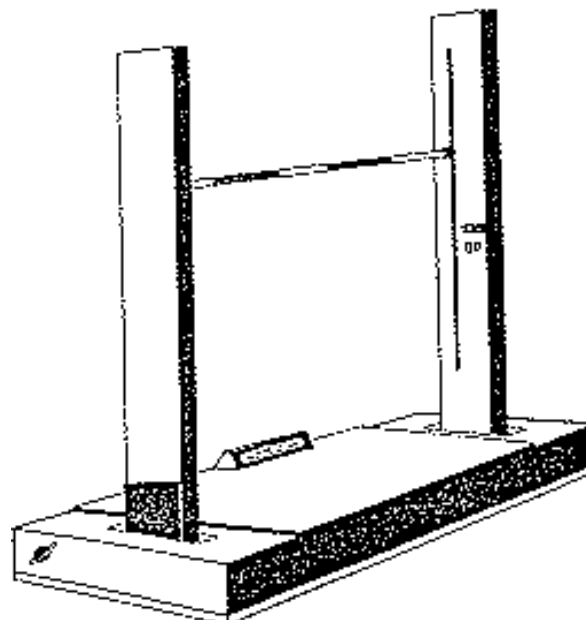


figure 27 : la machine "Bérénice" permettant de programmer les variations de charges à volonté.

4) LE REGIME PLIOMETRIQUE :

4.1.) données physiologiques :

Ce sont celles qui concernent l'étirement musculaire. (pour plus de renseignements voir "la pliométrie" ouvrage disponible à l'UFR STAPS de Dijon)

4.2.) Méthodes pliométriques :

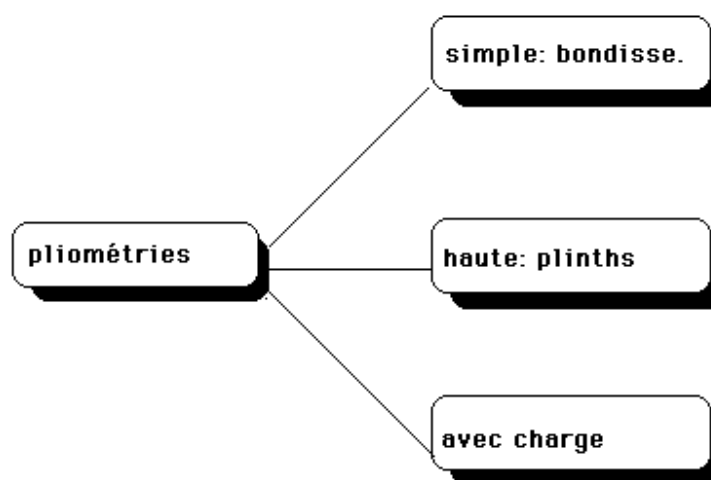


figure 28 : les méthodes pliométriques.

Nous avons retenu trois exemples :

- la pliométrie simple :

Elle est illustrée par les bondissements. (foulées bondissantes, sauts à la corde, plinths bas (20 cm), bancs etc...)

- la haute pliométrie :

Elle s'effectue avec des plinths hauts (60 à 100 cm).

Pour varier nous avons vu qu'elle peut s'exécuter avec différentes flexions de jambes: petite flexion 130°, moyenne flexion 90° et grande flexion 60°. Il est bon dans la même séance de combiner ces différentes exécutions : la figure 29 illustre une possibilité de combinaison.

Nous voyons donc que dans une même séance nous pouvons faire un seul type de flexion (on parle dans ce cas de méthode analytique) ou alors combiner 2 ou 3 angles de travail (méthode combinée).

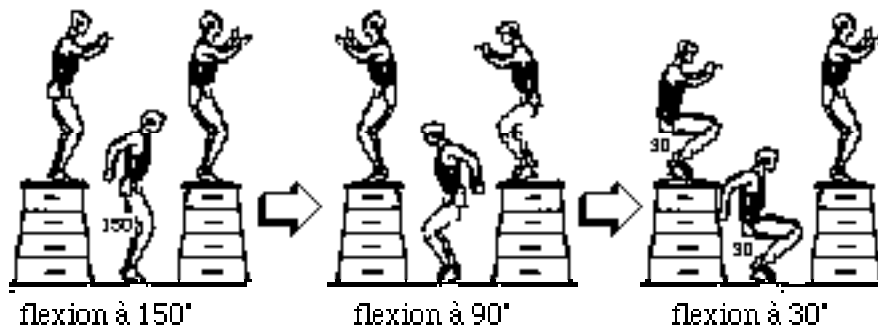


figure 29 : différentes combinaisons possibles de flexion des genoux dans l'exécution des sauts en contrebas.

La pliométrie avec charge :

Elle consiste à exécuter des squats par exemple en introduisant un ou plusieurs temps de ressort.

5) L'ELECTROMYOSTIMULATION :

Technique introduite dans le domaine de l'entraînement par Kotz (URSS) en 1970, elle a été reprise principalement au Canada par Portmann. Nous avons commencé à l'utiliser en France de façon systématique. Nous illustrerons nos travaux avec l'exemple du quadriceps. La position de travail du quadriceps est représentée sur la figure 30 .L'athlète travaille contre une résistance isométrique.

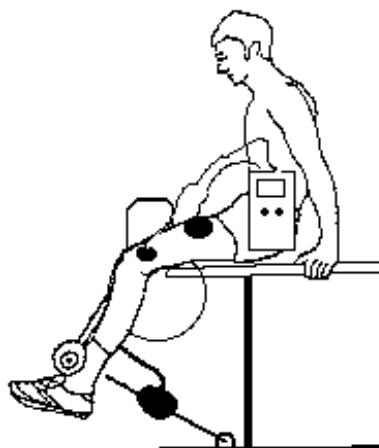


figure 30a : la stimulation du quadriceps.

La position des électrodes est représentée sur la figure 30 b. On constate une électrode supérieure de grande taille recevant les pôles négatifs et deux électrodes inférieures recevant les 2 pôles positifs.

Pour être efficace le travail en électrostimulation doit s'effectuer avec l'intensité de travail maximum supportée par l'athlète. A titre indicatif la figure 31 rapporte la

force maximum développée sous stimulation seule, exprimée en pourcentage de la force maximale volontaire.



figure 30 b : la position des électrodes pour la stimulation du quadriceps.

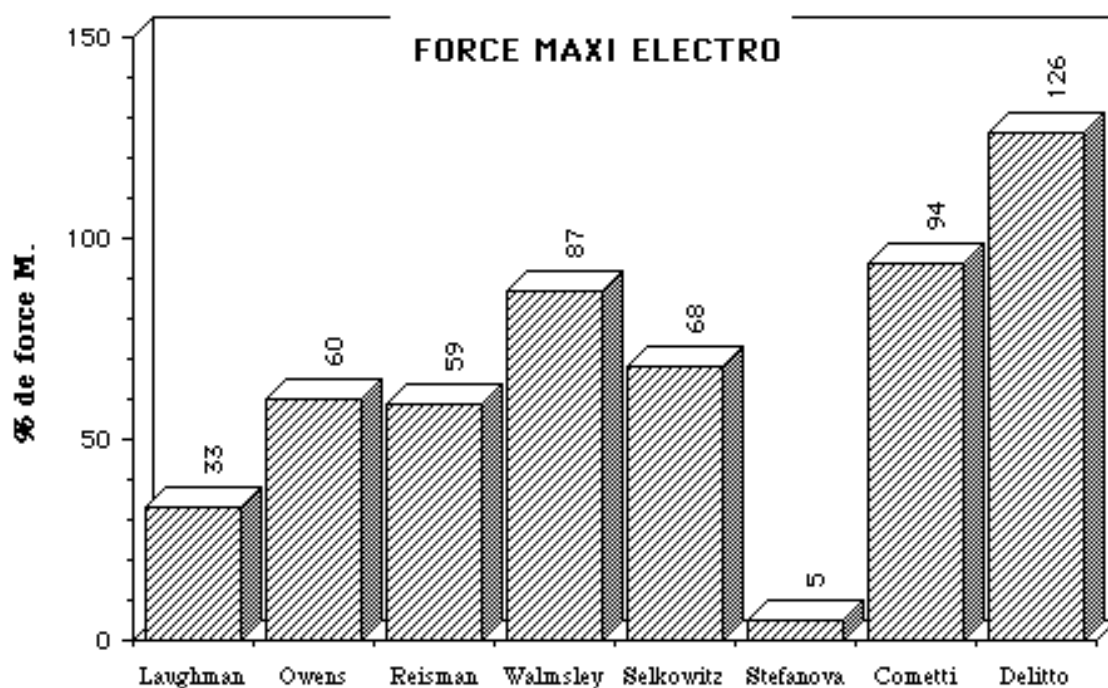


figure 31 : la force maximale obtenue par électrostimulation par différents auteurs.

Les progrès en force mesurés au "BIODEX" sont de l'ordre de 30 % pour 3 semaines de travail à raison de 3 séances de 10 mn par semaine pour un quadriceps. La figure 32 compare nos résultats avec ceux de la littérature.

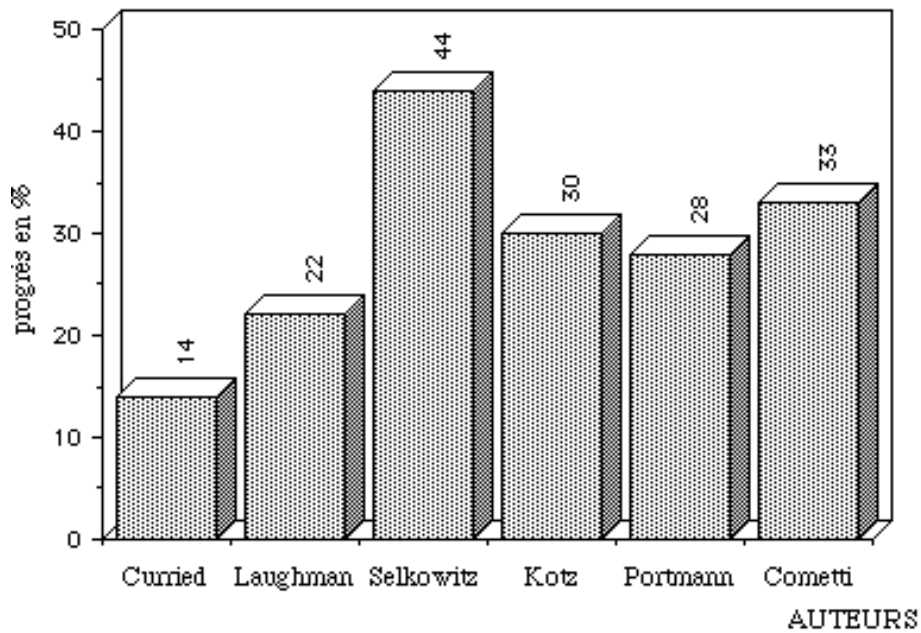


figure 32 : progrès en force après un cycle d'électrostimulation.

Nous ne parlerons ici que de l'effet de l'électrostimulation sur la masse musculaire et la détente.

La masse musculaire mesurée par scanner informatisé évolue de manière très significative en 9 séances sur 3 semaines pour le biceps brachial et le quadriceps. La figure 33 montre les progrès en pourcentage de la masse musculaire. Il faut noter que pour le quadriceps un groupe témoin travaillant en contraction volontaire n'a pas obtenu de gains comparables.

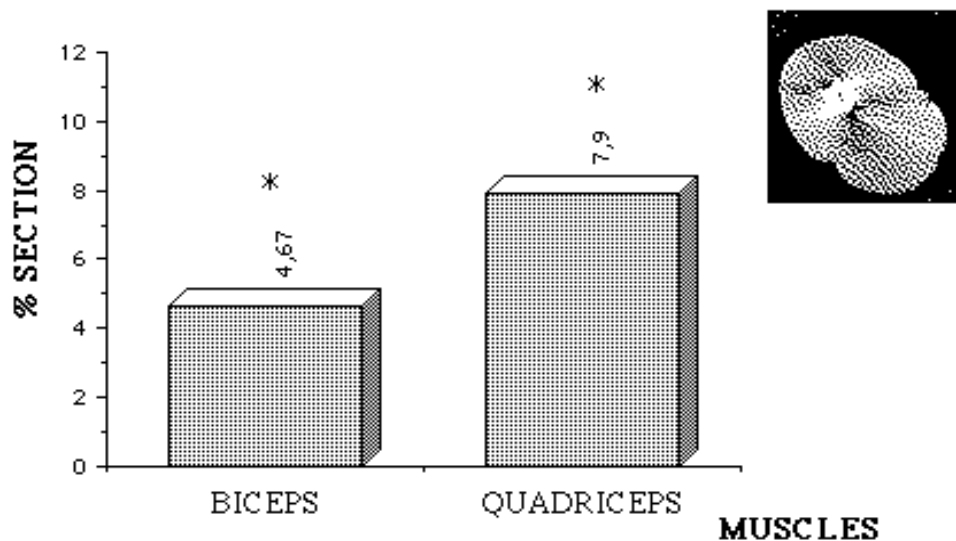


figure 33 : les gains en masse musculaire pour 2 muscles à l'issue de 3 semaines de travail en électrostimulation, mesurés au scanner.

Pour la détente, chez des sauteurs en hauteur de niveau moyen, nous avons effectué 3 semaines d'entraînement avec 2 groupes :

- un groupe s'entraînait de façon classique
- un groupe s'entraînait de la même façon avec en plus 3 séances par semaine de 10mn de stimulation du quadriceps.

Les résultats en force du quadriceps (mesurés au Biodex), en squat jump et en countermovement jump sont représentés sur la figure 34.

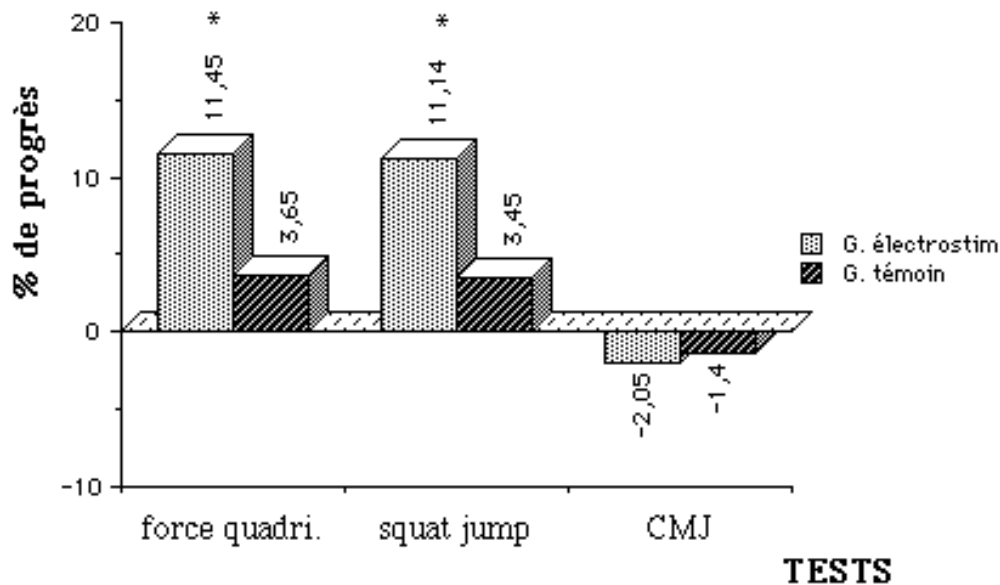


figure 34 : résultats aux tests de 2 groupes de sauteurs en hauteur.

On constate des progrès significatifs en force et en performance au squat jump. Par contre le contre mouvement jump a tendance à baisser. L'élasticité musculaire a donc tendance à diminuer au cours d'un travail d'électrostimulation, il faut donc compenser avec des exercices de pliométrie.

Conclusion :

Nous considérons que l'électrostimulation est une méthode intéressante :

- comme méthode principale pour remplacer la musculation lourde
- comme méthode complémentaire
- pour maintenir le niveau de force en période de compétition
- pour repousser le seuil de fatigue musculaire dans le cas des disciplines d'endurance
- pour augmenter la masse musculaire

Mais il faut intégrer cette méthode dans le programme des athlètes avec les autres régimes de contraction.

IV) L'ALTERNANCE DES REGIMES DE CONTRACTION :

L'idéal pour la musculation moderne consiste à alterner les régimes de contraction. Ceci apparaît clairement sur ce schéma d'une expérience de Viitassalo.

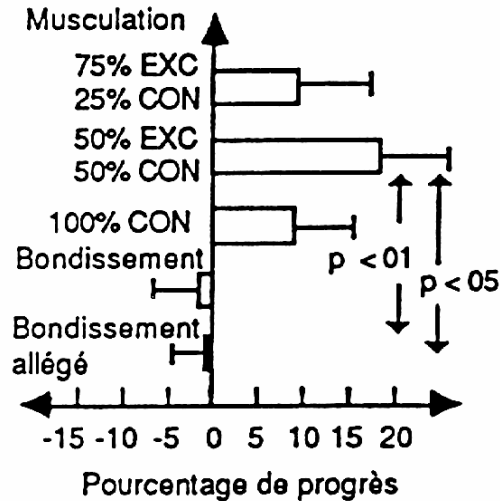


figure 35 : expérience de Viitassalo.

Il a fait 5 groupes s'entraînant différemment et il a testé les gains de force maximum.
Le premier groupe s'est entraîné 75% en excentrique 25% en concentrique
Le deuxième 50% en excentrique 50% en concentrique
Le troisième uniquement en concentrique
Le quatrième uniquement en bondissements
Et le cinquième en bondissements allégés (c'est-à-dire avec des élastiques suspendus au plafond)

On constate une efficacité plus grande du groupe 50% excentrique 50% concentrique par rapport au groupe 100% concentrique.

Ce principe de travail va pouvoir s'appliquer à 2 niveaux :

- **dans la séance** : on enchaîne des séries de régimes de contraction différents
- **dans la série** : on effectue des répétitions avec des contractions différentes dans la même série. La figure 36 montre l'inventaire de toutes les combinaisons possibles. La musculation moderne explore l'efficacité de ces différentes possibilités

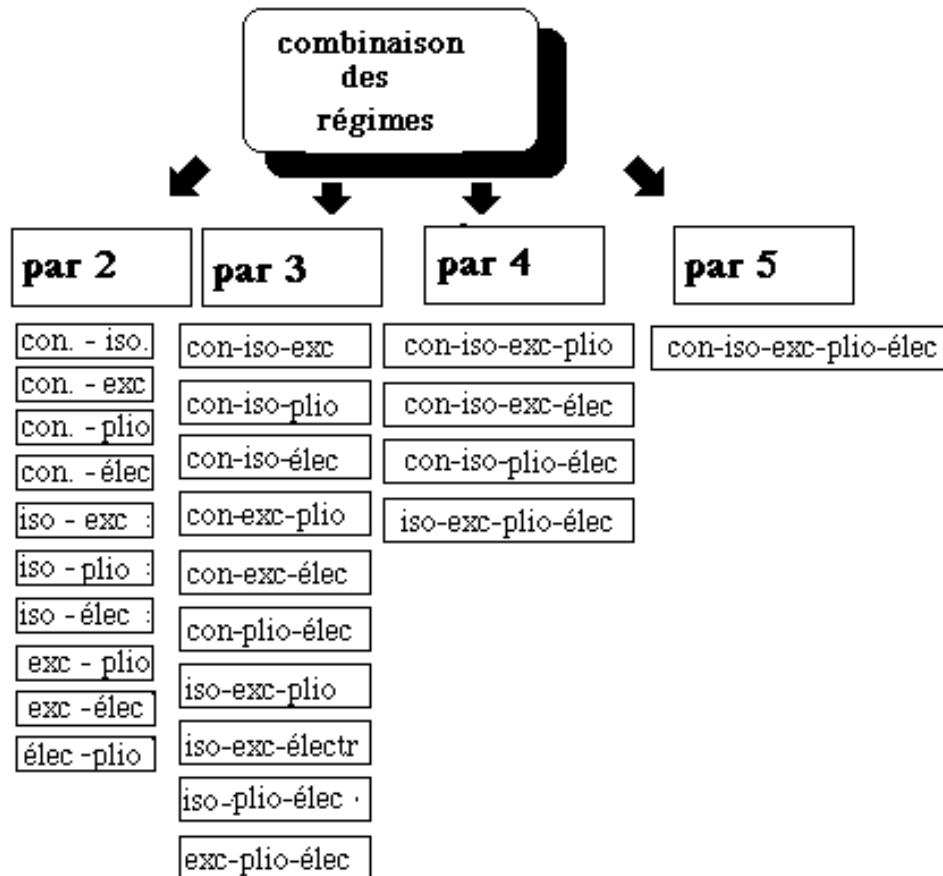


figure 36 : les différentes combinaisons de régimes de contraction.

V) LA PLANIFICATION DES EXERCICES DE FORCE :

1) Dans la séance :

Nous considérerons 2 types de séances :

- les séances destinées à développer la force maximale où l'athlète ne travaille qu'avec les barres
- les séances destinées à développer la force spécifique aux différentes disciplines où l'athlète alterne des exercices avec charges lourdes et des situations spécifiques. (fig.37).

Les séances actuelles sont souvent des séances construites sur la base d'un enchaînement des différents régimes à l'intérieur même de la séance.

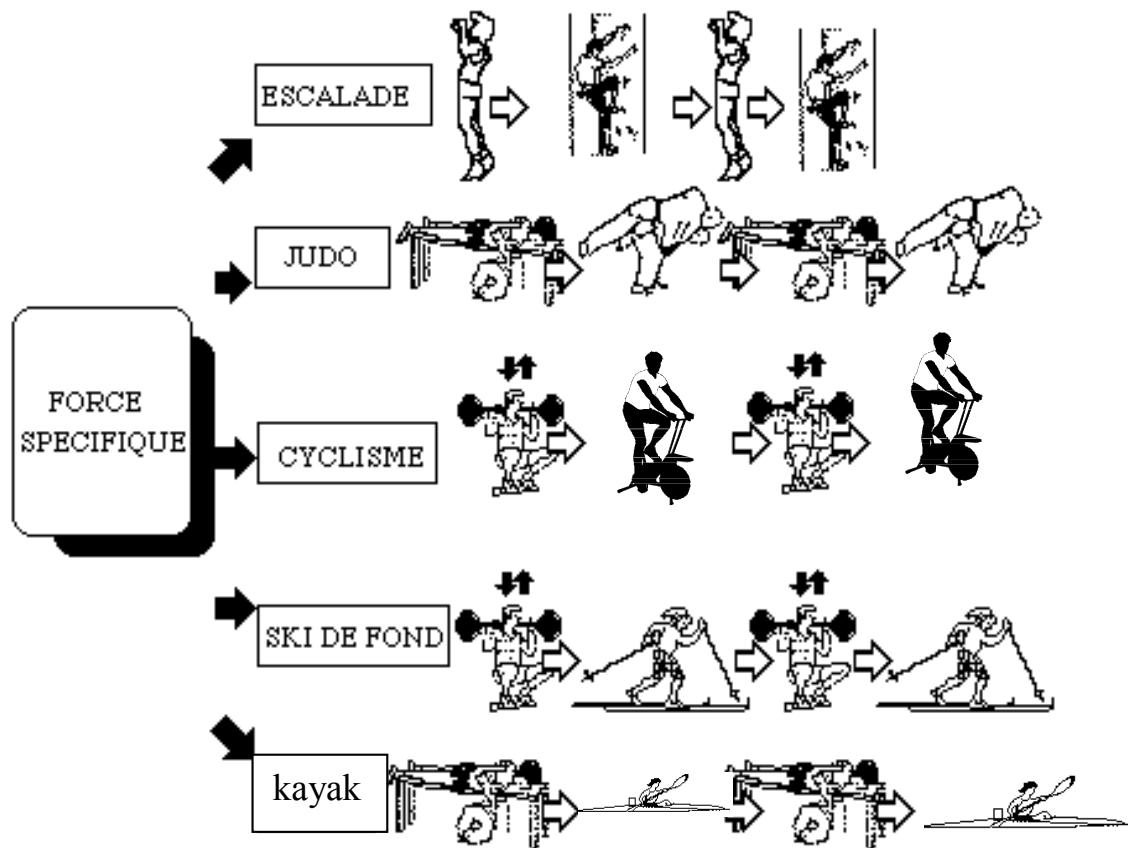


figure 37 : exemples d'enchaînement effectués pour développer la force spécifique.

2) Dans la semaine :

Il est souhaitable d'alterner les exercices de musculation avec les exercices techniques ou la course; En effet la musculation sollicite les articulations de manière intense il est bon le lendemain de faire fonctionner ces éléments de manière plus relâchée.

3) Dans le cycle :

La durée idéale du cycle est aujourd'hui de 3 semaines pour les disciplines de force explosive. La figure 38 illustre le profil des 3 semaines.

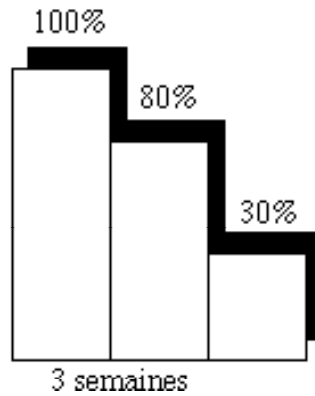


figure 38 : le profil du cycle de travail (d'après Tchiene)

La première semaine est effectuée au maximum des possibilités d'entraînement, c'est-à-dire à 100%.

La deuxième semaine diminue en volume de travail pour ne comporter que 80% de la quantité de travail de la première semaine.

La troisième semaine est constituée d'un repos relatif à 30% du volume de travail avec la plupart du temps des tests.

4) le bloc :

Cette notion introduite par Vercoshanski consiste à mettre l'accent sur une qualité physique pendant un temps assez long pour nous le bloc correspondra à 2 cycles. (figure 39)

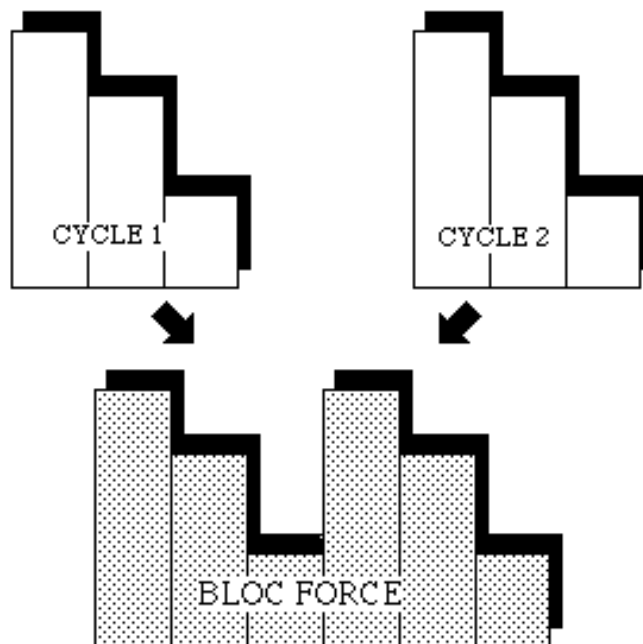


figure 39 : le bloc.

On alternera ainsi des blocs de "force" et des "blocs" techniques.

5) la période :

Elle est constituée par un bloc de force et un bloc technique suivi des compétitions.

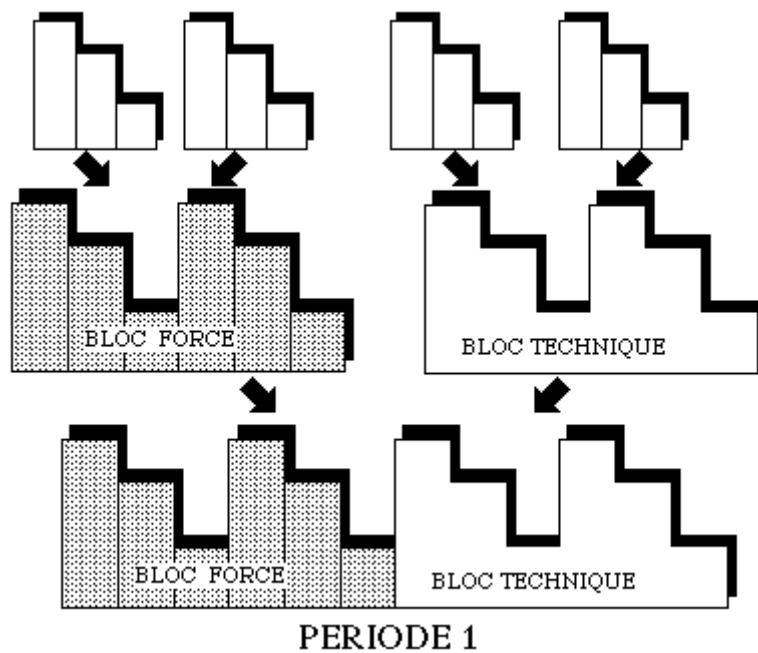


figure 40 : la période (G. Cometti, les méthodes modernes de musculation)

6) l'année :

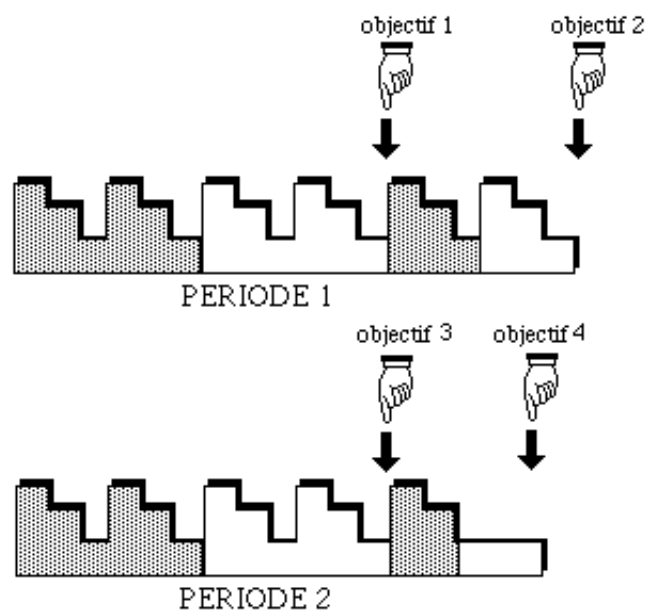


figure 41 : La planification de l'année en "double périodisation".

Avec Verchosanski on parle aujourd'hui de "double périodisation".

7) L'alternance des régimes de contraction :

La planification moderne consiste à alterner les méthodes et les régimes de contraction au cours de l'année en tenant compte des effets respectifs des différentes méthodes.

La figure 42 représente la planification sur une demi année d'un lanceur de poids de niveau national. On voit évoluer les régimes de contraction en fonction de la période.

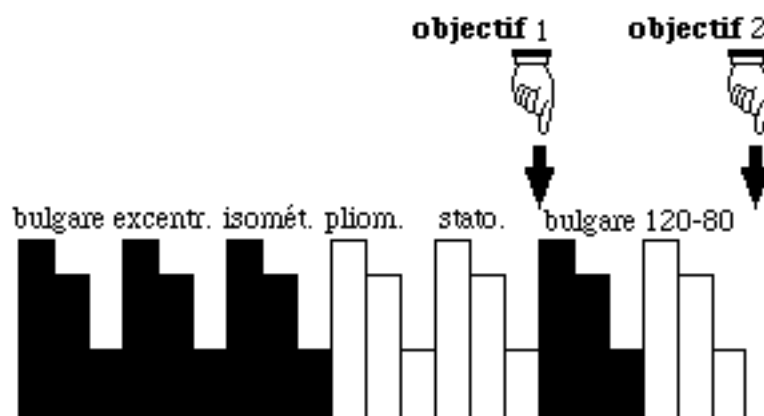


figure 42 : planification d'une demi année d'un lanceur de poids.

(cet article est un résumé de l'ouvrage "les méthodes modernes de musculation" pour tous renseignements: G Cometti UFR STAPS Dijon université de Bourgogne, BP 138, 21004 Dijon Cedex)

BIBLIOGRAPHIE

- Adam K. und Vercoshanski Y. V. (1976) *Modernes Krafttraining in Sport*, Berlin: Bartels und Wernitz.
- Bosco C. (1985) L'effetto del pre-stiramento sul comportamento del muscolo scheletrico e considerazioni fisiologiche sulla forza esplosiva. In *Atleticastudi* jan-fev . 7-117
- Bosco C. (1985) *Elasticita moscolare e forza esplosiva nelle attivita fisico-sportive*, Roma: sociéta stampa sportiva.
- Cerretelli, P and Di Prampero, P. E. (1985) *Sport, ambiente e limite umane*, Milano: ed. Mondadori.
- Cometti G., (1988) *La pliométrie*, UFR STAPS, université de Bourgogne, BP 138, 21004, Dijon cedex
- Cometti G., (1989) *les méthodes modernes de musculation, tome 1, données théoriques*, 350 p, UFR STAPS, université de Bourgogne, Dijon.
- Cometti G., (1990) *les méthodes modernes de musculation, tome 2, données pratiques*, 300 p, UFR STAPS, université de Bourgogne, Dijon.
- Duchateau J. (1981) *Contribution à l'étude des mécanismes physiologiques des effets de l'entraînement sur la contraction musculaire*. Thèse de doctorat en éducation physique. Université libre de Bruxelles, 210 p
- Duchateau J. (1984) Isométric or dynamic training: differential effects on mechanical properties of a human muscle, *Journal of applied physiology*, 56, (2), 296-301.
- Fox E.L. and Matthews D.K. (1984) *Bases physiologiques de l'entraînement*, Paris: Vigot.
- Friden J., (1984) Muscle soreness after exercise; implication of morphological changes, *Int. J. Sports Medecine*, 5, 57-58.
- Friden J., Kjorell U., Thornell L. E., (1984) Delayed muscle soreness and Cytoskeletal altérations: an immunocytological stucky in man. *Int. J. Sports Medecine*, 5, 15-18.
- Gambetta V. (1987) *Les principes de l'entraînement pliométrique*, In traduction Insep n° 579. (edited by Insep)
- Gerbeaux, M. (1984) *Développement musculaire et croissance chez l'enfant et l'adolescent*. Thèse de 3e cycle de l'université de Lille.
- Goubel F. Van Hoecke J. (1982) *Biomécanique et geste sportif*, In *Cinésiologie XXI*, 41-51.
- Hakkinen, K. and Komi, P. V. (1981) Effect of différent combined concentric and eccentric muscle work regimens on maximal strenth development. In *Journal of Human Movement Studies*, 7, 33-34.
- Harre D. (1976) *Trainingslehre*. Berlin: Sportverlag.
- Hauptmann, M. and Harre, D. (1985) *Training zur Ausbildung der Maximalkraftfähigkeit*. In *Théorie und Praxis der Körperkultur*, n°9, 698-706.

- Helal, H. and Pousson M. (1986) La force. In memento de l'éducateur sportif, 2e degré. Insep publication, 143-160
- Johnson B. L. (1972) Eccentric vs concentric muscle training for strength development, *Medicine and science in sport*, 4, 2, 111-115.
- Kousneytsov, V,V, (1980) *Musculation à l'usage des sportifs de haute qualification*. Moscou: ed Fyzkouloura y sport.
- Letzelter H. (1983) *Ziele, Methode und Inhalte des Krafttraining*, Hamburg, Verlag Ingrid Czwalina.
- Lundin P. (1985) *Revue de l'entraînement pliométrique*, In traduction Insep n° 558. (edited by Insep)
- Lyleire, J.C. (1985) *Les cinétiques de récupération des propriétés contractiles du muscle humain après fatigue de musculation*. Thèse de troisième cycle, université de Lille.
- Marini J. F. (1981) *Contribution à l'étude des incidences de deux formes d'entraînement sur les caractéristiques histochimiques et mécaniques du muscle strié squelettique*. D.E.A. université de technologie de Compiègne.
- Pletnev, B. (1975) The effectiveness of different regimens of muscle work with equivalent loads. *Theory and practice of Physical Culture*, 10, 20-23
- Pletnev, B. (1976) The dynamics of muscle strength using different combined work with equivalent loads. *Theory and practice of Physical Culture*, 9, 19-22
- Poulain P. (1985) *Modifications des propriétés mécaniques du muscle humain après entraînement de la force*, Thèse de 3e cycle, université de Lille.
- Schmidtbleicher D. (1985) *Classification des méthodes d'entraînement en musculation*. In traduction Insep n°498. (edited by Insep)
- Schmidtbleicher D. (1985) *L'entraînement de force; 1ere partie: classification des méthodes*. Sciences du sport, août 1985.
- Schmidtbleicher D. (1985) *L'entraînement de force; 2ème partie: l'analyse structurelle de la force motrice et de son application à l'entraînement*. Sciences du sport, septembre 1985
- Thépaut-Mathieu C. (1984) *Modification de la force musculaire et de l'activité des motoneurones au cours d'un entraînement isométrique chez l'homme*. Thèse de doctorat de 3 e cycle, université P. et M. Curie, Paris 6. 87 p
- Thys H. (1975) Effet de l'amplitude du mouvement sur le rôle joué par l'élasticité musculaire dans l'exercice, In revue *éducation physique*, XV, 3.
- Tschienne P. (1986) *Modifications dans la structure du cycle annuel d'entraînement*. In traduction Insep n°547. (edited by Insep)
- Viitassalo L.T. Bosco C. (1982) Electromechanical behaviour of human muscles in vertical jump, In *European Journal of Applied physiology*, 48, 253.
- Vercoshanski J .V. (1985) *Modèle d'organisation de la charge d'entraînement au cours du cycle annuel*, In traduction Insep n°472. (edited by Insep)
- Vercoshanski J .V. (1987) *La programmazione e l'organizzazione del processo di allenamento*. Società stampa sportiva, Roma.
- Vercoshanski J .V. (1982) *Le basi dell'allenamento della forza speciale nello sport*, Moscou.

Volkov, V.M. (1977) Processus de récupération en sport, Moscou: F.I.S.
Weineck, J. (1983) Manuel d'entraînement, Paris: Vigot.
Zatsiorski V. M. (1966) Les qualités physiques du sportif, In traduction Insep.