

Renforcement musculaire : Règles et modèles d'évolution des charges

Sport, santé, Préparation Physique – Lettre n°135 Janvier 2016
Par Rachid Ziane

Plusieurs interventions en clubs sur le renforcement musculaire nous ont conduits à rédiger cet article. La demande des entraîneurs non-spécialistes de cette activité est de pouvoir proposer planifier des exercices qui permettraient aux sportifs dont ils ont la charge de progresser dans leur discipline.

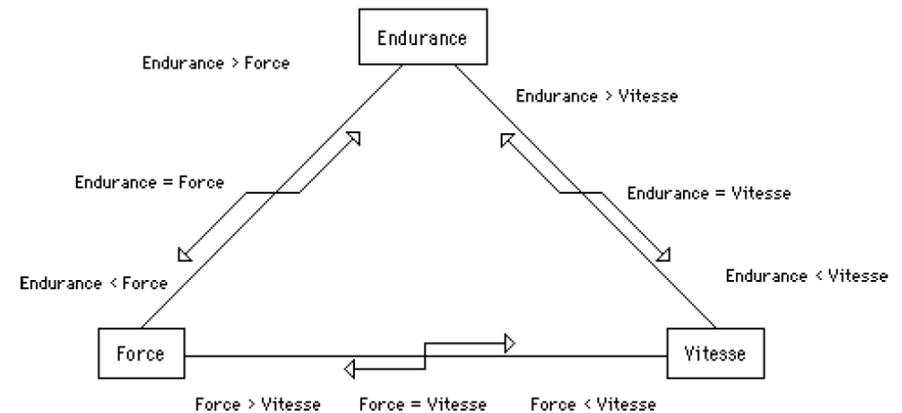
Après un éclaircissement sur la notion de renforcement musculaire, la démarche évoquée dans un précédent article invite à une réflexion sur l'analyse des activités et des pratiques et l'identification des besoins du sportif. Est proposé ensuite, un modèle d'évolution des charges illustré d'exemples de planification. Répondant à des questions posées, est débattue la relation entre nombre de répétitions et pourcentage de force maximale et son utilisation. Les paramétrages d'exercices visant la force, la puissance, le volume sont ensuite présentés et discutés. La proprioception est également évoquée.

Renforcement musculaire : Sens large et sens restreint

Au sens large, l'expression fait référence à l'ensemble des exercices de musculation aux poids et haltères, sur machines et/ou au poids de corps.

Au sens restreint, le renforcement musculaire fait référence aux méthodes d'amélioration de la force. On trouve d'ailleurs le radical "force" dans le terme même de **renforcement**.

Ce sens incite alors à relativiser la place de cet objectif dans la planification et plus généralement en musculation, permettant d'envisager tous les autres : Prise de masse ou de volume, amélioration de la proprioception, du gainage, de la prophylaxie, de la vitesse, de l'endurance musculaire et des composantes de qualités telles que la puissance, l'explosivité, la force-vitesse, la vitesse-force, la force-endurance, l'endurance de force, la vitesse-endurance, l'endurance de vitesse (Weineck, 1990).



Triangulation selon Weineck (1990)

Analyser les activités... et les pratiques

Pour qu'un programme d'entraînement serve les performances, il faut que celui-ci soit fondé sur une analyse des contraintes et de la logique interne du sport pratiqué. Il s'agit donc de répondre aux questions suivantes :

- faisant référence à la réglementation :
 - o *Que faut-il faire pour gagner ?*
 - o *Qu'est-ce qui est autorisé ?*
 - o *Qu'est-ce qui est interdit ?*
- faisant référence à la logique interne de l'activité :

- *Comment faire pour réussir ?*
- *Comment peut-on ou faut-il s'y prendre ?*
- *Quelle part de liberté, d'innovation... ?*



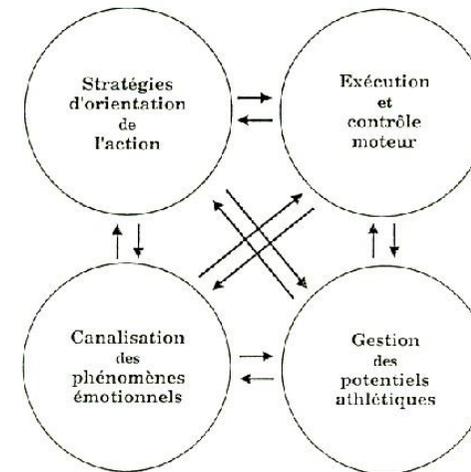
D'autres contraintes que règlementaires sont à prendre en compte : physiologiques, mécaniques, psychologiques, sociales, parmi lesquelles :

- les durées des efforts,
- les intensités ou les résistances à vaincre,
- les fréquences gestuelles,
- les articulations sollicitées,
- les angles et amplitudes articulaires,
- les plans de l'espace des mouvements,
- les types de contraction,
- les postures...

Identifier les besoins du sportif

Chaque sportif étant unique, il s'agit d'identifier les besoins de chacun, c'est-à-dire de répondre avec précision aux questions suivantes :

- Quelles ressources font défaut ?
 - Stratégiques et techniques ?
 - Décisionnelles et tactiques ?
 - Affectives et émotionnelles ?
 - Athlétiques (qualités physiques) ?



Modèle d'action de Bouthier (1988)

Le modèle ci-dessus représente les relations entre les différents registres de ressources du sportif au cours de l'action. Si la préparation physique et la musculation visent à améliorer la gestion des potentialités athlétiques, celles-ci n'occupent qu'une place relative. Le manque de force n'est pas forcément le problème, en conséquence, il ne suffit pas d'être plus fort pour être plus performant !

Les besoins ou ressources à optimiser étant propre à chaque athlète et évoluant dans le temps, recourir à un programme type n'a aucun sens, pas plus que de transposer le programme d'un sportif à un autre sportif.

Par ailleurs, dépassant le concept de programme prédéfini et figé, celui de projet implique celui d'adaptations aux réactions du sportif sur différentes échelles de temps.

Aussi, qu'il s'agisse de renforcement musculaire ou plus généralement d'entraînement, un projet d'entraînement ne peut être pensé que :

- pour un sportif particulier avec des besoins particuliers,

- cherchant à atteindre des objectifs particuliers,
- en pratiquant un sport particulier,
- dans les des conditions particulières.

Un tel projet ne peut ainsi qu'être une solution individuelle, temporaire et ajustable, produit d'une démarche cherchant à rapprocher les besoins du sportif des contraintes de l'activité.

Dans l'hypothèse où la musculation serait la solution, la planification implique de recourir à des méthodes voire à un modèle d'évolution des charges d'entraînement.

Modèle d'évolution des charges et exemple de planification

L'exemple ci-dessous illustre l'utilisation d'un modèle d'évolution des charges que nous avons conçu et enseigné en formation en CREPS et en UFR-STAPS. Informatisé, ce modèle alimente un logiciel que nous avons également conçu et présenté lors d'un colloque de chercheurs (Ziane, 2005).

L'idée est celle d'une prescription de charge d'entraînement qui évoluerait selon des règles, contraignant l'organisme à s'adapter. Par exemple :

Que peut-on proposer lors des séances suivantes (S2, S3, S4...) à un sportif cherchant le développement du volume et qui aurait fait, lors d'une première séance (S1), 3 x 10 répétitions max à 50Kg au développé couché ?

L'étude de la littérature scientifique (e.g. : Berger, 1962 ; Cazorla, 1989 ; Cometti, 1988 ; Egger, 1995...) et technique (e.g. : Mahlo & Bayer, 1996 ; Vouillot, 2004...), nous a permis de formaliser quatre règles de paramétrage, qui bien que discutables servent de base de planification.

Règles :

1. Nb de séries constant
2. Evolution des séries 1 à 1
3. La + facile évolue

4. La série la + difficile en 1ère

Planification de séance en séance :

(travail à réaliser après échauffement)

- S1 : 3 x 10 à 50 KG (réalisé)
- S2 : 1 x 12 à 50 KG + 2 x 10 à 50 KG
- S3 : 2 x 12 à 50 KG + 1 x 10 à 50 KG
- S4 : 3 x 12 à 50 KG
- S5 : 1 x 7 à 55 KG + 2 x 12 à 50 KG
- S6 : 2 x 7 à 55 KG + 1 x 12 à 50 KG
- S7 : 3 x 7 à 55 KG
- S8 : 1 x 10 à 55 KG + 2 x 7 à 50 KG
- S9 : 2 x 10 à 55 KG + 1 x 7 à 50 KG
- S10 : 3 x 10 à 55 KG
- ...

De telles progressions sont à calculer pour chacun des exercices de musculation planifiés.

Pour autant, si les calculs sont mathématiquement justes, il existe un décalage entre ce qui programmé et la réalité "physiologique" du sportif qui doit rester la référence. La planification doit alors tenir compte des états de forme du sportif et ainsi ne rester qu'un fil conducteur : une tendance à l'augmentation progressive et rationalisée de la charge d'entraînement. Fatigue ou reprise après arrêt doivent conduire à répéter une séance déjà réalisée voire à à reprendre à partir d'une séance bien plus antérieure.

Pour un tout autre objectif qui serait par exemple d'améliorer l'endurance de force d'un kayakiste qui aurait réalisé 6 x 20 répétitions au tirage bas à 40kg en première séance, on peut proposer :

Règles :

1. Ajout de 2 séries après un cycle complet
2. Evolution des séries 1 à 1
3. La + facile évolue

4. La série la + difficile en 1ère

Planification de séance en séance :

(travail à réaliser après échauffement)

- S1 : 6 x 20 à 40 KG (réalisé)
- S2 : 2 x 30 + 4 x 20 à 40 KG
- S3 : 4 x 30 + 2 x 20 à 40 KG
- S4 : 6 x 30 à 40Kg
- S5 : 2 x 40 + 4 x 30 à 40Kg
- S6 : 4 x 40 + 2 x 30 à 40Kg
- S7 : 6 x 40 à 40Kg
- S8 : 2 x 20 à 50Kg + 6 x 40 à 40Kg
- S9 : 4 x 20 à 50Kg + 4 x 40 à 40Kg
- S10 : 6 x 20 à 50Kg + 2 x 40 à 40Kg
- ...

Les paramètres préalablement fixés deviennent ainsi des variables (e.g. : *Nombre initial de séries, Evolution des séries 2 à 2 vs 1 à 1, Nombre de séries qui s'ajoutent au micro-cycle suivant*), faisant du modèle non pas une méthode, mais une méta-méthode. Ce modèle permet ainsi de planifier l'entraînement selon les méthodes reconnues mais aussi d'en créer d'autres selon les besoins du sportif. Quoiqu'il en soit, pour ne pas planifier des charges aberrantes, l'entraîneur ne peut ignorer la relation entre le nombre de répétitions maximales et pourcentage de force maximale. Il doit aussi connaître les relations entre les objectifs visés et les nombres de séries et répétitions à prescrire.

Relation entre nombre de répétitions et pourcentage de force maximale

La mesure de la force maximale est toujours un "exercice" périlleux, alors que pas forcément nécessaire ni précis. En effet, le plus souvent, on peut s'en affranchir en calculant la force maximale

théorique en utilisant une des tables de correspondances entre le nombre de répétitions maximale (RM) à une charge soulevée...

Ainsi, en se référant à la table de Berger (1962) et par une simple règle de 3, on peut calculer la force maximale théorique. Par exemple, un boxeur qui ferait 10 RM à 90Kg aurait une force maximale théorique de :

$$90/78.9 \times 100 = 114\text{Kg}$$

Cependant, les calculs sont d'autant plus approximatifs que la mesure porte sur des séries plus longues : 15RM, 20RM, 25RM... 50RM.

Par ailleurs, il n'est pas toujours nécessaire, comme démontré dans les exemples de planification présentés en amont, de s'appuyer sur la 1RM. On peut planifier une progression à partir d'un constat (e.g. : 3 x 10 reps à 50Kg => 1x12 + 2x10 puis 2x12 + 1x10...).

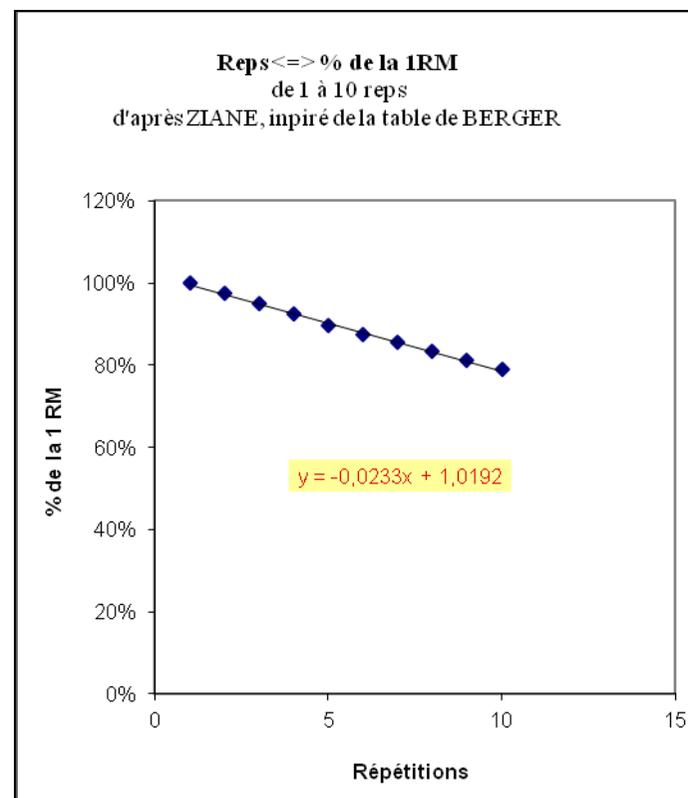
De plus et comme le signalent Mahlo & Bayer (1996), une endurance particulière peut être développée par des sportifs spécialistes d'une discipline dont la pratique implique de s'opposer cycliquement à une résistance plus ou moins constante (aviron, cyclisme ...).

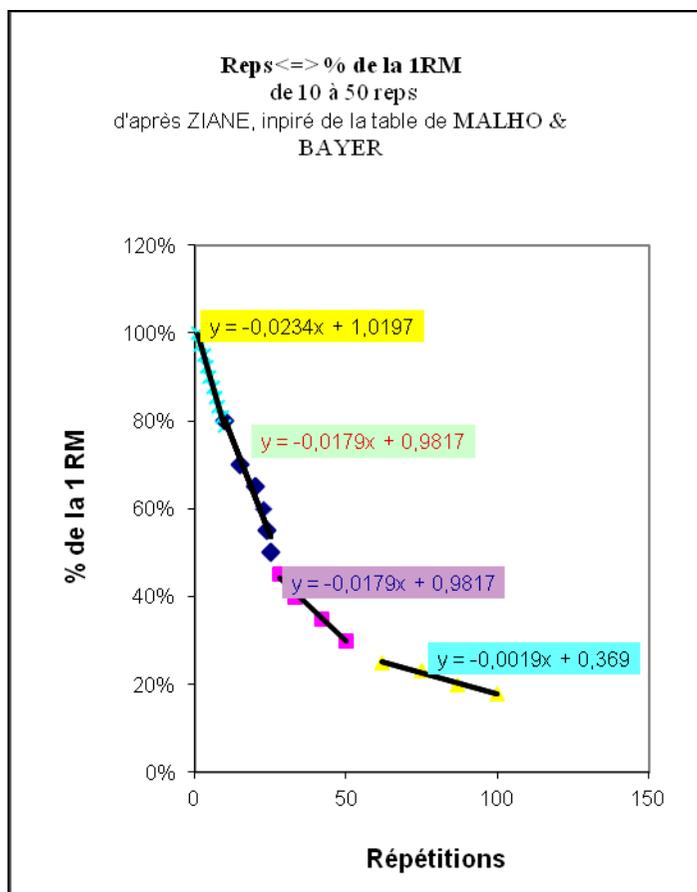
<u>Table de BERGER</u>	
reps	% 1RM
1	100%
2	97,4%
3	94,9%
4	92,4%
5	89,8%
6	87,6%
7	85,5%
8	83,3%
9	81,1%
10	78,9%

Par effet, ces pratiquants vont développer une endurance particulièrement élevée autour d'un certain pourcentage de leur force maximale, comme l'illustre le tableau ci-contre : 25 répétitions à 82.5% de la 1RM quand la "norme" est entre 8 et 9 répétitions ou encore 100 reps à 60% vs 18% chez les non-spécialistes !

Courbes de BAYER (1991)		
Reps (entraîné)	reps (non-entraîné)	% 1RM
25	-	82,5%
30	10	80%
55	15	70%
75	20	65%
100	23	60%
>125	24	55%
-	25	50%
-	28	45%
-	33	40%
-	42	35%
-	50	30%
-	62	25%
-	75	23%
-	87	20%
-	100	18%

Enfin, pour s'affranchir des tables évoquées et considérant que leurs données peuvent être représentées sous forme de nuages de points, j'ai calculé chacune des équations de droite de régression linéaire (voir ci-dessous).





Augmenter la force

Dans l'hypothèse où son amélioration serait nécessaire, il est impératif de bien définir sous quelle forme d'expression est-elle nécessaire dans la pratique du sport pratiqué (Escalade, haltérophilie, cyclisme... => statique, explosive, cyclique... ?).

Bien avant une adaptation structurelle du tissu musculaire, son amélioration tient d'abord de l'amélioration de facteur nerveux : une

meilleure coordination intra et intermusculaire. C'est donc prioritairement la technique qu'il faut travailler.

Conjointement et si l'on se réfère aux travaux de Vouillot (2004), l'augmentation des charges à soulever conduira de 5 vers 1 répétition et de 3 séries vers 1 seule. L'intensité correspondante évoluera de séances en séances de 90% de la 1RM visée à 100%. Cet auteur et entraîneur expert propose une méthode comprenant un cycle de 4 mois progressif de 50 à 85% suivi de 8 semaines intensives de 85 à 100%.

Moins spécifique à la force athlétique, les progressions que je propose telle que la première du présent article, conduisent indirectement à une amélioration de la force. Pour autant, la "concrétisation" de cette amélioration implique un cycle de force spécifique aux intensités préconisées par Vouillot, ne serait-ce que pour stimuler les facteurs nerveux et ainsi ne pas confondre une 1RM théorique, calculée et une performance mesurée donc réalisée. Il ne faut oublier qu'il existe différents régimes de contraction : concentrique, excentrique (supra-maximal ou non), statique...

Augmenter la puissance

Si l'on admet que :

Puissance (P) = travail (W) / unité de temps (T)

$P = W / T$

$W = \text{Force (F)} \times \text{Distance (D)}$

Selon son expression dans la pratique sportive, il s'agira alors de chercher à effectuer, soit :

- la même quantité de travail en moins de temps,
- plus de travail dans la même durée.

Par exemple, à partir de 10 répétitions à 50kg en 1 minute, il y a quatre façons d'être plus puissant :

1. réaliser 10 répétitions à 50kg en 30 secondes au lieu d'une minute,
2. réaliser 20 répétitions au lieu de 10 à 50Kg en 1 minute,
3. réaliser 10 répétitions à 100Kg au lieu de 50Kg en 1 minute,
4. réaliser 10 répétitions à 50kg en 1 minute, mais sur une plus grande distance (amplitude).

Il est également possible de combiner les variables.

Par ailleurs, la puissance peut aussi s'exprimer lors de mouvement unique (saut, lancer...) ou encore dans des activités à dominante aérobie (cyclisme, course à pied, natation...).

En musculation, pour développer la puissance, il est courant de se référer aux paramètres d'exercices suivants :

- Charge : supérieure à 80 % de la force maximale théorique, bien que la puissance puisse être travaillée à n'importe quel pourcentage de la force maximale,
- Vitesse d'exécution : relativement élevée,
- Nombre de séries : 2 à 6 selon les méthodes,
- Nombre de répétitions : 4 à 8 voire beaucoup plus ou moins !
- Durée de récupération : de 3' à 6 minutes entre deux séries, ce qui est discutable en tout cas à adapter au cas par cas.
- Régimes de contraction : Concentrique, pliométrique et statodynamique...

D'un tout autre point de vue, le travail de relâchement (*vs* crispation) permet aussi un gain de puissance, souvent bien plus rapide, alors que le renforcement musculaire peut au contraire accentuer l'action freinatrice de muscles antagonistes. Ceci fait dire à certains entraîneurs que « *plus on muscle, plus on raidit et plus on ralentit* ».

Augmenter le volume musculaire

Ceci peut être intéressant dans la mesure où la force maximale théorique est proportionnelle au volume des muscles. Si cela peut

aussi permettre de rendre du poids, cela peut poser problème dans les sports à catégories de poids.

En musculation, pour développer le volume musculaire, il est courant de se référer aux paramètres d'exercices suivants :

- Charge : autour de 80% de la force maximale
- Nombre de répétitions : 7 à 12
- Séries : 3 (selon Ziane) à 10 (selon Cometti) voire 20 (selon Zatsiorsky), cela dépend du niveau d'expertise du sportif, de sa condition physique et du nombre d'années d'entraînement en musculation.
- Intensité autour de 80% de la force maximale
- La méthode la plus efficace serait de s'entraîner autour de 10 répétitions max. soit entre 75 et 80% de la force maximale, stimulant ainsi les fibres FIIB qui seraient les seules d'hypertrophiables...
- Régime de contraction concentrique.
- Vitesse d'exécution : lente.

Il n'y a pas de consensus entre différents auteurs au sujet des durées de récupération. Ceci s'explique aussi du fait de la "dimension" individuelle de cette capacité. Cependant, l'entraîneur peut prévoir entre 1'30" et 3' entre deux séries ou encore partir de durées de récupération constatées pour aller vers des durées moindres. Cette deuxième solution est réaliste à partir du moment où le sportif se connaît bien lui-même et joue le jeu de la récupération la plus courte possible compte tenu de son état de forme du jour.

Améliorer la proprioception

Cela doit aussi prendre part dans tout travail de musculation pour trois raisons :

1. A titre prophylactique, car « *tout dérèglement de la proprioception aboutit tôt ou tard à des lésions articulaires* »,

2. Stimuler les réflexes musculaires très rapides d'inhibition réciproque et donc d'ajustement du tonus musculaire permet de ne pas développer une musculature de colosse statique ! Le travail technique a donc là toute sa place, privilégiant les poids et haltères libres et les mouvements globaux par opposition aux machines guidées et aux mouvements exclusivement locaux.
3. La musculation dérègle le geste technique (e.g. : lancer franc...) dégradant les habiletés. Il est donc judicieux d'alterner séries de musculation et séries de gestes techniques du sport pratiqué au cours même de la séance de musculation.

Il s'agit alors de stimuler la stabilité statique et dynamique des articulations dans différentes positions.

Se servir de la mobilité d'une zone pour stabiliser une autre zone, ce qui conduit à construire :

- des exercices visant à améliorer la technique gestuelle, mais associant des mouvements d'amplitude et d'intensité variées
- des exercices d'équilibre, avec les yeux ouverts ou fermés
- des exercices avec transfert de poids
- des exercices avec des mouvements de rotation
- des exercices d'acquisition de position et de repositionnement

Le travail de proprioception ne consiste ainsi pas à mettre systématiquement en situation de déséquilibre induisant des ajustements extrêmement rapides et involontaires. Il peut aussi s'agir de stimuler les ressentis à partir d'enchaînements lents (extraits de chorégraphie, de katas, d'enchaînements, gammes...) réalisés les yeux fermés avec un contrôle conscient des postures, appuis, équilibres, transferts de masse...

Conclusion

Le gainage n'a pas été abordé mais a fait l'objet de nombreux articles précédents.

Concernant les méthodes présentées, bien que "basiques" ont été choisies car elles ont fait leur preuve permettant ainsi à des entraîneurs non-experts en musculation de minimiser les risques de se tromper. Pour autant, on ne peut ignorer que de nombreuses autres méthodes ont fait leurs preuves.

Concernant la méta-méthode évoquée et informatisée, en plus des variables citées, le logiciel que j'ai conçu, mis au point et utilisé intègre de nombreux autres paramètres :

- C : cycle
- S : nombre de séances d'un cycle
- % : intensité de départ du cycle en % de la 1 RM théorique
- %+ : intensité à ajouter au micro-cycle suivant
- p1 : nombre de répétitions du palier 1
- p2 : nombre de répétitions du palier 2
- p3 : nombre de répétitions du palier 3
- p4 : nombre de répétitions du palier 4
- i : indice permettant de pondérer l'intensité de départ

Ces paramètres permettent d'individualiser les programmes d'entraînement à produire et de planifier des cycles d'ensemble ou propre à chaque exercice.

Références :

- Berger, RA. (1962). Effect of varied weight training programs on strength. *Res Q* ; 33:168–81.
- Cazorla, G. (1989). Les bases de l'entraînement. In *Manuel de l'éducateur sportif*. Edition Vigot.
- Cometti, G. (1988). *Les méthodes modernes de musculation*. UFR-STAPS de Dijon.

- Egger, J-P. (1995). La force-générale et spécifique-fil [conducteur de la préparation d'un lanceur de haut-niveau](#). In *Actes du Congrès ACAPS*. Guadeloupe.
- Mahlo, F. & Bayer, G. (1996). *Force et musculation en aviron*. Collection INSEP.
- Vouillot, M. (2004). *La force athlétique*. Chiron éditeur.
- Weineck, J. (1990). *Manuel d'entraînement*. Editions Vigot.
- Weineck, J. (1992). *Biologie du sport*. Editions Vigot.
- Ziane, R. (2005). Conception sous Excel[™] d'un outil de programmation d'entraînements individualisés de musculation. [Colloque Didapro2](#). Neuchâtel.
- Ziane, R. (2014). [La démarche en préparation physique... une science exacte ?](#) *Sport, santé, Préparation Physique* – Lte 118.