

**On connaissait déjà le slogan de l'équipe présidentielle, "travaillez plus pour gagner plus". Les spécialistes en physiologie de l'effort sont en train de percer les secrets du travail musculaire négatif avec une nouvelle formule à la clé: s'entraîner moins pour progresser plus!**

# Les secrets de la deuxième tête

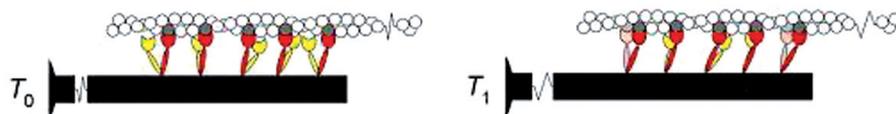
Un article vient de paraître dans une revue prestigieuse qui nous permet enfin de comprendre comment le travail négatif des muscles est possible sans pour autant fracasser la machinerie contractile (2). L'explication est claire et convaincante et, au passage, on comprend enfin à quoi sert la deuxième tête de la molécule de myosine qui jusqu'alors se caractérisait surtout par une apparente passivité au cours de la contraction. Tout cela pourrait déboucher sur de nouvelles formes d'entraînement. Mais n'allons pas trop vite en besogne. Comme la matière est relativement complexe, commençons par des choses simples. La fonction du muscle par exemple. En résumé, son rôle est de convertir l'énergie chimique née de la dégradation de l'ATP pour produire une force mécanique. L'efficacité de cette transformation est satisfaisante à faible vitesse de contraction. Mais elle faiblit à mesure que les choses s'accroissent. Prenons l'exemple d'un cycliste: il sera capable de développer des forces beaucoup plus élevées en démarrant en côte sur le grand plateau qu'en moulinant dans la descente. C'est d'ailleurs dans les situations de démarrage que les cyclistes survitaminés arrivent à casser leur pédalier en atteignant des niveaux critiques de force. De la même façon, la poussée sur le sol du sprinteur à la sortie des starting-blocks sera plus forte que lorsqu'il aura atteint sa vitesse maximale

autour de 40km/h. Quand on y réfléchit bien, c'est une curiosité. Quels événements peuvent bien survenir au cœur du muscle pour expliquer cette chute de force en fonction de la vitesse de contraction? Les développements récents des techniques d'investigation de la structure musculaire permettent d'en savoir plus. Le muscle est doté en effet d'une architecture à ce point ordonnée qu'en exploitant cette structure quasi cristalline avec une technique d'interférence radiographique aux rayons X, on arrive à percevoir la nature des événements infiniment petits (1). Grâce à cette technique, on a pu mettre en évidence une diminution du nombre de têtes de myosine actives à mesure qu'augmentait la vitesse de contraction musculaire. Or ces têtes de myosine conditionnent le développement de la force. Rappelons que, pour obtenir une contraction, la myosine (les filaments épais de l'unité contractile) doit s'attacher à l'actine (les filaments fins qui se trouvent dans le voisinage). Cette liaison s'effectue par le biais de ces fameuses "têtes" (au nombre de

deux par molécule de myosine) que l'on peut donc considérer comme des petits moteurs moléculaires.

## Pourquoi cet air détaché?

Très bizarrement, ces têtes de myosine ne s'engagent jamais toutes en même temps. Même pour des niveaux de force maximale! Pourquoi cette réserve? Les spécialistes répondent généralement à cette question par l'hypothèse dite *de l'encombrement stérique*. En mots savants, cela signifie que les têtes de myosine ne possèdent pas assez de place pour s'attacher toutes, ensemble sur l'actine. Elles manqueraient tout simplement de place. Une autre explication réside dans l'organisation même du travail. Il faut se représenter ces têtes de myosine comme une infinité de petits moteurs qui fonctionnent de façon plus ou moins autonome. Les uns travaillent pendant que les autres se reposent et puis on inverse les rôles. Si on fait les comptes à un instant précis, on constatera forcément cette dispersion des tâches. Un peu comme dans une usine qui fonctionne



**Lorsqu'on contracte volontairement une fibre musculaire, seulement la moitié des têtes de myosine s'accrochent sur le filament d'actine ( $T_0$ ). Mais si on l'étire en même temps ( $T_1$ ), on observe un phénomène tout à fait curieux. De nouvelles têtes de myosine (en rose) viennent au secours des premières pour les aider à encaisser les contraintes mécaniques.**

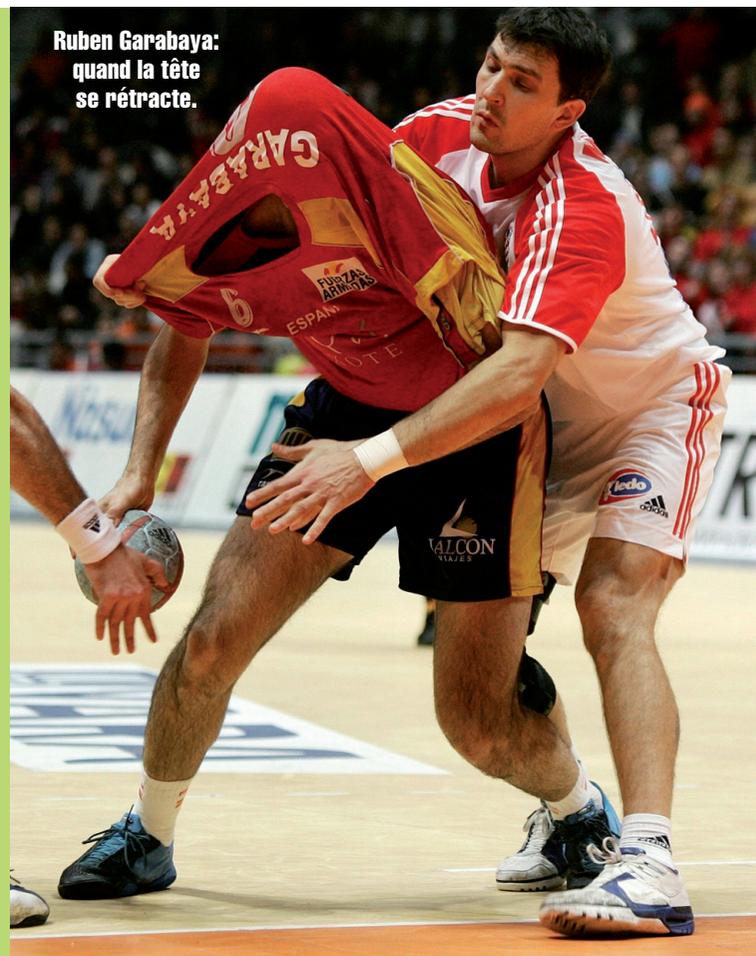


## ENTRAÎNEMENT

### DANS LE TOURBILLON DE LA VIE

Le phénomène de la contraction peut presque être raconté comme une histoire d'amour entre deux filaments, l'actine et la myosine, s'unissant d'abord l'une à l'autre, s'étreignant avec force... et puis se séparant (\*). Tout commence avec la distribution de l'ATP. Les têtes de myosine paraissent très heureuses de recevoir leur nourriture favorite. Elles enfournent goulûment la molécule dans une petite poche prévue à cet effet et, le ventre plein, se désintéressent complètement des filaments voisins. Puis l'hydrolyse de l'ATP change la donne. La scission de la molécule libère une grande quantité d'énergie. Les têtes de myosine basculent soudain vers l'avant pour trouver l'âme sœur et se mettent à frétiller (mouvements browniens). Il se produit à ce moment-là quelque chose d'assez similaire à un coup de foudre. Les surfaces entrent naturellement en contact par le biais de forces électrostatiques auxquelles elles ne peuvent résister. Les "plus" et les "moins" s'attirent. L'affaire est rapidement conclue et d'autres forces entrent en action qui tiennent compte cette fois du milieu aqueux dans lequel se déroulent ces réactions. Eh oui! Il s'agit d'une liaison amoureuse et aquatique. Ainsi le contact charnel de la tête de myosine à la surface de l'actine chasse des molécules d'eau. Mais ces dernières restent à proximité et stabilisent l'interaction actine-myosine avec une force dix fois supérieure aux interactions électrostatiques. Le couple semble parti pour durer mille ans. Dans la réalité, il tiendra quelques millièmes de seconde. Les filaments ont à peine le temps de se jurer une fidélité éternelle que, déjà, ils cherchent à se séparer. Heureusement d'ailleurs. Car, en restant trop longtemps enlacés l'un à l'autre, ils créeraient des frictions; non pas que les autres prétendants seraient jaloux mais parce que cela gênerait le travail des têtes qui s'efforcent de produire le mouvement. Il faut tout de même que le boulot se fasse, non? On donne alors une grosse molécule d'ATP à la tête de myosine et elle retourne illico à son célibat initial. On se reverra plus tard. Rien ne décrit mieux la danse des filaments que la chanson "Dans le tourbillon de la vie" interprétée par Jeanne Moreau: "On s'est connu, on s'est reconnu / On s'est perdu de vue / on s'est r'perdu d'vue / On s'est retrouvé / on s'est réchauffé / Puis on s'est séparé / Chacun pour soi est reparti / Dans l'tourbillon de la vie / Je l'ai revu un soir, aïe, aïe, aïe ! / Ça fait déjà un fameux bail (x2)"

(\*) Un petit dessin animé propose une vue dynamique du travail des têtes de myosine. Impressionnant. A télécharger gratuitement à l'adresse suivante <http://www.youtube.com/watch?v=vJ9ffKeUCvE>



Ruben Garabaya:  
quand la tête  
se rétracte.

selon le système des 3 huit: il y a toujours deux ouvriers qui se reposent pour un qui travaille. C'est d'ailleurs plus ou moins cette proportion que l'on retrouve au sein de l'unité contractile en cas d'exercice isométrique; soit l'engagement actif d'environ 30% des têtes de myosine; les autres restant dans un état de détachement ou d'interaction faible avec l'actine. Cette proportion chute assez nettement lorsqu'on analyse des mouvements dynamiques. A vitesse maximale, elle ne dépasse pas 5%. Cette diminution drastique s'accompagne aussi d'un taux de renouvellement des ponts actine-myosine beaucoup plus rapide. Pensez à un avironneur sur son skif. Son coup de rame est rapide. Par contre la période de recouvrement est relativement longue. Pendant ce temps l'embarcation glisse et le rameur se refait la cerise avant le prochain effort. Cela se passe de la même façon pour la tête de myosine dans un mouvement à vitesse maximale. Pour chacune des têtes de myosine, l'effort est intense et très gourmand en énergie. On a ainsi établi que 50 molécules d'ATP peuvent être consommées par seconde et par tête de myosine.

Prenons à présent l'exemple d'un effort en isométrie comme le skieur en position de recherche de vitesse. Les têtes de myosine en action sont plus nombreuses. Mais pour chacune d'entre elles la phase de récupération est plus courte. Cela modifie aussi très profondément les règles de dépense énergétique. Lorsqu'ils fonctionnent en isométrie, les muscles posturaux consomment assez peu d'énergie. On appelle cela "l'effet Fenn". C'est ainsi que le coiffeur ou le dentiste peut rester debout toute la journée sans trop se fatiguer. Dans le même ordre d'idée, un sportif en salle de musculation maintiendra une barre de 100 kilos sur les épaules sans trop s'épuiser. Tout change, bien sûr, s'il effectue des squats. Chaque mouvement à vitesse élevée est associé à la fois à un faible nombre de têtes de myosine attachées et à une élévation de la dépense énergétique. Plus la contraction est rapide, plus on consomme! C'est d'ailleurs une des explications principales du désavantage de la course à pied par rapport au vélo. Grâce au dérailleur, le cycliste choisit sa fréquence de pédalage de façon à optimiser le fonctionnement des muscles et en particulier améliorer

leur rendement. Une chose évidemment impossible pour le coureur qui, quoi qu'il arrive, doit poser son pied au sol et contracter ses muscles à vitesse élevée, surtout s'il se déplace vite.

### Excentrique, mais finalement assez banal

A ce stade, nous avons détaillé l'action des têtes de myosine dans le régime de contraction concentrique (le rameur) et isométrique (le skieur qui descend tout schuss). Mais que se passe-t-il en mode excentrique, c'est-à-dire chaque fois qu'on se sert de sa masse musculaire pour freiner la chute d'un corps? Il s'agit d'une fonction du muscle tout aussi essentielle que la contraction. On a trop souvent tendance à l'oublier. De façon générale, ces efforts excentriques permettent de préserver l'appareil locomoteur des impacts trop brutaux. Imaginez-vous à la réception d'un saut en longueur sans les jambes pour atterrir en douceur. La catastrophe! D'après des études en biomécanique, on a ainsi calculé qu'avec des pilons à la place des jambes, une chute d'une hauteur ridicule

(+/- 45 centimètres) suffirait à nous casser net les deux cols du fémur. Grâce à l'articulation du genou et au travail des cuisses, on peut se recevoir sans dégâts d'une hauteur de plusieurs mètres. En mode excentrique, les muscles sont donc capables d'encaisser des niveaux de force extrêmement élevés. Bien supérieurs en tout cas aux forces que ce même muscle serait capable de déployer dans l'autre sens. Par quel miracle? Précédemment, nous disions que la force du muscle se trouvait limitée par le faible nombre de têtes de myosine au travail. Nous précisions même que celui-ci n'était guère modifiable. Il va falloir ranger cette certitude au placard. En mode excentrique, on peut dépasser en effet ce que l'on considérait précédemment comme une limite. Comment? L'explication vient d'être trouvée par une équipe italienne de chercheurs (2). Elle met en lumière le boulot de la deuxième tête de myosine. Il faut savoir en effet que chaque molécule de myosine est équipée de deux têtes pour s'accrocher à l'actine. Dans des études antérieures, on avait observé qu'en mode de contraction concentrique, une tête seulement intervenait dans le mouvement. Et l'autre? On s'interrogeait: se

## « En mode excentrique, les muscles sont capables d'encaisser des niveaux de force extrêmement élevés »

pourrait-il qu'elle ne serve à rien? Les Italiens ont eu la curiosité de voir ce qui se passait lors de l'action excentrique. Pour cela, ils ont étiré légèrement l'unité contractile, appelée sarcomère, de pas grand-chose: cinq nanomètres à peine. Cela suffit pour constater aussitôt un doublement du nombre de têtes impliquées dans le mouvement. En fait, cela ne change pas fondamentalement la force déployée par tête de myosine. Mais l'élargissement du recrutement permet au muscle d'atteindre des niveaux de force totalement inédits. Imaginez un instant que vous êtes suspendu à la branche d'un arbre. Vous conviendrez que, dans cette situation, on se sent mieux lorsqu'on peut utiliser ses deux bras plutôt qu'un seul. Pour la molécule de myosine, c'est la même chose. En cas d'étirement de sa structure, elle sollicite l'aide de sa deuxième tête pour mieux résister. Bien sûr, un tas de questions restent en suspens. A

commencer par celle-ci: dans quel langage mystérieux la tête de myosine en détresse fait-elle comprendre à sa sœur jumelle qu'il serait grand temps de se magner un peu et qu'elle risque sinon de tout lâcher? D'autant plus que tout cela se déroule en quelques millièmes de seconde. Un mécanisme de coopération entre têtes serait très chouette à découvrir. Mais peut-être est-ce simplement le résultat d'un phénomène purement physique? Un allongement du muscle entraîne forcément une réduction de sa surface de section. L'étirement aurait alors pour conséquence une diminution de la distance entre la deuxième tête et le site actif de la myosine le plus proche, avec pour résultat final une très grande probabilité de fixation. Voilà qui constitue en tout cas un mécanisme merveilleusement ingénieux pour faire face aux grandes tensions musculaires sans tout déchirer.

### Myotest, la révolution de l'entraînement sportif

**Premier appareil compact de mesure et d'optimisation des performances musculaires au monde, le Myotest permet de réduire significativement le temps d'entraînement nécessaire pour atteindre ses objectifs sportifs.**

« Comment améliorer ma performance ? » Cette question est au cœur de tout entraînement sportif, quel que soit le sport pratiqué ou le niveau de l'athlète.

En première mondiale, le Myotest permet d'y répondre par une approche quantitative précise et rapide accessible à tous les sportifs. Le Myotest est un nouvel appareil

qui permet de mesurer en cinq minutes le niveau de performance musculaire d'un athlète en calculant la puissance, la force et la vitesse d'un geste sportif selon le principe de l'accélérométrie. Il ouvre ainsi des perspectives révolutionnaires pour la préparation physique de sportifs de tous niveaux, quelle que soit la discipline sportive pratiquée.



#### Avec le Myotest, vous pourrez :

1. **Contrôler l'évolution de votre forme musculaire** quand et où vous voulez.
2. **Optimiser votre entraînement** en déterminant facilement les charges optimales.
3. **Analyser, partager et comparer vos résultats** en les téléchargeant sur votre compte sécurisé et individuel du site internet myotest user.

**Pour plus d'informations,**  
Numéro gratuit pour la France : 0800 944 706

Découvrez les possibilités de l'espace user Myotest en saisissant le code (22182867) dans la rubrique « e-coupon » sur [www.myotest.com](http://www.myotest.com).

Publi-Rédactionnel



Jean-Pierre Egger à Auckland, préparateur physique de l'équipe Alinghi, vainqueur de la Coupe de l'America 2003 et 2007

« Le Myotest donne simplement et en quelques secondes les informations dont vous avez besoin pour un entraînement de qualité », affirme le coach Jean-Pierre Egger.

**myotest**  
mesure comprends progresse

# ENTRAÎNEMENT

## C'est comment qu'on freine?

Grâce aux propriétés de la contraction excentrique, le muscle est donc tout à fait capable d'encaisser des forces décuplées. Qui plus est, ce travail est peu dispendieux sur le plan énergétique. Pour un même niveau de force, on estime qu'il est à peu près 3 à 6 fois plus rentable que le travail concentrique. Lors d'une célèbre expérience menée en 1952, deux cyclistes pédalaient sur des ergocycles couplés mécaniquement l'un à l'autre (3). L'un fournissait un travail



**L'ingénieux système imaginé par Abbott en 1952 permettait aux cyclistes de pédaler l'un contre l'autre... dans des sens différents.**

celle sur terrain plat et a fortiori en côte. Pourtant les muscles déploient une force importante. Une dernière question se pose: comment expliquer cette économie alors que, précisément, plus de têtes de myosine participent au travail? Pour répondre à cela, nous devons briser un autre dogme. Jusqu'à présent, il était communément admis que le couplage mécano-chimique valait un pour un. En d'autres termes, que chaque cycle de production de force consommait une molécule d'ATP. Cette affirmation reste vraie pour la contraction avec de faibles niveaux de force. Mais, lorsque les tensions parviennent à des niveaux très élevés comme cela peut être le cas dans le travail négatif, cette relation cesse d'être valable. Plusieurs cycles de production de force peuvent alors découler de la consommation d'une molécule d'ATP. Un Japonais particulièrement astucieux a réussi à observer ainsi 3 à 5 cycles mécaniques pour un seul cycle chimique. Pour cela, il était parvenu à immobiliser un filament d'actine, grâce à deux faisceaux laser, qui interagissait avec une myosine isolée, elle-même fixée sur une petite bille (5). Comment est-ce possible? L'explication est un peu complexe... Allons-y tout de même. Il faut avoir en tête le caractère réversible de l'étape de libération du phosphate inorganique associée à la production de force lors de la bascule de la tête de myosine. En d'autres termes, la libération de phosphate et la production de force sont possibles, tout autant que l'opération en sens inverse: fixation de phosphate et mouvement de bascule à l'envers. Si bien que, sous la contrainte de lourdes charges, plusieurs mini-cycles rapides de libération-fixation de phosphate et de production-

diminution de force peuvent s'effectuer pour une seule molécule d'ATP. D'où la faible dépense énergétique dans le travail négatif. Pensez à tout cela quand vous descendez une volée d'escaliers. Car le travail négatif est présent dans la plupart des mouvements naturels. Les muscles opèrent naturellement un travail d'étirement avant de se contracter, que ce soit dans la marche, la course, les sauts ou les lancers. Regardez le lanceur de javelot. Il jette son bras en arrière avant de propulser l'engin vers l'avant. Ce faisant, il étire d'abord ses structures contractiles et gagne ainsi de la force. Si on regarde bien, on s'aperçoit que très peu d'activités naturelles mettent en jeu des actions concentriques pures (... à part le "penalty stroke" en hockey sur gazon). Normal. Les muscles fonctionnent de façon beaucoup plus efficace par le biais de cycles étirement/raccourcissement. L'avantage provient de la possibilité de stocker et d'ensuite restituer de l'énergie par les éléments élastiques. Et les mécanismes intimes de ce stockage viennent d'être admirablement décrits par l'équipe italienne avec la mise en lumière du recrutement de la deuxième tête de myosine. L'entraînement en pliométrie vise évidemment le renforcement de ces qualités naturelles. Auparavant on savait déjà que cela marchait. Aujourd'hui, on sait aussi pourquoi! **Robin Candau**



**Tous les lancers commencent à l'envers! Ici le Suisse Stefan Müller**

positif (c'est-à-dire qu'il pédalait normalement); l'autre devait résister en déployant un travail négatif (il tentait de freiner le mouvement). Dans ces conditions, on s'est aperçu que le second cycliste consommait 3 fois moins d'énergie que le premier. De la même façon, la course en descente exige une très faible dépense d'énergie par rapport à

« *Les muscles opèrent naturellement un travail d'étirement avant de se contracter* »

### Références

- 1) Piazzesi G, Reconditi M, Linari M, Lucii L, Bianco P, Brunello E, Decostre V, Stewart A, Gore DB, Irving TC, Irving M, Lombardi V. *Skeletal muscle performance determined by modulation of number of myosin motors rather than motor force or stroke size.* Cell. 2007 Nov 16; 131(4): 784-95.
- 2) Brunello E, Reconditi M, Elangovan R, Linari M, Sun YB, Narayanan T, Panine P, Piazzesi G, Irving M, Lombardi V. *Skeletal muscle resists stretch by rapid binding of the second motor domain of myosin to actin.* Proc Natl Acad Sci U S A. 2007 Dec 11;104(50): 20114-9.
- 3) Abbott BC, Bigland B, Ritchie JM. *The physiological cost of negative work.* J Physiol. 1952 Jul;117(3):380-90. (Téléchargeable gratuitement par Pubmed)
- 4) Kitamura K, Tokunaga M, Iwane AH, Yanagida T. *A single myosin head moves along an actin filament with regular steps of 5.3 nanometres.* Nature 1999 Jan 14;397(6715): 129-34.



## LE SUPPLICE DE LA CHAMBRE À AIR

Toutes ces recherches sur les mécanismes intimes de contraction peuvent trouver des répercussions très pratiques en matière d'entraînement. Rappelez-vous qu'en mode excentrique, on parvient à multiplier par deux le nombre de têtes de myosine impliquées dans la contraction à un instant donné par rapport aux exercices d'isométrie et encore plus par rapport au travail concentrique. On génère des forces plus importantes et, de ce fait, on booste les processus d'adaptation. C'est le principe de l'entraînement par la pliométrie. Attention toutefois au caractère assez traumatisant de la méthode. Ce type de musculation ne peut être abordé que chez des athlètes bien préparés. Pour se forger une idée du type de séance, imaginez une session de squat à la presse avec des barres lourdes et un "camarade" d'entraînement (appelons-le comme cela) qui se pend à la barre pour surcharger la phase de descente. De la torture! Mais c'est le prix à payer pour recruter la deuxième tête de myosine et gagner de la force. Attention aussi à bien respecter les délais de récupération. Dans ce genre de programme, la sollicitation est maximale et la fatigue musculaire proportionnelle. On conseille en général de doubler la durée de repos habituellement prévue. Prudence aussi au moment d'établir le programme. Ce type de méthode radicale ne peut être pratiqué sans risque dans le mois qui précède les compétitions. Chez les skieurs alpins, par exemple, le travail excentrique prend généralement place en période pré-hivernale. Mais pas directement avant les épreuves. Trop dangereux. Enfin, il faut choisir précautionneusement le type d'exercice. Le plus souvent on procède sur la base de sauts en contrebas suivis de rebonds. La méthode n'est pas vraiment nouvelle. D'après les témoignages, elle était déjà utilisée par les sportifs à l'époque de la suprématie des athlètes d'Allemagne de l'Est et du bloc soviétique. Le saut de 2 mètres de haut ne leur faisait pas peur. Ils rebondissaient en disant "même pas mal" sauf évidemment pour ceux qui ne se relevaient pas, blessés jusqu'à la fin de la saison. Des techniques moins agressives furent imaginées plus tard à l'attention notamment des athlètes et des volleyeurs. Elles consistent à s'entraîner avec un gilet lesté. Lorsqu'ils l'enlèvent, ils se sentent littéralement pousser les ailes. Merlene Ottey, la grande prêtresse du sprint, pratiquait elle aussi des exercices de surcharge à sa façon. On l'a vue faire des pompes avec son fiston sur le dos... pour le plus grand plaisir de ce dernier! Et, si vous ne pouvez pas compter sur l'aide d'une progéniture en bas âge, une demi-chambre à air de voiture à moitié remplie de sable fera l'affaire. Les extrémités de la chambre à air sont simplement ligaturées. Pour les courageux, voici un petit exemple de circuit-training que l'on conseille d'effectuer en alternant les phases d'effort (30 secondes) et de

repos (30 secondes) au cours de deux séries de 15 minutes. Ici, la surcharge s'applique autant dans la phase excentrique que concentrique. Mais, comme il s'agit de charges légères et d'exercices dynamiques, un pic de force surviendra nécessairement à la fin de la phase excentrique et l'objectif sera donc atteint. Premier atelier: vous aménagez une aire pour les sauts verticaux avec réception sur un tapis de type Dymena avec 30 à 50 cm d'épaisseur qui font bien mal aux cuisses quand on essaie de décoller, et évidemment la chambre à air sur les épaules pour les plus vigoureux. Ensuite, on passe au "step". On monte et on descend rapidement de la hauteur d'un banc. Toujours avec la chambre à air. Cela doit commencer à ruisseler dans le cou, autrement, on répète! Un autre atelier redoutable consiste à sauter latéralement de part et d'autre d'un élastique tendu à environ 20 cm du sol. Le mouvement rappelle un peu celui du slalomeur qui dévale une pente. N'oubliez pas la chambre à air si vous en avez la force. Un autre atelier, réservé aux plus costauds, consiste à faire ensuite une série de sauts avec toujours notre chambre à air adorée sur les épaules. L'aménagement de l'atelier nécessite une série de plinths de 20-30 cm. Départ sur le premier plinth, il s'agit de sauter en contrebas, de rebondir et de se percher sur le plinth d'en face et ainsi de suite sur la série de plinths en aller-retour jusqu'à la fin des 30 secondes d'exercice. Attention à l'importance des contraintes mécaniques appliquées sur l'appareil locomoteur. Un tapis de gym pourra être disposé avec bonheur en contrebas de chaque plinth afin de limiter l'intensité des impacts. Enfin dans cette série intitulée "supplices de la chambre à air", certains athlètes particulièrement costauds n'hésitent pas à ajouter un atelier d'abdominaux: jambes en crochet, pieds calés sous un espalier, chambre à air sur les épaules. La précaution à observer est de stopper la descente avant la fin. L'athlète reste enroulé et conserve le menton sur le tronc. Cela suffit pour éviter toute cambrure au niveau lombaire qui pourrait se révéler traumatisante. Vous entendrez sans doute les hurlements de certains spécialistes à l'énoncé de cet exercice ou même à sa simple description. Il reste qu'un tas d'athlètes le pratiquent depuis des années sans signaler d'effets secondaires. L'effet global consisterait plutôt en un renforcement de la musculature du rachis. En particulier si les antagonistes sont passés au même traitement, mais attention, ici encore, des précautions doivent être observées. Jambes calées sur un plinth par un partenaire, l'athlète, le buste dans le vide, remonte. Et là, attention, on arrête la remontée bien en dessous de l'horizontale pour ne pas cambrer. Les plus aguerris pratiqueront l'exercice lestés de la satanée chambre à air. A ajuster bien sûr en fonction des aptitudes et de l'humeur de chacun.