

La force et ses méthodes de développement



ProSportConcept
Formation aux metiers du sport

*Christophe DAMIEN Formation 2023/2024
MAIORANA Matteo*

sommaire

- Définition
- Discussion générale autour de la force
- Les tests de départ
- Les paramètres d'effort
- Excentrique supra maximal
- travail isométrique et force
- Programme 5x5
- Programme 5/3/1
- Méthode conjuguée
- Méthodes dérivées (efforts dynamiques et répétés)
- Le profilage force vitesse

Définition

La force musculaire est la capacité d'un muscle à exercer une force contre une résistance.

Logiquement, la force maximale sera alors la capacité de l'organisme à soulever la charge la plus lourde possible.

Il existe néanmoins différents types de force maximale:

- Force maximale concentrique
- Force maximale excentrique (environ 20% > concentrique)
- Force maximale isométrique

Autres définitions importantes, la force absolue (isométrique): celle-ci serait atteinte si toutes les fibres étaient recrutées et synchronisées dans leurs totalités et dans le même temps.

Pour protéger les muscles d'un recrutement total et donc de possibles lésions, l'organisme limitera naturellement le recrutement du nombre de fibres musculaires.

L'entraînement va donc consister à faire tendre la force maximale volontaire vers la force absolue.

Discussions générales

« la force maximale contrôle l'ensemble des autres types de force »

Louis Simmons

Le développement de la force maximale fait partie des qualités physiques fondamentales, elle est déterminante dans le développement de nombreuses autres qualités.

Son optimisation permet d'améliorer la synchronisation intramusculaire ce qui signifie que les unités motrices sont recrutées en nombre (recrutement spatial) et dans le même temps lors de la réalisation du mouvement (recrutement temporel).

Elle permet l'amélioration de la coordination intermusculaire lors de l'exécution d'un mouvement complexe où plusieurs muscles et articulations entrent en jeu.

La coordination de l'intervention de ces différents muscles sera un élément optimisé par l'entraînement de la force maximale.

Logiquement, le développement de la force maximale permettra alors d'améliorer autant des qualités de vitesse, que d'endurance ou autre pour les raisons citées ici.

Discussions générales

La force maximale ainsi que les autres types de force (puissance, force endurance, force vitesse...) nécessitent avant tout un développement des fibres IIX même si là aussi, un entraînement mobilisant prioritairement les fibres IIA ou de type I permettront également un développement de la force maximale mais de manière nettement moins directe.

Le reflexe myotatique jouera lui aussi un rôle prédominant dans le travail de force, celui-ci pouvant permettre des gains de force allant jusqu'à 20% comparé à une contraction concentrique volontaire simple.

Le meilleur moyen d'optimiser le reflexe myotatique étant le travail en pliométrie, on peut dire que celle ci permet d'améliorer la force maximale.

Rappel sur les types de fibres musculaire

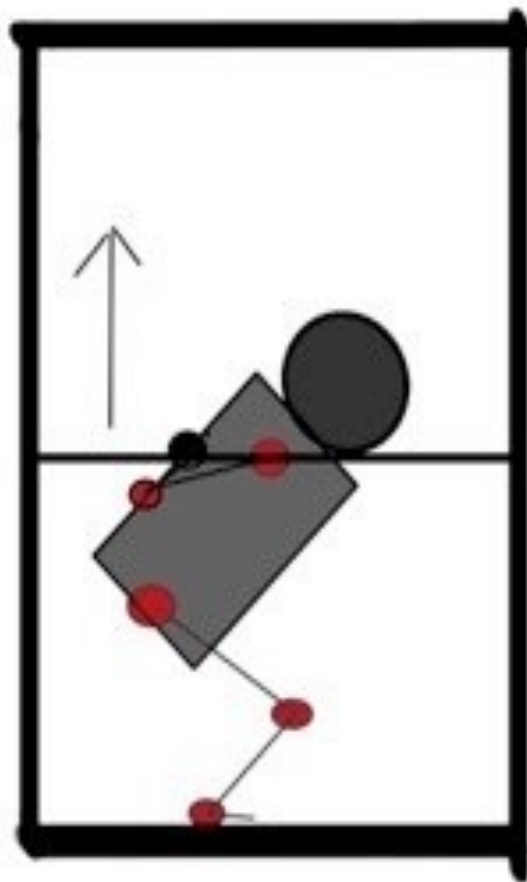
Les fibres I: Elles sont dites **très lentes** (capacité plus faible à transmettre rapidement l'influx nerveux), **très faibles** au niveau force (faible nombre de myofibrilles), mais aussi **plus endurantes** (utilisation préférentielle du métabolisme aérobie car beaucoup de capillaires, de mitochondries et de myoglobine)

Les fibres IIx : Elles sont **extrêmement rapides et fortes** (grand nombre de myofibrilles) et **très fatigable**.

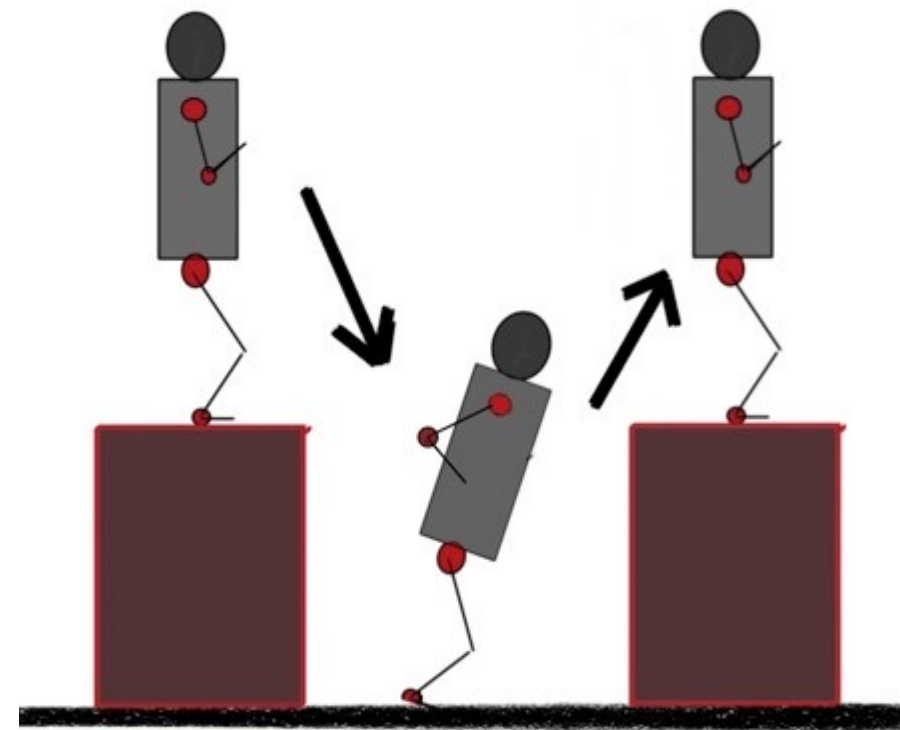
Les fibres IIa: Elles sont des fibres **intermédiaires** entre les types I et les types IIa, donc moyennement fatigables, moyennement fortes et moyennement endurantes.

Discussions générales

Isométrique maximale
(100%)



Force maximale pliométrie
150 à 200%



Cf cours sur la pliométrie

Les tests de départ

Tout programme visant le développement de force max débutera forcément par une évaluation des 1rm de certains mouvements. Généralement on choisira des exercices de bases, poly-articulaires, sur des patterns spécifiques aux gestes sportifs de la personne. Les mouvements de force athlétique et d'haltérophilie seront le plus souvent ceux qui seront privilégiés mais certains autres mouvements sont envisageables (rowing, dvp militaire, tractions, dips...)

La méthode la plus simple étant de déterminer de manière directe le 1 rm la personne. En effectuant une gamme montante jusqu'à trouver la charge la plus lourde qu'elle est capable de soulever sur un mouvement et sur une seule rep.

En revanche il n'est pas toujours possible d'effectuer un test du 1 rm, pratiquant débutant, technique imparfaite, douleurs articulaires, mouvement dangereux sur 1 rep ou difficile à évaluer, dans ces cas il existe plusieurs méthodes de calcul possibles à partir du 3rm, 5rm voir plus. Néanmoins plus vous choisirez une méthode loin du 1rm plus le résultat sera approximatif, à vous de trouver le bon compromis en fonction du profil de la personne

Les tests de départ

- La méthode la plus simple pour estimer le 1rm en réalisant un rm inférieur étant d'utiliser la table de Berger

% du 1 RM	Nombre de rep
100%	1
96,9%	2
93,1%	3
89,8%	4
87,4%	5
85,8%	6
82,9%	7
80,4%	8
78,6%	9
76,2%	10
70%	15
65%	20-25
60%	25

La formule d'EPLEY

1RM = (poids soulevé x nombre de répétitions/30)+poids soulevé
Exemple: 80kg x9 reps/30 +80 = 104 kg

La formule de Brzycki

1RM = charge soulevée / (1,0278 – (0,0278 x nombre de répétitions))
Exemple pour 50 kg soulevés 8 fois
1 RM= 50 : (1,0278- (0.0278 x 8 reps)) soit 62.08kg.

Les paramètres d'effort

Il n'existe pas de frontières strictes entre les différentes qualités physiques de cette manière il est vrai que des séries courtes avec une vitesse importante (efforts dynamiques) ou une série de plus de 10 répétitions (efforts répétés) permettra indirectement d'améliorer la force maximale.

Cela étant dit il existe des paramètres d'effort spécifique à la force maximale:

- TSTT inférieur à 20''
- Série de 1 à 6 rep (selon TSTT)
- Entre 85% et 100% en concentrique
- Entre 100% et 120% en travail excentrique seul
- RPE 8 à 10
- Proche du RM AU RM
- Récup entre 3' (récup incomplète) et 10' lors de séance très lourde

Excentrique supra-maximal

Le travail excentrique supra-maximal consiste à utiliser une charge au-delà de votre 1RM en effectuant uniquement la phase excentrique du mouvement. La phase concentrique sera soit réalisée avec l'aide importante d'un pareur soit par une personne de chaque côté de la barre pour la remonter.

La force musculaire excentrique est supérieure à sa force concentrique, il sera donc possible de contrôler la phase négative du mouvement avec des charges allant de 20% à 30% au dessus de votre 1RM.

Cependant il n'est pas utile de dépasser 120% de votre 1RM pour réaliser ce type de séances.

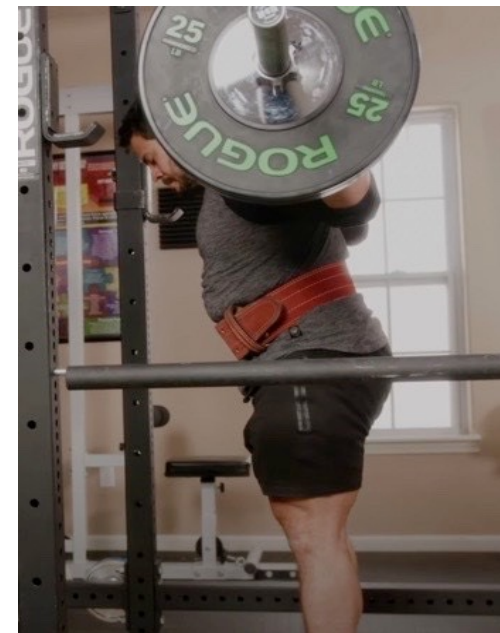
Ce type de travail est extrêmement traumatique musculairement parlant mais également pour le système nerveux. Les séances excentriques devront être espacées de 6 jours minimum et il ne faut pas réaliser de séances de force lors de cette période de récupération.

Excentrique supra-maximal

Les releasers wheight
Outils spécifique au
travail excentrique

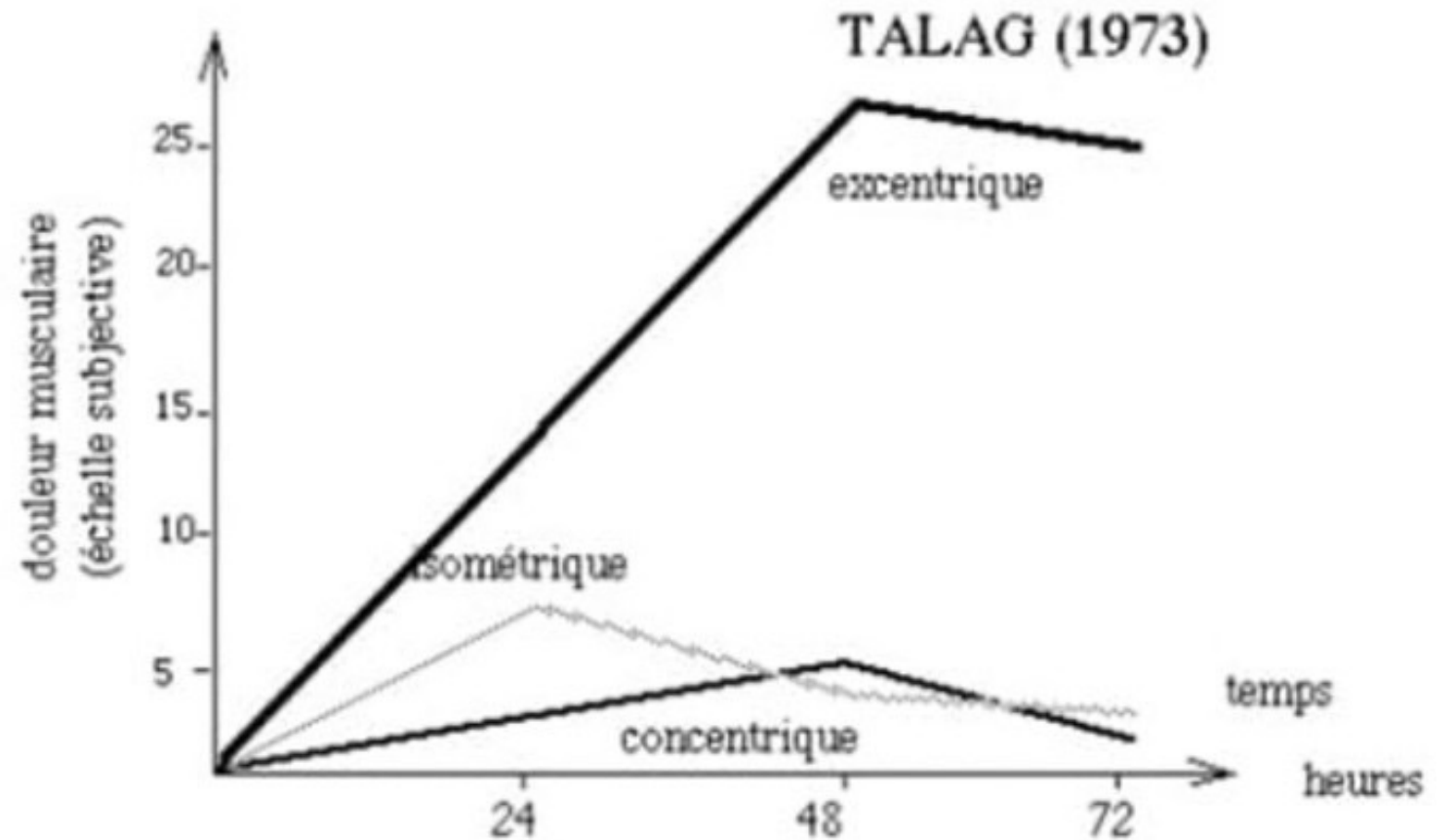


Mise en place pour la réalisation
d'une répétition excentrique



Excentrique supra-maximal

Ce tableau nous montre les douleurs ressentis par des cobayes suite à un entrainement type excentrique, isométrique ou concentrique.
Sans surprise le travail excentrique arrive loin devant, provoquant un pic de douleur 48h suivant la séance



Excentrique supra-maximal

Le travail excentrique supra-maximal permet des gains importants de force, à condition de l'utiliser à bon escient et de respecter des périodes de repos importantes entre les séances. Mais il offre également d'autres avantages:

- Amélioration de la force, densité et résistance des tendons
- Amélioration du contrôle moteur
- Amélioration coordination intermusculaire
- Désinhibition psychologique sur les charges lourdes

Les effets positifs de ce type de travail apparaîtront 6 semaines plus tard pour une séance isolée et 8 à 10 semaines si vous avez réalisé un cycle complet de travail sur ce thème là.

Excentrique supra-maximal

Dans les faits, le travail excentrique supra-max offre un ratio bénéfice risque largement déficitaire du fait du taux de lésions musculaires importants et d'une sur-fatigue du système nerveux très élevés.

Dans la pratique il s'avère extrêmement dangereux d'utiliser ce type d'entraînement sur des exercices à haute intensité comme le squat.

Il faut garder à l'esprit que la moindre faute technique (poignet trop cassé, genou qui rentre, buste trop en avant...) aura des conséquences immédiates et importantes lors de l'utilisation de charge supra maximale.

travail isométrique et force max

On différencie deux types de contraction isométrique différentes Isométrie concentrique et isométrie excentrique

Rappelons que:

- l'excentrique (phase négative) est une contraction musculaire lorsque les points d'insertion musculaire s'éloignent les un des autres
- Le concentrique (phase positive) à l'inverse est une contraction musculaire avec rapprochement des points d'insertion.
- L'isométrie est une contraction musculaire sans déplacement des points d'insertion musculaire

Dans ce cas comment pourrions nous avoir une contraction à la phase isométrique et concentrique ou excentrique?

une contraction isométrique concentrique sera l'action de chercher à déplacer une charge supra maximale
ex: pousser contre une barreposée sur des racks chargée au-delà de son 1rm

Une contraction isométrique excentrique sera l'action d'empêcher, de retenir la phase négative d'un mouvement
Ex: rester statique à la moitié de la descente d'un squat

travail isométrique et force max

Dans les faits, inclure des contractions isométriques dans un programme d'entraînement, en vue d'améliorer la force maximale est une très bonne idée.

Selon l'étude *Babbault et coll en 2001* il est possible de stimuler plus de 5% d'unités motrices supplémentaires lors d'action excentrique ou concentrique maximale.

Selon de nombreuses études (Allen 1995, Allen 1998, Belanger et Comas 1981, Enoka 1998, Gandevia 1998, Mc Kenzie 1988, Merton 1954, newham 1991, Yue 2000...), il est possible de stimuler quasiment l'ensemble des unités motrices lors d'une action isométrique maximale (iso concentrique)

De plus cette capacité de recrutement des unités motrices en isométrie serait tout à fait transférable même sur des efforts dynamiques.

De plus le travail isométrique présente l'avantage de ne créer que très peu de dégradation musculaire et une faible sollicitation du système nerveux central comparé à des efforts concentrique et excentrique.

travail isométrique et force max

Points négatifs de ce type de travail, les gains de force se feront uniquement sur l'angle de travail.

Il faut donc veiller à bien sélectionner les angulations faibles du mouvement et travailler essentiellement sur ces derniers.

les points clés pour la force:

- 3 à 6 sec d'isométrie
- Soit lourd en iso excentrique soit en iso concentrique
- Contraction musculaire maximale
- Plus efficace si réalisé en fin d'entraînement (Brunner 1990)
- Trois angulations différentes minimum
- Minimum 60 sec de récup
- À combiner avec des efforts dynamiques

Le programme 5x5



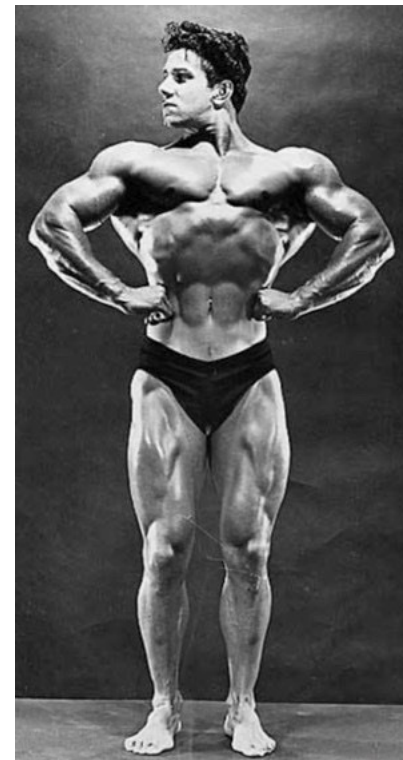
Bill Star

Initialement développé par Reg park (mentor du célèbre Arnold Scharzenegger) pour aider les culturistes à améliorer leur force et leur masse musculaire, il exposa sa méthode pour la première fois au grand public dans son livre:

« strength and bulk training for weightlifters and bodybuilders »

Malgré tout, cette méthodologie d'entraînement fut fortement popularisée par le célèbre strength coach Bill Star qui l'adapta pour la préparation physique de différents sports comme le foot US ou la lutte.

Reg Park



Le programme 5x5

Il explique notamment dans son livre « *the strongest shall survive* » que les recherches de l'époque démontrent que 4 à 6 séries de 4 à 6 rep seraient idéales pour le développement de la force max et qu'il a alors décidé de prendre le chiffre médian de ces deux données pour des raisons de simplicité de compréhension

La force de ce programme réside dans sa simplicité de compréhension et d'utilisation.

Il en existe de nombreuses versions et variantes mais la plus connue consiste en trois séances d'entraînement par semaine espacées chacun d'un jour de repos (lundi, mercredi, vendredi), en full body.

Ce programme est composé essentiellement de mouvements basiques, poly-articulaires comme le squat, le développé couché, les épaulés ou le soulevé de terre.

À cela viennent s'ajouter quelques mouvements d'assistance tels que le développé militaire ou le rowing barre.

Avant de commencer ce programme il est donc nécessaire d'effectuer des tests de 5 rm sur les exercices que vous utiliserez pendant ce programme d'entraînement

Le programme 5x5

Sur les trois jours, le premier est appelé entraînement lourd car l'ensemble des exercices seront effectués proche au RM lors de la dernière série.

le deuxième et troisième jour combineront des exercices proches du 5 rm et d'autres plus légers.

Pour les exercices lourds appelés « ramping to top set » Bill Star préconise 5 séries de 5 rep décomposée ainsi:
40%X5 / 55%X5 / 70%X5 / 85%X5 / 100%X5 en se basant sur le 5 rm

Les autres exercices sont effectués soit à 65% soit à 80% du 5 rm, avec à chaque fois 5 séries à la même charge. Les séries à 65% seront orientés sur le travail de vitesse et les séries à 80% plutôt hypertrophie fonctionnelle.

Le programme 5x5

LUNDI:

- Squats 5x5 (ramping to set) R:3 à 5 min
- Développé couché: 5x5 (ramping top set) R:3 à 5 min
- soulevé de terre: 5x5 (ramping top set) R:3 à 5 min

MERCREDI:

- Squats : 5x5 poids légers (65% du poids de lundi)
- Développé militaire : 5x5 (ramping top set) R:3 à 5 min
- rowing barre: 5x5 (ramping top set) R:3 à 5 min

VENDREDI:

- Squats : 5x5 poids moyens (80% du poids de lundi)
- Développé couché : 5x5 poids moyens (80% du poids de lundi)
- soulevé de terre: 5x5 poids légers (65% du poids de lundi)

Le programme 5x5

Pour que ce programme soit efficace il est recommandé de ne pas réellement commencer directement en utilisant 100% du 5RM sur les séries « ramping to top set » mais à environ 90% et d'ajouter un peu de poids toutes les semaines afin d'arriver à 100% seulement à partir de la troisième ou quatrième semaine.

Il est tout à fait possible se servir de la base et de la logique de ce programme et de le modifier afin de l'adapter au besoin et niveau du pratiquant.

Notamment en modifiant le choix des exos, le volume, en ajoutant une notion de tempo...

Le programme 5/3/1

L'HISTOIRE DU 5/3/1



Créée par Jim Wendler, un Powerlifter américain dont les performances sont impressionnantes : 320kg au Soulevé de Terre, 306kg au Développé Couché et 455kg au Squat, le 5/3/1 est une des méthodes les plus connues visant de le développement de la force.

Jim Wendler, alors jeune papa, devant concilier ses occupations familiales et professionnelles en plus de son entraînement, a voulu élaborer une méthode simple et rapide à mettre en pratique et qui donnerait des résultats concrets.

Le contrat est rempli, de nombreux athlètes et Powerlifters ont alors adoptés son 5/3/1 pour améliorer leur performance en force

Le programme 5/3/1

Tout comme pour le 5x5 ce programme se consacrera principalement aux exercices de bases afin de pouvoir y consacrer un maximum d'énergie. Là aussi, le programme sera la majorité du temps réparti sur 3 séances par semaine espacées d'un jour de repos.

En revanche là où ils se différencient fortement, c'est sur la répartition des séances, ici le programme ne sera plus effectué en full body mais plutôt par pattern de mouvement, généralement:

- Jour 1: squat + assistance jambe
- Jour 2: poussées haut du corps + assistance haut du corps
- Jour 3: soulevé + assistance chaîne post et tirage

Le programme 5/3/1

Lors d'un programme en 5/3/1 on suivra une évolution linéaire sur la l'intensité, la charge évoluera chaque semaine pendant 3 semaines, suivi d'une semaine de deload (décharge)

Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4
3x5	3x3	3x5/3/1	deload
5 x 65%	3 x 70%	5 x 75%	5 x 40%
5 x 75%	3 x 80%	3 x 85%	5 x 50%
5+ x 85%	3+ x 90%	1+ x 95%	5 x 60%

Une fois cette vague de 4 semaines effectuée vous pouvez soit effectuer un test de 1 rm et recommencer le programme avec cette charge ou alors reprendre au début le programme avec des charges légèrement plus élevées

La méthode conjuguée

Méthode inventée par le strength coach Louis Simmons, connu pour être l'entraîneur aillant coaché le plus de champion du monde dans le domaine du powerlifting.

La méthode conjuguée fait partie des différents principes de base de son programme westside barbell.

Partant du constat qu'améliorer la force maximale implique de s'entraîner régulièrement avec des charges proches du 1rm et que le système nerveux ne peut supporter de s'entraîner systématiquement lourd, les séances de force étant toujours espacées les unes des autres, il réfléchit à un moyen d'optimiser au maximum les entraînement à charge élevée de ces athlètes.

Il explique sa méthode par le proverbe populaire:

« une chaine est aussi forte que son maillon le plus faible »

Dans les faits, il analyse alors le mouvement à améliorer, cherchant le muscle, la chaine musculaire ou l'angulation faible.

Il consacrera alors les séances de force à améliorer le point faible du mouvement.



La méthode conjuguée

Le point ou moment le plus faible d'un mouvement étant la majorité du temps l'instant où la vitesse est la plus faible sur celui-ci.

on l'appelle **sticking point**.

Le travail de force sera couplé à des efforts dynamiques pour améliorer les qualités de vitesse d'exécution du mouvement et ainsi arriver à dépasser ce sticking point grâce à une vitesse plus élevée.

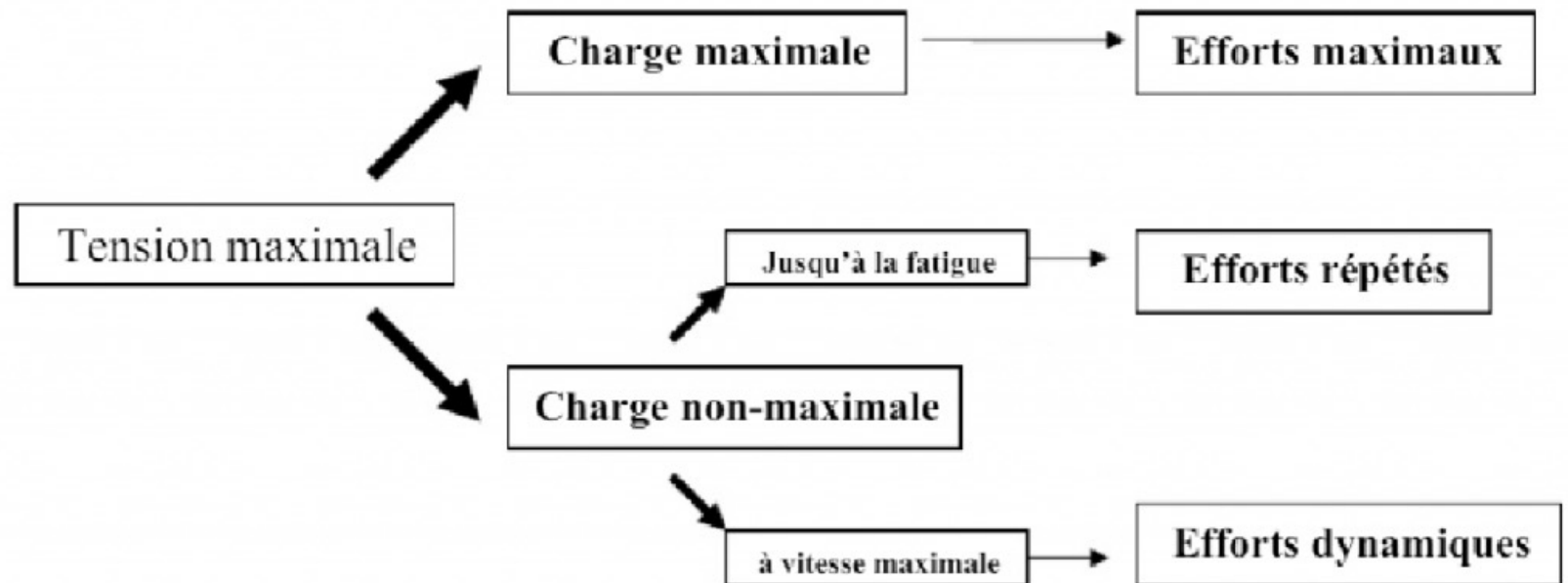
Prenons l'exemple du soulevé de terre, pour la majorité des athlètes, le sticking point se situe sous les genoux.

Dans ce cas de figure, on choisira du soulevé de terre avec pause sous le genoux (travail isométrique en phase concentrique), du soulever partiel départ des rack au niveau du point faible, en force et en vitesse.

Une fois le potentiel de l'athlète amélioré sur ce point là, le problème se déplacera alors sur une autre partie du mouvement et ainsi de suite.

Développement de la force d'après Zatsiorski

Les méthodes de développement de la force selon Zatsiorski
(Fig. extraite de : Cometti, 2005)



Méthode dérivées

Il existe de nombreux programmes, méthodes pour développer la force maximale.

Mais il est également possible d'améliorer cette qualité physique sans pour autant utiliser d'efforts maximaux.

Notamment grâce au travail sur les efforts répétés et dynamiques.

En premier lieu la **pliométrie**, mouvement combinant une phase négative et positive la plus courte possible, afin de tirer profit au maximum des qualités élastiques du muscle ainsi que des facteurs nerveux (reflexe myotatique).

Le travail de **force vitesse** et de puissance seront également des moyens efficaces pour améliorer la force maximale.

Simmons avait d'ailleurs par le passé démontré cela en appliquant à certains de ces athlètes un protocole uniquement composé **d'efforts dynamiques**.

Il avait calculé la vitesse maximale atteinte lors d'un développé couché à 40% / 50% / 60% et 70% du 1rm de chaque cobaye.

Suite au protocole de vitesse et puissance effectué, les athlètes avaient amélioré leur vitesse d'exécution sur chaque pourcentage mais surtout ils avaient tous réussi à améliorer leur 1 rm

C'est le **profilage force vitesse**.

Méthode dérivées

Autres approches via l'utilisation d'**efforts dynamique et efforts répétés**:

Nous verrons plusieurs méthodes:

- l'amélioration de l'endurance de force
- Le développement de l'hypertrophie
- Les efforts sous maximaux.

L'endurance de force

Améliorer l'**endurance de force** aura de possibles répercussions sur la force maximale de l'athlète, si j'améliore son endurance, il sera possiblement capable par la suite de faire plus de répétitions avec une même charge.

Par exemple si avant le bloc d'endurance il réalise 6 répétitions à 100kg alors qu'en fin de cycle il peut en effectuer 8, alors son 1 rm devrait avoir été augmenté par la même occasion.

L'hypertrophie myofibrillaire

Le développement hypertrophique de l'athlète, notamment myofibrillaire, peut améliorer la force maximale.

Si le nombre et le volume des myofibrilles sont optimisées on peut imaginer que la capacité contractile des muscles sera elle aussi augmentée et donc sa force maximale.

Les efforts sous maximaux

Les efforts sous maximaux : Cela consiste à effectuer des séries plus ou moins longues, sur des RPE relativement léger (maxi 7) afin de privilégier la qualité d'exécution.

Hors la technique est une donnée primordiale pour la progression en force maximale

Le profil force vitesse

Définition donnée par Lu (2022) : « une représentation de la force maximale qu'un individu est capable de produire contre différentes charges en fonction de la vitesse de contraction musculaire atteinte pendant le mouvement ».

Le profil force vitesse

A quoi ça sert?:

L'évaluation d'un profil force vitesse pourra servir à orienter l'entraînement d'un athlète.

Deux profils sont donc mis en lumière:

- Soit l'athlète présentera un niveau de force important et supportera des charges externes importantes mais sera en difficulté pour exprimer sa vitesse avec des charges faibles. On parle donc de « déficit de vitesse »
- Ou alors ; Le constat d'un « déficit de force » et donc de l'incapacité à engendrer de la vitesse avec des charges externes élevées.

Le profil force vitesse

Comment l'évaluer?:

Plusieurs protocoles sont possibles, nous présenterons l'un d'entre eux.

Pour réaliser un profil force vitesse nous choisirons un saut vertical type Squat jump.

Là encore une contrainte majeure se dresse devant nous; le besoin de matériel de pointe type plateforme de force, accéléromètre (ex gymaware). Matériel qui n'est pas accessible pour tous.

Un protocole accessible à tous permet de réaliser le profil.

Le matériel nécessaire: un smartphone, un ordinateur la maîtrise tableur Excel.

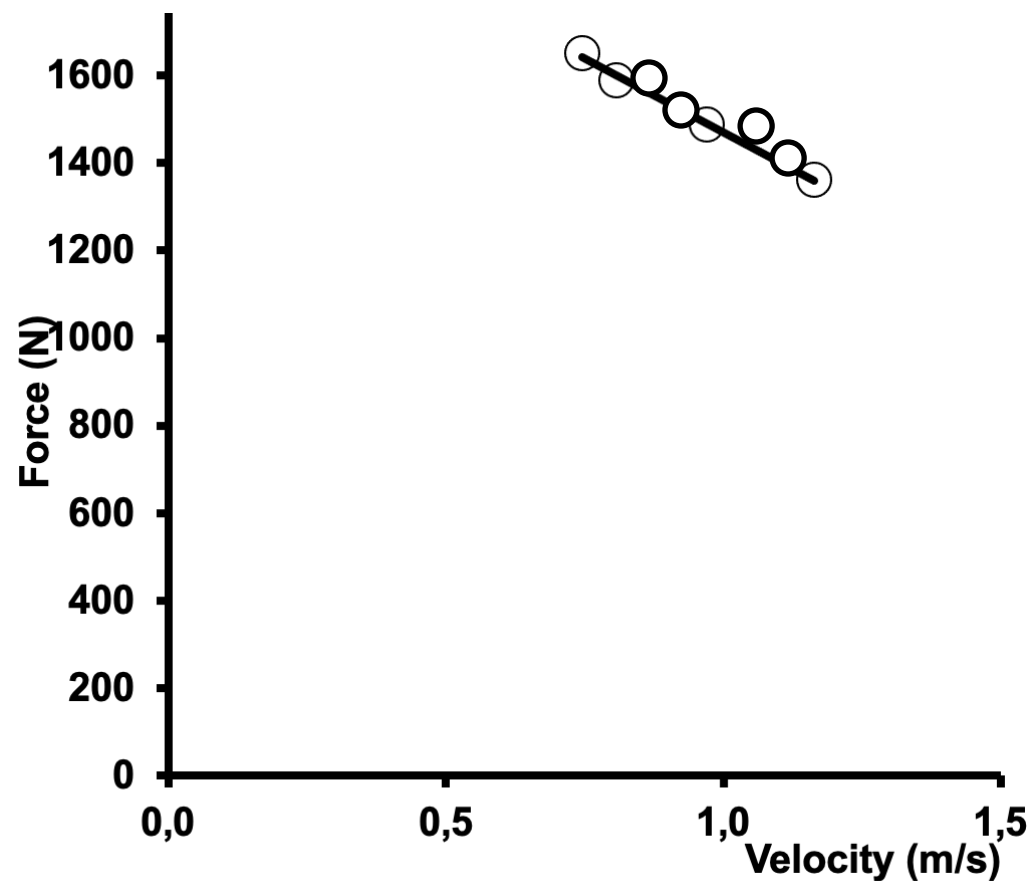
Le profil force vitesse

Le protocole avec Gymaware :

La vitesse sera exprimée en mètres seconde (m/s) et la force en Newton (N)

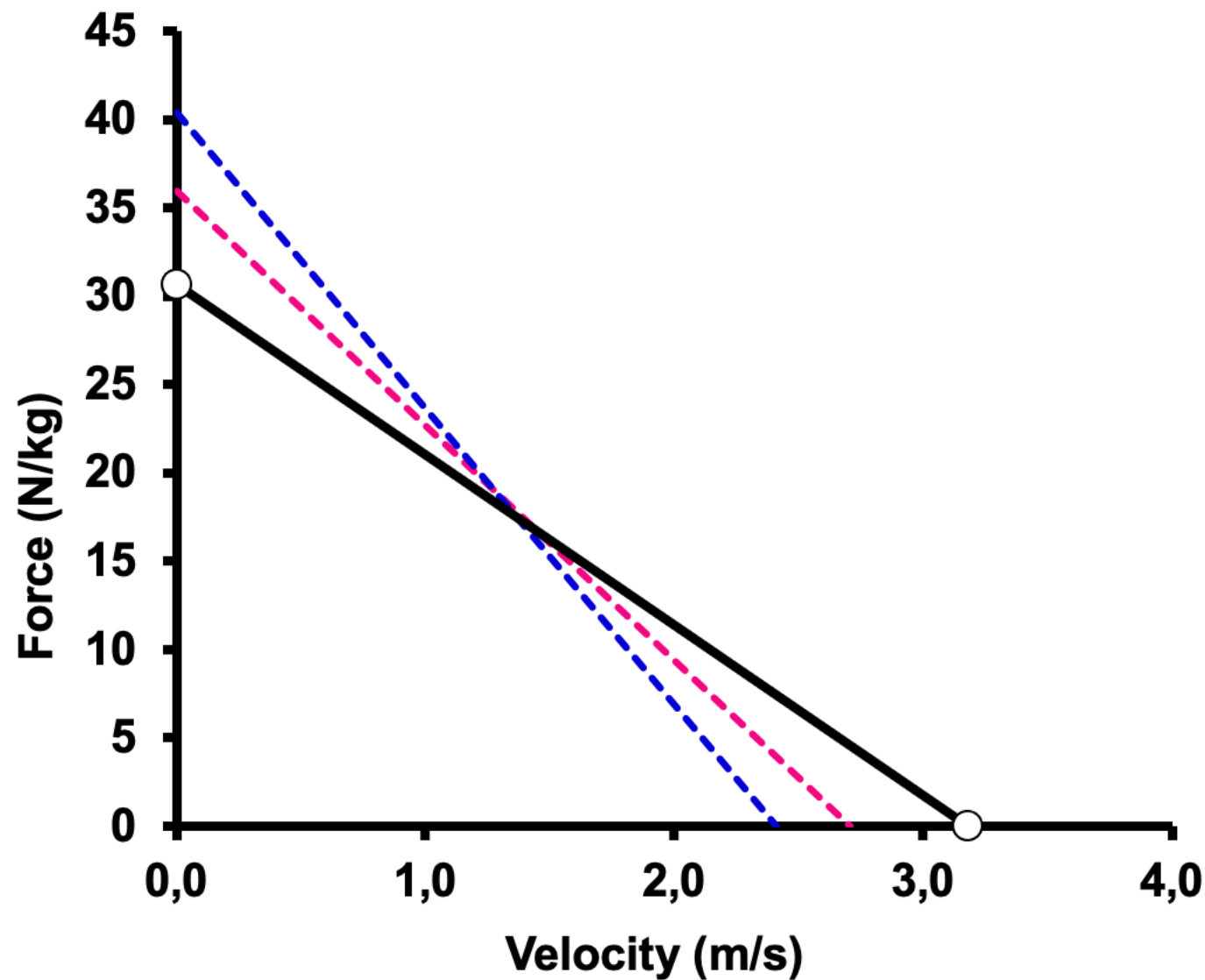
Réalisation de squat jump (angulation genoux au-dessus de la parallèle) le plus haut possible.

2 essais par charge avec 8 montées en charge.

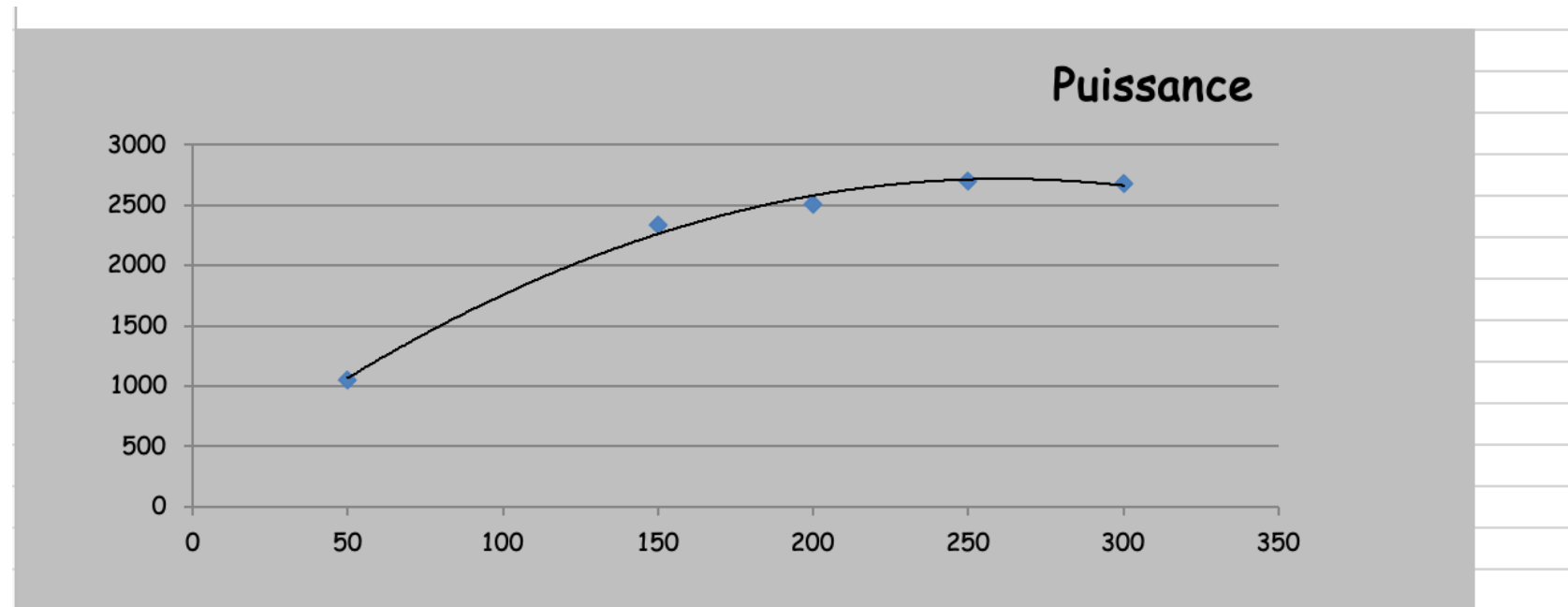


Le profil force vitesse

De ce nuage de point on extrapole notre profil force vitesse (en noir) ainsi qu'un profil type dit « profil optimal » en bleu



Calculer la puissance



Puissance maximale estimée	1280
Charge à puissance maximale	70
Pourcentage du 1RM	53,8



Christophe DAMIEN
ProSportConcept
06 73 49 66 90
info@prosportconcept.fr