



Association des Entraîneurs d'Ile de France d'Athlétisme

## LE PIED ENDURANT

**Bruno Gajer** (Chercheur à l'I.N.S.E.P.)

**Jean-Claude Vollmer** (Entraîneur d'athlétisme)

Il y a eu un modèle de travail de pied chez le sprinter et à une certaine période, on a voulu faire rentrer les coureurs de demi-fond dans un modèle de sprinter. On va essayer d'exposer en quoi le pied du coureur de demi-fond peut être spécifique.

Pour le pied endurant, on voulait vous démontrer que par rapport au sprint où on peut compter 44 à 45 appuis sur un 100 m et 180 appuis sur un 400 m, à partir du 1500 mètres c'est 750 appuis, et 26 000 appuis sur marathon selon une étude Est-Allemande qui s'est bien concentrée sur le sujet. Et on voit qu'étant donné le nombre d'impacts, le souci d'économie va être permanent à partir du 800 mètres pour pouvoir accéder à la haute performance.

Au niveau de la fréquence, d'après le tableau, entre le 800 mètres et le marathon il y a peu de différence sur la fréquence de foulées. Par contre, dans l'amplitude il y a des différences, et tout cela va se déterminer sur l'appui du coureur. Alors non seulement, il y a beaucoup de différences sur le nombre de foulées, car le demi-fond c'est très large entre 380 et 26 000 appuis, et puis les distances sont très différentes et les morphotypes très différents. Cela oscille donc d'un coureur moyen de 800 m sur les 50 meilleures performances mondiales de 1,80m et 68 kg, vers un coureur de 5000m de 1,74m pour 58 kg, donc là aussi, nous allons avoir des contraintes assez différentes et des morphotypes différents qui vont amener des choses très différentes. Un sprinter entre un coureur de 100m et de 400 m, il n'y a pas énormément de différences au niveau du morphotype, par contre dans le demi-fond la palette est beaucoup plus large.

Avoir le pied endurant, c'est étudier ce qu'il se passe sur l'appui de course. Il y a une phase d'amortissement et en anglais c'est la braking phase, ce terme convient un peu mieux car il met en valeur la période de freinage et de choc ; cela correspond à cette impulsion un peu descendante et une phase de propulsion sur l'appui, donc ces deux phases font partie du temps de contact et pour avoir un pied endurant : il va falloir gérer les deux phases. Et on va voir que peut-être, en fonction des morphotypes, il y a deux manières de gérer choses-là. Alors pour l'appui du coureur de demi-fond, j'ai mis 200ms, ce n'est pas suffisant si on parle du marathon, mais disons que jusqu'aux 10 000m entre 150 et 200ms c'est le temps d'appui moyen ; en effet les forces passent par le pied. Mais dans ce temps d'actions on voit qu'il y a quatre articulations qui sont mises en jeu, avec pas mal de groupes musculaires sur la phase d'appui et avec des types de contractions différentes.

Dans ces 150ms, la hanche va s'étendre de manière concentrique et ce sont les muscles fessiers-ischios qui vont agir ; le genou a une action de flexion-extension, mais il va y avoir quand même une phase stato-dynamique, donc le type de contraction est quand même plutôt stato-dynamique et la cheville est vraiment de type pliométrique. Cela s'étudie sur le balayage des angles sur l'appui de course. Il y a des diapositives qui montrent des flexions-extensions avec un point d'inflexion très court et il faut dire que c'est un type de contraction pliométrique, au niveau de la cheville et dans le fléchisseur du pied, cette voûte plantaire va s'écraser et renvoyer comme une grosse lame de ressort en simplifiant grossièrement.

Le travail musculaire sur la phase de retour de la jambe est conséquent. Tout cela va avoir des implications sur le choix des exercices de renforcement musculaire et par exemple, il ne faudra pas oublier que pour avoir le pied endurant : il faut avoir une hanche qui s'étend tout au long de la course ; si la hanche ne passe pas, on ne peut pas dire que la foulée sera efficace et que le pied sera endurant. Avec le niveau d'expertise, on a une réduction du temps de contact. Les athlètes ne cherchent pas forcément à réduire ce temps de contact : entre coureur de 800m en 2'00'' et un coureur de 800m 1'43'', le coureur en 1'43'' : son problème ce n'est pas de réduire son temps de contact, puisque déjà

il court plus vite (c'est un phénomène sous-jacent), mais il possède une amplitude plus grande et une fréquence qui est quasiment la même que le coureur en 2'00. Cependant, il produit plus de force dans un temps plus réduit, donc il est plus explosif. Comme ses qualités musculaires de base sont nettement supérieures son type d'entraînement doit aller dans ce sens, ce qui fait que le temps de contact va se réduire.

### **Analyse des phases de la course de ½ fond et de la tâche du coureur de ½ fond.**

On a déterminé 3 grosses phases de la course dans laquelle la foulée se transformait, et cela avait des implications différentes dans la construction de la foulée mais aussi sur le temps d'appui et sur le pied du coureur avec peut être des intentions différentes.

On va commencer par la course au train ; l'idée c'est qu'il y a plusieurs façons d'être économique et le problème de la course au train : c'est de dépenser le moins d'énergie possible pour pouvoir finir. Sur un 1500m, le 1000m ne doit pas coûter car certains décrivent le 1500m comme un 500m lancé ; pour le 800m c'est un peu différent mais toutes les courses se terminent très très vite maintenant. Les coureurs économisent des énergies folles à des allures de plus en plus importantes. On avait vu plusieurs améliorations du rendement : augmenter l'amplitude (c'est une évidence) car pour la même dépense d'énergie, allonger une foulée de 5cm sur un 1500m multipliée par 750 (nombre de foulées) cela fait 37,5 m, ce qui n'est pas négligeable, mais cela peut être déjà un travail qui s'effectue sur la technique de course. Et le principal souci d'économie de course, ou du moins l'impression qu'on en a, c'est de réduire l'angle d'envol ; Réduire l'angle d'envol, c'est réduire la flèche ; cette flèche plus on monte dans la phase aérienne, plus ça donne une quantité de mouvement sur la verticale importante. Donc être économique serait être plus rasant. La quantité de mouvement c'est la masse X vitesse verticale, et plus on monte plus cette vitesse verticale de chute est importante, plus le coureur doit gérer des quantités de mouvement : cela lui demande de la force, il dépense beaucoup d'énergie dans cette phase là, et il va être beaucoup moins économique.

On connaît beaucoup de coureurs très rebondissants qui sont très jolis à voir mais qui ne finissent pas ou mal les courses. Courir économique, c'est vraiment ne pas sauter. Ne pas sauter et augmenter son amplitude, cela veut dire qu'il y a un petit problème , il va falloir mieux orienter les forces sur l'appui, et les augmenter sur l'horizontale au maximum. Il faut les deux pour augmenter les deux. Ce qu'il faut se dire c'est que pour réduire cet angle d'envol, il va falloir surtout ne pas descendre sur l'appui dans la braking phase. Là où on va prendre le sol, s'il y a beaucoup de flexions sur l'appui, il va y avoir beaucoup d'extensions et beaucoup de mouvements sur la verticale pour inverser ce mouvement de descente du bassin, donc on va relancer le bassin plus vers le haut et l'angle d'envol c'est la tangente à cette trajectoire du bassin. Donc le bassin va descendre et remonter plus sèchement sur cette pente et l' angle d'envol va être supérieur. Il va falloir s'organiser pour peu descendre sur l'appui et on va voir qu'il y a deux manières de s'organiser pour ne pas descendre sur l'appui ; avoir un angle d'envol rasant, avoir une amplitude optimale et dépenser le moins possible d'énergie.

On a déterminé 2 types de coureurs : prise de sol haute où l'athlète va prendre le sol sur un segment très peu fléchi et va résister sur cet appui pour ne pas descendre et propulser sur un segment très tendu. On va avoir des forces sur l'horizontale, et ce qui va faire avancer les hanches : cela va être plutôt les muscles postérieurs de la cuisse , les fessiers (les extenseurs de la hanche). Ce sont des coureurs qui vont utiliser préférentiellement les extensions de la hanche pour des forces sur l'horizontale, c'est un style de coureur plutôt léger, cela correspond à un morphotype plutôt de l'Afrique de l'Est. Le temps de contact et la distance parcourue par le bassin sur l'appui sont plus réduits que le 2<sup>ème</sup> cas que je vais vous présenter. On verra qu' une fois que nous avons ces deux techniques, on va orienter l'athlète en formation (ou le renforcement musculaire de l'athlète) vers quelque chose de cohérent. Là, on est proche d'un appui de sprinter. Les sprinters aiment bien voir courir Gébresselassié, car cela correspond à ce qu'ils imaginent de la course de ½ fond ; et malheureusement ou heureusement, tout le monde ne court pas comme Gébresselassié. Gébré a essayé de courir sur marathon où là, son style de course n'est pas forcément économique. C'est quand même une méthode qui a tendance à faire monter un peu le bassin, on parle de coureurs légèrement sautillants. La preuve en est qu'il n'est pas le meilleur sur marathon. D'ailleurs, il souffre beaucoup de blessures aux pieds et aux mollets, et cela se renforce avec les 26000 foulées qu'il doit fournir.

Le 2<sup>ème</sup> type de foulée caractéristique, c'est Medhi Baala. Le modèle Baala est aussi très économique avec un angle d'envol très réduit sauf que Medhi s'organise à une prise de sol avec flexion préalable. Il ne prend pas le sol en position haute mais avec une flexion, il ne fléchit pas sur

l'appui, il fléchit en prenant le sol et ensuite, il maintient le genou bien fléchi et bien gainé : on dit c'est un type de contraction statique (stato-dynamique). Et puis, il va attendre assez tardivement pour étendre son genou et glisser vers l'avant et non pas remonter trop vers la verticale. C'est une méthode de type plutôt d'Afrique du Nord au niveau du morphotype. Ce type de coureur prend le sol assez bas et possède une attitude de course assez basse et une poussée très longue, très puissante. Le temps de contact et la distance parcourue sur l'appui vont être beaucoup plus longs que dans le cas précédent. Beaucoup moins dans les normes classiques du sprint, mais tout aussi efficace car beaucoup plus adapté à ce type de coureur. Un type de coureur comme Medhi qui pèse 65 kg, si il se met à sautiller, la quantité de mouvement sur la verticale va devenir trop importante et il va mourir tout doucement au fil des kilomètres ; il a donc une technique adaptée. On a beaucoup de coureurs et de modèles comme cela en France, Fouad Chouki, Driss Maazouzi, si ils se mettent à vouloir courir très sautillant sur le pied, ils ne finiraient pas les courses.

Pour les forces sur l'horizontale, tout à l'heure nous avons vu que c'était une prédominance des extenseurs (les fessiers et les ischios travaillent aussi bien entendu), mais on a une participation très importante en fin de poussée des extenseurs du genou donc des quadriceps, que l'on retrouve beaucoup moins chez les coureurs comme Gébré qui quitte le sol avec une poussée moindre que chez Medhi ; alors la conclusion que j'en fait, c'est que les deux sont aussi efficaces et économiques mais il faut peut-être choisir le renforcement musculaire qui va permettre d'améliorer la foulée en fonction du type de coureur. En effet, Medhi ne va pas choisir les mêmes types d'exercices, avec ses 65 kg et d'ailleurs Medhi qui pousse vers l'avant a peut-être besoin de renforcement musculaire alors que certains Kenyans comme Kimutai qui fait à peine 45 kg et qui ont des fibres musculaires très dynamiques n'ont peut-être même pas besoin de renforcement musculaire car ils ont un rapport poids/force qui est bien au delà de la moyenne des coureurs ; donc à la rigueur avec ce type de raisonnement, plus le coureur est puissant et possède des bons quadriceps, plus la musculation et le renforcement musculaire auront un impact sur l'efficacité de la foulée et cette puissance dans le temps d'appui. Ce qui fait qu'on entend dire que Gébré ne fait pas de renforcement musculaire et que Kipketer, lui, a modifié sa foulée et se met à en faire quotidiennement. On a des variations terribles qui sont dues aux différents morphotypes et sur lesquels il faudra réfléchir dans le choix de l'amélioration du temps de contact, est-ce qu'il faut le réduire, l'optimiser ou produire plus de force dans ce temps de contact déjà établi ? Medhi est autour de 150 ms (par paire) ce qui n'est pas très court mais on se rend compte quand on fait du vélo à côté de lui que c'est quand même une machine à puissance.

L'autre phase de la course, c'est l'accélération terminale. Là encore, on voit deux manières de faire. Ce sont des mesures que nous avons prises à Bercy en 1997 en salle mais qui sont assez significatives. El Gerrouj ce jour là avait décidé de partir tranquillement et à partir du 800m, il s'est échappé tout seul et il a fait 3'35'' en salle (proche du record du monde en salle). Il a une amplitude qui se stabilise à 2,04m et sinon c'est 2,10-2,12m sa foulée de croisière. Et pour accélérer il va augmenter la fréquence de ses foulées. La vitesse, c'est l'amplitude X la fréquence. Mais aussi, la fréquence, c'est  $1/(\text{temps de contact} + \text{temps de vol})$  ; et là, d'accélérer la fréquence, ça veut dire qu'il stabilise son amplitude et qu'il va diminuer son temps d'appui. Pour accélérer, il va ainsi produire les mêmes forces, cependant, il va les reproduire plus fréquemment et donc il réduit le temps d'application de la force et donc le temps d'appui. Il y a d'autres modèles d'accélération. Frédérique Quentin, dans une course indoor avait accéléré en fin de course ; la fréquence est plutôt stable et elle produit son accélération par l'augmentation de son amplitude de foulées qui passent de 1,80m à 1,95m. Donc c'est le gain de quelques centimètres à chaque foulée qui va augmenter sa vitesse de déplacement dans le rapport amplitude/fréquence. Donc là, Fred, elle choisit un autre modèle, le temps de contact (nous n'avons pas les mesures) très certainement reste plutôt stable et elle va produire beaucoup plus de force sur chaque appui. Le choix de la méthode se discute mais : est-ce que Frédérique n'aurait pas été plus économique à augmenter la fréquence qui était finalement assez basse 3,20 foulées par seconde ?

Mais d'autres questions sont à se poser sur comment entraîner l'athlète à accélérer (Richard Descoux a été un des premiers à parler de la capacité d'accélération pour des coureurs de 800m). Il y a encore des choses à creuser et surtout à coller des modèles en fonction des athlètes (et surtout ne pas se tromper de modèles). On va vous présenter une vidéo. Il s'agit de plusieurs modèles filmés à Göteborg (95).

800m masculin : exemple de l'accélération terminale fulgurante de Kipketer.  
10000m masculin : exemple de l'accélération terminale de Gèbré qui gagne devant Skah et Tergat qui pourtant sont de très bons finisseurs ;  
1500m masculin : exemple de Morcelli.  
5000m masculin : exemples de Lahlafi, Sghyr, et Bitok.  
800m féminin : exemples de Ana Quirot et Patricia Djaté.  
5000m féminin : exemple de O'Sullivan qui est une des rares athlètes à produire son accélération terminale par l'augmentation de l'amplitude des foulées, c'est aussi parce que son gabarit le lui permet contrairement à sa principale adversaire Ribeiro qui joue sur la fréquence.

### **La notion de fatigue.**

Il y a des courses où, si on court mal, et que l'on fait une erreur stratégique, la vitesse va chuter. Même les meilleurs se trompent. Comme Gèbré à Bercy sur 3000m dans le premier kilomètre, il met une grosse accélération pour se séparer de ses adversaires (c'est son choix) et donc sur une vitesse qui est plutôt équilibrée d'habitude sur 3000m, ici, il va y avoir une chute de la vitesse tout le reste de la course avec malgré tout une fréquence qui se stabilise voir qui augmente par certains moments, et l'amplitude va être progressivement réduite jusqu'à la fin de la course. Et la diminution de l'amplitude est un facteur clé dans l'apparition de la fatigue. Sur les courses longues, c'est beaucoup plus rares car les athlètes accélèrent jusqu'à la fin de course donc on ne voit pas une chute de l'amplitude, on voit un maintien ou une augmentation de la fréquence pour augmenter la vitesse.

### **Évolution des paramètres de la foulée au cours du 800m.**

Comment expliquer la différence entre le 1er et le second tour ? L'explication est difficile à donner. Soit le temps de contact augmente car les forces du pied se dégradent, soit la coordination de l'ensemble des forces produites vers l'horizontale, est moins importante et les muscles sont moins explosifs donc les hanches mettent plus de temps à avancer. Et la coordination de l'ensemble voudrait que le temps de contact au sol se rallonge pour que le coureur ait le temps d'avancer. Ça, c'est vrai quand il n'y a pas beaucoup d'épuisement. On a fait des études sur le 400m et quand la fréquence est touchée, c'est-à-dire que sur le 400m on a une chute brutale de la fréquence sur les 30 ou 50 derniers mètres, et là c'est dû au temps de contact qui n'est plus du tout coordonné avec le manque de force des extenseurs de la hanche, donc le coureur quitte le sol très tôt ce qui donne un angle d'envol très raide. Le coureur dans la fatigue monte de plus en plus et se met des contraintes de plus en plus importantes sur la verticale, donc c'est vraiment un effet de boule de neige : « je suis fatigué et je me fatigue de plus en plus » ; ça c'est ce que l'on caractériserait comme un épuisement très intense. Cela doit arriver dans les courses de 800m parfois et ça arrive très souvent sur 400 m. L'exemple sur lequel ont été prises les mesures, c'était un 800m couru raisonnablement et la fréquence n'avait pas trop chuté et cela semble correspondre à une bonne organisation de la fatigue. Si le temps de contact restait trop bref, on aurait sûrement une chute de la fréquence ; le temps de vol augmenterait car l'athlète décollerait un peu trop tôt : c'est comme le sauteur qui décolle et qui n'est pas passé au-delà de son appui. Dans le domaine de la fatigue, on avait fait un travail à Strasbourg : une étude sur des comparaisons de séances pour développer la vitesse maximale aérobie et donc on avait comparé une séance de courses en côtes, une séance de 600m sur piste et une séance de 30''/30'' ; on avait pu constater que les courses en côtes amenaient une grosse contrainte sur le temps de contact qui était nettement augmenté par rapport aux courses sur le plat et une diminution de l'amplitude avec également une diminution de la fréquence ; ça, c'était vraiment montrer que les courses en côtes amenaient des grosses contraintes sur la propulsion, bizarrement, horizontale, c'est-à-dire qu'il faut monter la côte mais aussi aller vers l'avant et aller vers l'avant cela devient plus compliqué. Il y a un gros travail sur le temps de contact et sur l'amplitude. Peut-être que pour les courses qui vont vers de la fatigue intense, on le sait sur le terrain : ça marche les côtes pour le 400m et le 800m ; et peut-être même pour le demi-fond long mais là, ça met un peu l'accent sur les rapports entre la réussite de ce type d'entraînement et les contraintes mécaniques observées à la louche (car nous n'avons pas encore réussi à mettre une plate-forme de force en côte) ; mais ce type d'entraînement se justifierait par cette dégradation temps de contact et amplitude qui se retrouvent dans toutes les courses où on finit très fatigué.

## Les propositions de renforcement musculaire.

On peut classer les exercices de renforcement musculaire pour le coureur de ½ fond sur un axe plutôt d'impulsions horizontales ; les muscles vont donner une composition de force plutôt sur l'horizontale et le travail du pied s'effectue dans la fin de phase : dans la phase de propulsion, passer par le gros orteil, c'est certainement pousser vers l'avant. On les classe en exercices articulaires et segmentaires (articulaires : 1 articulation mise en jeu et segmentaires : 2 à 3 articulations mises en jeu). Les exercices globaux comprennent tout le corps donc on peut imaginer que les bras avec les transferts d'énergie font partie de l'activité course en côte ou course avec chariot. Les exercices de pied plutôt sur l'horizontale sont les bondissements qui ont une grande composante vers l'avant ; donc peut-être que le modèle Medhi Baala doit travailler un peu plus sur ce secteur là que dans la propulsion suivante sur l'axe vertical. Sur l'axe vertical on a un renforcement musculaire des impulsions verticales. On va retrouver les exercices de pied qui ressemblent beaucoup plus à un certain type de travail de sprinter mais beaucoup moins orientés vers l'avant ; cela correspond mieux à un type de coureur comme Gébré plus rebondissant et plus léger. Cet exposé permet de sensibiliser sur le choix des exercices de renforcement musculaire en fonction de la technique de course sachant que pour la technique de course peu importe laquelle on choisit du moment qu'elle est économique. Et celle-ci est certainement liée au morphotype du coureur qu'on a face à soi. On a des coureurs de 45 kilos et de 70 kilos qui sont tous aussi performants. Donc il faut peut-être réfléchir à tout ça...

## **Jean-Claude Vollmer : Comment travailler le pied endurant ?**

Le coureur est polyarticulé, donc ce n'est pas en faisant seulement du pied, du pied et du pied que l'on va parvenir à une amélioration mécanique de la foulée et du rendement. Le travail que devrait faire tous les coureurs de ½ fond et de fond, et qui n'est pas systématiquement fait, c'est le travail de coordination motrice générale : « rendre le pied disponible et intelligent ».

Le travail dans ces séances n'est pas bien différent de ce que fait le sprinter ; contrairement à ce qui se dit sur les coureurs de ½ fond qui ne font que courir, il y en a toute une série désormais qui font un véritable travail d'école de course : de l'école de course jusqu'à l'éducation du pied car il faut être économique pendant la plupart de la durée de la course. Et ça peut durer pendant 25 minutes pour le coureur de 10000m afin de pouvoir être efficace dans l'accélération finale. Pour être forts, les bons athlètes sont extrêmement disponibles sur le plan moteur, Morcelli, Gébré, sont capables de faire des bondissements dignes de triple-sauteurs, des écarts faciaux. Et nos meilleurs coureurs de ½ fond comme Tahri, Baala, Chouki savent aussi faire pas mal de choses. Ce travail peut se faire pieds nus et sur différentes surfaces, que ce soit : sur herbe, sable, tapis mous (par exemple les tapis de judo sont excellents au niveau proprioceptif) ; avec une priorité à donner à ce qui est qualitatif. Tous ces exercices, il ne faut pas les répéter des heures, il faut d'abord apprendre à les faire : la recherche d'une bonne exécution, avec peu de répétitions mais avec beaucoup de variabilité. Car fréquemment, on a tendance à voir des athlètes qui répètent les 2 ou 3 exercices qu'ils savent faire et souvent ils les font mal en plus, et cela apporte très peu au niveau de l'amélioration de la motricité. On peut lister tous ces exercices de base mais que trop peu de gamins pratiquent.

Pour un coureur de ½ fond, il lui faut un travail de quelques mois avec 1 à 2 séquences de travail dans ce secteur pour devenir très performant et être capable de faire des démonstrations et de maîtriser toutes ces choses là : marche sur pointe de pied, marche sur talon, déroulé talon-pointe, marche avec déroulé de pied dans l'axe avec flexion prononcée du genou, marche sur bord intérieur et bord extérieur ; ce sont des éléments de motricité, de contrôle et de maîtrise qui sont extrêmement importants. Les coureurs de steeple s'ils ne maîtrisent pas talon-pointe et le déroulé de pied sur la barrière, ils vont se retrouver dans la rivière très souvent. On emprunte des exercices proprioceptifs que les sprinters et les sauteurs font, mais qui ne sont pas seulement de leur domaine et le coureur de ½ fond doit utiliser aussi le travail proprioceptif : avec banc polonais, marche avec tirage genou haut extension jambe d'appui, marche avec tirage genou haut jambe d'appui plus impulsion plus ou moins forte et plus ou moins dirigée vers le plan vertical ou horizontal. Globalement, je pense qu'il faut beaucoup plus d'exercices pour le coureur de ½ fond de type dominante horizontale, qu'à dominante verticale. Ne serait-ce que pour des raisons de blessures, je privilégie largement les dominantes horizontales. Donc les courses galop gauche-droite, D-G, et déplacement pied rebond gauche-pied droit, talon-pointe talon,...(voir document) (exercices de maîtrise et de contrôle). Tout cela doit se faire

2 à 3 fois dans la semaine, ça prend 10 à 15 minutes et c'est extrêmement intéressant sur le plan du rendement économique. Les coureurs qui font ces exercices progressent et courent différemment. Un coureur comme Medhi Baala a quand même beaucoup progressé au niveau du temps de contact au sol dans la manière de produire une vitesse.

Le travail de la fréquence gestuelle sans matériel, la course mimée sur place en enfonçant le talon mais sans élévation de genou avec attitude très haute, talon-fesse appui avant pied avec changement d'amplitude et de rythme, alternance talon-fesse et fréquence au sol sur petites durées : ce sont des mobilisations sur le plan de la coordination qui vont le changer du climat habituel du footing sur 10 bornes à 3'50'' au Km. L'utilisation des escaliers avec de la vitesse, avec 1 appui sur les marches, puis rebonds sur les marches, utilisation de l'augmentation de l'amplitude, rebonds avec des formes alternées (D-D, G-G, D-G,...). Tout cela pour développer la mobilisation et la coordination générales. Si l'on dispose d'un peu de matériel : slalom entre les plots en jouant sur l'espacement régulier, mettre un espace progressif et une gestuelle différente parce que on peut tout y greffer : des mobilisations des membres supérieurs différents et ne pas utiliser les bras, on peut utiliser beaucoup de choses et les sortir de leurs routines ; travail de lattes au sol, des variations en passant de l'amplitude à la fréquence ou de la fréquence à l'amplitude, les courses avec résistance ou survitesse, utilisation de chariot, de luges, ou de caddies, ce sont des exercices très utiles pour des coureurs de ½ fond. Les exercices de technique de foulée : travail de l'ouverture, du griffé, de l'attitude, avec des plots, avec un appui, 2 appuis, avec de la vitesse, sans élan, avec les haies et augmentant l'espace entre les haies, avec les variations d'appuis, les haies renversées,... Toute cette gamme technique, il faut l'utiliser et la placer dans l'entraînement du coureur de ½ fond. Les bondissements, rebonds pieds joints, les multibonds, enchaînement course-impulsion, arraché de médecin-ball, dans une dominante horizontale, travail en côtes ; j'utilise beaucoup les côtes non seulement pour le travail en technique mais également pour des dominantes aérobies. Tout le travail que l'on fait sur le plat peut se faire aussi en côtes, à condition que celle-ci ne dépasse pas 5 %, afin d'augmenter les contraintes. On fait faire aussi le travail spécifique à la presse oblique, plus le travail avec les plinths comme l'a montré Piasenta ce matin.

\*\*\*\*\* **Fin de l'exposé sur le pied endurant** \*\*\*\*\*

### **QUESTIONS-REPONSES :**

**Tidiane Correa, entraîneur et responsable au pôle France de décathlon au CREPS de Montpellier :** quelles sont le rôle et la place de la technique de course dans la planification d'entraînement d'un coureur de demi-fond ? Étant donné la spécificité du demi-fond, quelles durées et quelles intensités appliquer au niveau du renforcement musculaire avec le logiciel Rhéa 2000 ?

**Bruno Gajer, entraîneur national du demi-fond à l'INSEP :** pour la musculation, le principe c'est que le temps d'appui est de 150 ms par paire, voir 130 ms pour les bons coureurs de 800 m ; donc il faut produire toutes les forces que l'on a montrées dans ce temps très court : c'est être très explosif. Et être explosif c'est d'abord produire de la force, donc on va développer ses capacités de force, on va développer sa force maximale et une fois que sa force maximale est un peu plus élevée qu'au début de l'année, on réinjecte des cycles où on fait beaucoup de travail à grande vitesse d'exécution pour avoir un transfert de ces nouvelles forces dans un temps très court d'application et pour essayer de gagner 5 cm d'amplitude ; et il faut limiter sa descente sur l'appui, et si il est plus fort, il descendra moins sur l'appui, et risque aussi d'avoir un angle d'envol plus réduit. Je me rappelle de la réflexion de Kader Chekhemani : il était en plein cycle de force maximale, c'était très nouveau pour lui, très contraignant, et on n'avait pas pris beaucoup de préparation car il était au très haut niveau et plutôt proche de la fin de carrière. Donc il a fallu aller très vite et il a tenté le coup de la force maximale. Il se sentait beaucoup mieux en footing, et moi j'étais assez perturbé avec ça ; et en fait, c'est qu'il était mieux dans la braking phase, il était plus puissant donc il descendait moins et il s'épuisait moins. De mon côté, tout le monde ne fait pas ça, à l'INSEP, pour la musculation on fait à peu près la même chose que les sprinters qui s'entraînent dans leur phase de pleine vitesse : demi squat, quart de squat, avec des charges assez importantes. Artémon Hatungimana soulève 170 kg et il pèse 64 kg.

**Tidiane Correa** : Cela me rassure car les demi-fondeurs disent qu'en général ils utilisent le poids du corps. L'entraîneur est souvent amené à modifier la base de travail que nous donne le Rhéa 2000 au départ. Est-ce qu'au niveau du demi-fond l'ajustement est possible et si oui lesquels ?

**Bruno Gajer** : Ce sont des athlètes qui s'entraînent beaucoup, et la musculation représente 15 à 20 % de l'entraînement. La musculation avec charges, en utilisant ce logiciel, représente 5 à 10 % suivant le cas ; cela correspond des fois à une séance par semaine. C'est un travail essentiellement de qualité en sachant qu'il faut placer en plus de la technique et des exercices d'éducatifs du pied. C'est de grande qualité comme les sprinters, ou les sauteurs, mais cela a une part moins grande dans l'entraînement. On limite à 3, 4 séries par groupes musculaires. Après, c'est une progression classique de la musculation, sachant que l'on renforce beaucoup la cheville et aussi les fléchisseurs de la cheville pour que les vibrations dans les poses d'appuis soient moins importantes. Cela a beaucoup soulagé pas mal de coureurs de travailler les flexions cheville et de stabiliser leur cheville, et de travailler le péronniers latéraux avec des aides manuelles, on travaille aussi avec déroulés de pieds, attaque talon, bondissements de sauteurs. De ce point de vue-là, le demi-fondeur est plus proche du sauteur que du sprinter parce qu'il faut passer et pousser.

**Jean Claude Vollmer, entraîneur national de demi-fond** : On recherche essentiellement la qualité plutôt que la quantité. Il y a une grande variété d'exercices. Le poids c'est l'ennemi en demi-fond. (Donc pas de prise de poids). Dans la durée, Medhi Baala prend très vite de la force et arrête aussi très vite, car il peut la conserver relativement longtemps. Alors que Bob Tahri continue la musculation jusqu'au bout de la préparation.

**Tidiane Correa** : Est-ce qu'il est envisageable de faire une séance spécifique de travail de pied ? Et si oui, quelle est sa durée, son intensité, sous forme de circuits, d'ateliers ? Qu'en pensez-vous ?

**Jean Claude Vollmer** : Je suis plutôt contre les circuits training car la composante aérobie ils l'ont deux fois par jour déjà. Je préfère faire des ateliers avec des corrections sur l'exécution d'exercices.

**Bruno Gajer** : Ces exercices pliométriques sont extrêmement dangereux, car on prend 3 à 4 fois le poids de corps sur les structures passives quand ce n'est pas 10 à 12 fois suivant la hauteur de la haie. Ceux qui font ça avec un cardiofréquencemètre et qui soit-disant font de la VMA, exécutent les exercices, avec la fatigue, de plus en plus mal faits, et les structures passives vont encaisser de plus en plus mal les chocs. Dans un circuit de type VMA, les sauteurs font 400 multibonds au maximum et encore dans une grosse séance ; dans un circuit de type VMA, on demande à des athlètes qui ne sont pas des sauteurs, qui ne sont pas très puissants, de faire au moins 600 à 700 multibonds avec une fréquence cardiaque à 180 pulsations, donc c'est sûr que l'on va les fracasser, cela ne va pas être tout de suite, les blessures vont ressortir à plus long terme dans la saison ou dans la saison d'après. C'est du fracassage, c'est trop dangereux.

**Grégoire Millet, entraîneur national de triathlon** : Sur la possibilité d'améliorer l'économie par l'amplitude, vous nous avez donné des explications par rapport aux oscillations verticales. Mais est-ce que vous avez pu observer que si on augmente trop l'amplitude, on risque d'augmenter les accélérations et les décélérations sur le plan horizontal, et on sait que cela est relativement coûteux au niveau énergétique. Est-ce que vous pouvez fournir un complément d'informations sur cela ?

**Jean Claude Vollmer** : Le coureur va automatiquement s'adapter. Sur le plan de la consommation de l'oxygène et sur des contraintes liées à l'amplitude, le meilleur rapport c'est quand il choisit lui-même la longueur de sa foulée. Donc augmenter l'amplitude, ce n'est pas contraindre, c'est par tout un travail général d'amélioration de la force, du gainage, que le gain d'amplitude sur le long terme va se faire naturellement.

**Grégoire Millet** : En plus, on voit bien quand vous parlez de l'accélération terminale que c'est beaucoup plus fréquent d'être efficace en jouant sur la fréquence, qu'en jouant sur l'amplitude. Il y a quelques filles qui pourraient accélérer en augmentant beaucoup l'amplitude au détriment de la fréquence, alors que chez les garçons ce serait d'augmenter plutôt la fréquence.

**Bruno Gajer** : Si l'augmentation de l'amplitude ne modifie pas le cycle de jambes, les forces de freinage n'ont pas de raison d'augmenter, et surtout si on arrive à produire une amplitude supérieure en gardant un angle d'envol bas. Mais si on y arrive par cette transmission de force, c'est là qu'il faut bien trouver le groupe musculaire qui va déclencher ces 2 à 3 cm de gain à chaque appui : cela représente un gain énorme. Et surtout ne pas transformer le geste, car le geste du coureur de demi-fond c'est un geste bien économique, il faut greffer là-dedans une transformation sans casser le système. Le cycle postérieur, c'est le cycle du coureur de demi-fond, que l'on ne doit pas détruire et dessus, on va diminuer l'angle d'envol et améliorer la production de force sur l'appui.

**Grégoire Millet** : Le rôle des extenseurs de la hanche, c'est aussi de moins décélérer. C'est-à-dire que quand on améliora l'économie, ce sera sur cet aspect-là. Si on dissèque un peu le travail mécanique total, l'apport de l'énergie cinétique va être bien plus important (travail d'accélération et de décélération sur l'horizontale).

**Bruno Gajer** : Cela peut coûter beaucoup, parce que je me rappelle de coureurs comme Patricia Djaté ou d'athlètes qui sont très sautillants, très habiles et qui souvent dans le dernier tour ne peuvent plus avancer et ont une dégradation du temps de contact très brutale et irrémédiable. Cela arrive très souvent chez les milers où ça va vite, et où on peut se laisser piéger à mettre un temps de contact plus bref et à monter un peu, et cela malgré tout, ça a l'air d'être quelque chose de très coûteux au niveau de l'économie.

**Grégoire Millet** : Est-ce que vous avez pu observer des relations directes entre la forme de la poulaine de la cheville et les oscillations du centre de masse ? Parce qu'en fait de dire que l'athlète est très économique parce qu'il est très sautillant, ce n'est pas aussi évident que cela, sur des aspects purement cinématique que l'athlète va être économique.

**Bruno Gajer** : C'est vrai que l'on a beaucoup d'études sur tapis roulant dans ce secteur, et c'est vrai que c'est gênant : parce que sur le tapis l'extenseur de hanche ne travaille pas quasiment. Donc c'est très difficile, mais avec l'arrivée du K4 cela va aller très vite maintenant et on aura des résultats intéressants dans ce secteur-là. On est parti d'une idée, qu'il y avait des coureurs très sautillants dûs à un modèle classique du pied que l'on voulait transmettre au demi-fond.

**Alain Troncal, entraîneur national de saut** : Je trouve très intéressant la variété du travail, le souci de prévention et le souci d'efficacité au niveau technique et biomécanique, et ceci étant relié à une évaluation non pas seulement du temps, ni du nombre, ni de la quantité d'exercices, mais aussi à une observation visuelle de la qualité du travail (afin de privilégier la qualité sur tout le reste). C'est la qualité qui commande le nombre de répétitions, qui commande l'intensité de travail, et ce n'est qu'à partir de là que l'on peut faire progresser les athlètes et même s'ils ne progressent pas d'une manière brutale, ils progressent continuellement.

**Joël Poulain, docteur de l'équipe de France** : Remarque, il y a trois types de bassins chez la femme sur le plan horizontal. Cela doit avoir un rôle sur le gain d'amplitude et pour ce besoin de jouer sur la fréquence.

**Eric Marinier, éducateur sportif et entraîneur au Montpellier Athlétisme** : Ce matin nous avons vu les différentes blessures qui pouvaient apparaître au niveau du pied. Parallèlement, vous nous avez beaucoup parlé de bondissements, de méthodes d'entraînement sur le pied, par ailleurs, on sait que les coureurs de demi-fond font énormément de bornes. Est-ce que vous avez des méthodes alternatives pour pouvoir travailler le pied sans les chocs engendrés par la course, et avez-vous des méthodes de récupération particulières ?

**Jean Claude Vollmer** : Chez moi, ils ne bornent pas. L'entraînement : c'est du travail et du repos. Le repos est pris en compte sur une saison, sur le cycle de travail, et dans la séance. Une séance comme je la préconise, peut durer 2 heures et demi, si on fait tous les exercices qualitativement. Sinon, les coureurs font de l'alternatif à un moment donné : ils font du vélo, de la natation, on copie l'entraînement du triathlon mais après il faut aller vers le spécifique : c'est du dosage. Il faut éviter ce qui est inefficace et inutile. On peut enlever des bornes et des bornes, qui ne servent à rien et qui ne font que créer de la fatigue supplémentaire. Il faut analyser les plans pour aller vers l'efficace.

**Michel Pradet, préparateur physique et professeur d'EPS** : En tant que préparateur physique, il y a une chose qui m'a souvent intrigué : c'est que les acquisitions que l'on fait dans une qualité physique, la qualité de force par exemple, ne vont pas obligatoirement se retrouver lorsqu'on va parler de force-endurance : parce que c'est d'autres fibres qui sont sollicitées, parce que c'est d'autres systèmes neuromusculaires qui sont sollicités, donc n'y a-t-il pas la nécessité de travailler une force spécifique qui serait à la fois suffisamment distinguée de ce que l'athlète peut faire dans son activité elle-même (auquel cas la préparation physique de l'endurance de force ne se justifierait pas) et à la fois suffisamment différenciée d'une pure acquisition de force qui peut effectivement amener quelque chose dans l'accélération terminale, mais qui ne se traduira pas obligatoirement par une capacité à maintenir un indice de force dans l'activité elle-même. La notion de bien doser les paramètres de la charge de travail dans les activités renforcements musculaires, en termes d'intensité et de durée d'effort, il faudrait arriver à les quantifier, c'est-à-dire jusqu'à quel nombre de répétitions cela va devenir de la réelle préparation à de l'endurance de force, en dessus de quoi ça va plutôt être du travail de force pure et puis est-ce que ce travail de force pure va être transférable ? Faire des séances de bondissements sous forme de circuits en gardant les mêmes amplitudes de saut qu'un sprinter : c'est casser l'athlète, mais si on adapte la hauteur, l'intensité, la durée des appuis au sol, cela va être efficace. Car ce qui est important, c'est de réussir à conserver la faculté d'appliquer la force dans un temps d'appui qui sera celui de la course ; parce que si on arrive à appliquer une force énorme sur 80 ms, mais que dans la course on le fera en 150 ms, alors soit on va exprimer une force démesurée et qui ne sera pas rentable, ou soit on deviendra incapable d'appliquer une force sur une durée d'appui qui sera plus longue.

**Bruno Gajer** : On s'est penché sur l'endurance de force et on a plutôt tendance dans les sports qui en auraient besoin à déterminer le groupe musculaire qui se fatigue le plus, pour appliquer des quantités de travail plus importantes mais qui amènent quand même une hypertrophie. On est quand même dans un sport, où le poids c'est l'ennemi ; donc on vise le groupe musculaire le plus fatigable. Il semble que dans la fatigue intense, ce soit les extenseurs de la hanche qui lâcheraient l'amplitude. Donc on crée de la fatigue dans ces groupes musculaires pour qu'ils s'adaptent ; on faisait des exercices très locaux. Le petit problème qui se pose, c'est que ces extenseurs de hanche sont des muscles très fragiles et ce type de travail d'endurance de force locale va créer des tensions qui sont très gênantes pour le reste de l'entraînement : donc j'ai fait le choix de ne plus en faire. Par contre, j'utilise les côtes d'une autre manière, je vois ça comme une contrainte sur les extenseurs de la hanche et sur le pied ; et je les utilise dans cette optique : c'est-à-dire pour un coureur de 800 m, je le mets dans l'allure de course (-15 % de la vitesse) et il produit de la force en essayant d'être économique et de faire une séance de volume de 10 X 200 m. L'endurance de force, je la travaille toute l'année en faisant courir à l'allure spécifique toute l'année. Courir à l'allure spécifique : c'est faire de l'endurance de force. C'est produire des forces spécifiques plus qu'en compétition. Le problème c'est les ischios : si on fait une séance d'endurance de force et une séance de technique de vitesse gestuelle, cela ne se marie pas. Pour Frédérique Quentin, ça marchait bien mais pour Artémon c'est beaucoup trop dangereux de l'envoyer faire une séance de vitesse avec les ischios qui n'ont pas récupéré. Ce procédé est efficace car de courir souvent à allure spécifique et de faire une tentative d'allure spécifique en côte c'est un travail qui passe bien.

**Jean Claude Vollmer** : Concernant les côtes, je vais jusqu'à des efforts de 8 minutes 30 secondes aux allures spécifiques car faire de la force endurance en musculation pour le demi-fondeur c'est dur ils n'ont pas l'habitude donc c'est à manier avec modération.

\*\*\*\*\*

### **Fin de l'exposé et remerciements de Richard Descoux envers les intervenants.**

Pour adhérer à notre association ou avoir des renseignements, une seule adresse :  
AEIFA, 16 rue Vincent Compoint 75018 PARIS  
Courriel : [aeifa@aeifa.com](mailto:aeifa@aeifa.com) Internet : [www.aeifa.com](http://www.aeifa.com)