

LE ROLE DE LA BIOMECHANIQUE DANS L'AMELIORATION
DE LA PERFORMANCE SPORTIVE EN LANCER DE POIDS

ALOUANE Rachid Maitre de conférences 'B' Institut d'Education Physique et Sportive

Université Alger 3

Résumé

La performance sportive étant un phénomène multifactoriel. Elle fait l'objet de nombreuses investigations au travers des différents champs scientifiques. Si les disciplines des sciences humaines et des sciences de la vie permettent à l'entraîneur de porter un regard sur le sens que l'athlète attribue à sa motricité et les dispositions biologiques qui lui permettent de la réaliser, la biomécanique leur permet de comprendre la locomotion humaine, de détecter les gestuelles les plus performantes et éventuellement d'en corriger les fautes.

L'entraîneur soucieux de la performance de ses athlètes ne peut plus se contenter du simple caractère qualitatif d'un regard empirique sur le mouvement, il a tout intérêt à solliciter le biomécanicien dans la mesure où leur étroite collaboration contribue au développement d'outils adaptés aux besoins de l'entraîneur. C'est le cas de l'entraîneur de la discipline du lancer du poids où l'analyse biomécanique lui a permis la correction des erreurs techniques de son athlète, ce qui a amélioré sa performance sportive.

ملخص

تعلق تحقيق التجريب الرياضي بتوفر عدة عوامل، وهي موضع بحوث عديدة في مختلف المجالات العلمية. إذا كانت العلوم الإنسانية وعلوم الحياة تسمح للمدرب لاكتساب نظرة على المعنى الذي يعطيه الرياضي لمهاراته الحركية الرياضية والاستعدادات البيولوجية التي تمكنه من تحقيقها، فإن

LE ROLE DE LA BIOMECHANIQUE DANS L'AMELIORATION DE LA PERFORMANCE SPORTIVE EN LANCER DE POIDS

ALOUANE Rachid : Institut d'Education Physique et Sportive -Université Alger 3.

الميكانيكا الحيوية تساعده على فهم تحرك الإنسان، والكشف عن الحركات الخاطئة وتصحيحها.

على المدرب المهتم بتحقيق نتائج جيدة أن لا يكتفي بنضرة سطحية للحركة المنجزة، بل من المستحسن الاستعانة بمختص في علم الأحياء الميكانيكي لإنجاز وسائل تتكيف مع احتياجاته.

ذلك هو حالة مدرب رمي الجلة، حيث التحليل البيوميكانيكي للحركة المنجزة سمح له بتصحيح الأخطاء التقنية وفي الأخير تحسين النتيجة الرياضية.

INTRODUCTION

Une meilleure compréhension du geste sportif est l'un des facteurs de l'amélioration de son exécution. La biomécanique, « science qui étudie les forces internes et externes agissant sur le corps humain et les effets produits par celles-ci. » HAY J.G. (1986, p.216), permet à l'entraîneur de pouvoir analyser le geste, en l'occurrence apporter des corrections techniques pour une meilleure performance. ROBIN R. (1973, p.145), parle de l'examen biomécanique, ou il affirme « qu'il est indispensable d'étudier avec attention l'ensemble d'un geste au sujet du quel on peut être, à priori, attribuer une insuffisance technique, ce qui provient souvent d'une faiblesse d'un maillon des chaînes articulaires et musculaires ». GEOFFREY H.G.D (1975, p.11), quant à lui qualifie la connaissance de la biomécanique de moyen essentiel pour distinguer, l'important de l'accessoire, le correct de l'incorrect. »

Au travers d'une expérimentation, qui consistera à comparer l'exécution de deux lancers effectués par un athlète débutant à celle

d'un champion considéré comme un modèle d'exécution, le premier lancer du débutant sera réalisé afin d'évaluer le niveau technique de ce dernier et de tirer les fautes à éviter.

Le second lancer sera réalisé après des séances d'entraînement qui auront pour objectif le travail et la correction des erreurs commises lors du premier lancer.

Le moyen utilisé pour l'analyse et l'évaluation des trois lancers est la biomécanique. Ceci dit nous nous posons la question suivante : l'analyse biomécanique améliorera-t-elle d'une façon significative les performances chez le lanceur algérien ?

La biomécanique comporte deux axes de recherche : l'analyse quantitative et la modélisation. Notre recherche s'inscrit dans le premier axe, elle consiste à une analyse biomécanique de la technique d'O'BRIEN en lancer de poids et son importance dans l'amélioration de la performance chez l'athlète algérien

L'analyse quantitative

L'analyse quantitative du mouvement humain est le plus souvent réalisée à partir d'outils cinématiques et/ou dynamiques. Dès le début des années 1870, les travaux de Marey et Demeny permettaient de mesurer de manière objective les gestuelles performantes à l'aide d'analyses dynamographiques et/ou chronophotographiques (Marey, 1873). Le sportif en mouvement est un système difficile à étudier du fait de sa complexité et des propriétés parfois changeantes du milieu dans lequel il évolue. Les outils d'analyse dynamique (plate forme de force, capteurs de pressions

LE ROLE DE LA BIOMECHANIQUE DANS L'AMELIORATION DE LA PERFORMANCE SPORTIVE EN LANCER DE POIDS

ALOUANE Rachid : Institut d'Education Physique et Sportive -Université Alger 3.

plantaires...) ne permettant pas de définir les contributions segmentaires mises en jeu par le sujet, les caractéristiques du geste sportif et les contraintes environnementales de l'activité font de l'analyse cinématique en trois dimensions l'outil le plus souvent utilisé pour reconstruire la gestuelle des sujets. Actuellement les systèmes les plus performants utilisent au moins deux projections planes du mouvement (figure 1) pour le reconstruire en trois dimensions (Yeadon et Challis, 1994). Les systèmes d'analyse cinématique peuvent être classés en deux catégories en fonction de l'utilisation ou non de marqueurs sur le sujet étudié. Les systèmes utilisant des marqueurs sont multiples (infrarouge, ultrason, etc.). Les marqueurs, placés au niveau de chaque articulation, permettent d'identifier la position des segments du sujet dans une image. L'usage de marqueurs sur le sujet fait que ces systèmes d'analyse ne sont pas utilisables en compétition.

Pourtant, la majeure partie des gestuelles les plus performantes réalisées par les athlètes de haut niveau sont observables exclusivement lors de ces épreuves. Pour permettre l'analyse de ces gestes sans faire appel à la coopération du sujet.

La modélisation

La modélisation permet d'élaborer de nouvelles stratégies gestuelles et de prédire leurs influences sur la performance. L'appropriation d'un modèle par les sportifs oblige le biomécanicien à prendre en considération les représentations que le l'athlète se fait de son activité et les paramètres observables par l'entraîneur. L'utilisation des paradigmes communs à la robotique et à l'étude des systèmes

constitués de solides poly-articulés permettent aujourd'hui de proposer des représentations beaucoup plus fidèles des athlètes en situation. Les modèles qui représentent le sujet dans son intégralité favorisent la compréhension de l'influence d'une stratégie gestuelle sur la performance. La dispersion de la performance entre les athlètes de haut niveau étant très faible, ces représentations apportent généralement des informations plus conformes aux attentes de l'entraîneur. Déjà utilisée dans de nombreux champs scientifiques, la modélisation est un moyen d'investigation particulièrement efficace dans les cas où sa conception est issue d'une méthode rigoureuse.

L'EXPERIMENTATION

OBJECTIF DE L'EXPERIMENTATION

Pouvoir répondre au questionnement initial relatif au rôle de l'analyse biomécanique de la technique du lancer de poids dans l'amélioration de la performance chez l'athlète Algérien, tel est notre objectif.

Nous essayerons de voir, s'il y a une différence significative entre la performance réalisée avant l'analyse biomécanique et celle d'après l'analyse suivi d'un programme d'entraînement portant sur les carences et les fautes commises. Nous allons aussi noter respectivement les performances réalisées.

nous allons également comparer la deuxième réalisation (post-programme) à celle du modèle prise sur le champion d'Algérie de la discipline.

LE ROLE DE LA BIOMECHANIQUE DANS L'AMELIORATION DE LA PERFORMANCE SPORTIVE EN LANCER DE POIDS

ALOUANE Rachid : Institut d'Education Physique et Sportive -Université Alger 3.

la présentation du lancer de poids (technique d'o'Brien)

Le lancer de poids est une discipline qui appartient à la famille d'athlétisme, C'est un mouvement acyclique et aussi « une activité où l'action est réalisée dans une forme isolée, fermée sur elle-même, cette forme motrice se caractérise par une structure de phases en trois parties » *BEYER E.(1987, p.91)*.

Pour ce qui est de la technique d'O'BRIEN, elle est décomposée selon certains auteurs, en trois parties et selon d'autres en quatre parties. Citons *HOPF H.(1977)*, qui a décomposé le geste en quatre (04) parties, appelées ; préparation, glissement, lancer et enfin rattrapage.

HINZ L.(1983), quant à lui, distingue trois (03) parties, appelées successivement, sursaut rasant, accélération et enfin rattrapage.

Vient ensuite *FLEURIDAS A.(1990)*, qui rejoint le précédent auteur quant au nombre de phases, mais utilise une autre appellation. Ainsi il les qualifie successivement de préparatoire, de réalisation, pour terminer enfin avec une phase finale.

Pour notre part, nous distinguerons, pour la facilité de l'étude les quatre (04) phases suivantes :

- 1^{ère} phase : le groupé
- 2^{ème} phase : le sursaut rasant
- 3^{ème} phase : la position de puissance
- 4^{ème} phase : le lâcher

Nous essayerons de voir les exigences techniques de chacune de ces phases.

2.2. Identification des exigences techniques essentielles des quatre phases

1- Le groupé :

- Le lanceur est en double appui, pied droit légèrement fléchi, pied gauche décalé vers l'arrière.
- Le bras est plus au moins levé.

- Le bassin est amené à l'aplomb de la plante du pied droit (pied d'appui).

Dans cette phase, nous avons arrêté l'image juste avant le déclenchement du sursaut rasant (phase 02)

2 - Le sursaut rasant :

- Une extension complète de la jambe droite (le lanceur est un droitier)
- Puissante action de la jambe gauche vers l'arrière.
- Le buste ne doit être redressé que faiblement pendant cette phase.
- La partie supérieure du corps et le poids sont maintenus en arrière et bas, la jambe droite est amenée sous le corps, légèrement fléchie.

Au cours de cette phase, nous avons arrêté l'image au moment de la réception par la jambe droite.

3 - La position de puissance :

- Le pied droit après avoir repris contact avec le sol, agit en pression dynamique puis en rotation interne afin d'amener le bassin sur les deux pieds.
- Le poids du corps repose sur la jambe droite.
- La jambe gauche joue le rôle du soutien.

Pour ce qui est de cette phase, nous avons arrêté l'image au moment de la réception par le pied gauche.

4 - Le lâcher :

Après avoir pivoté le corps sous l'effet du soulèvement de la jambe droite et les muscles rotateurs du tronc et ceux de la cage thoracique, le démonstrateur se trouve en face de l'air de lancer.

- Lancer le poids avec une rapide extension de la jambe droite.

LE ROLE DE LA BIOMECHANIQUE DANS L'AMELIORATION DE LA PERFORMANCE SPORTIVE EN LANCER DE POIDS

ALOUANE Rachid : Institut d'Education Physique et Sportive -Université Alger 3.

- Lancer en extension de la jambe gauche.
- Après avoir effectué le lancer, sursauter en pivotant la jambe droite en avant.

L'image est arrêtée au cours de cette phase au moment du lâcher du poids

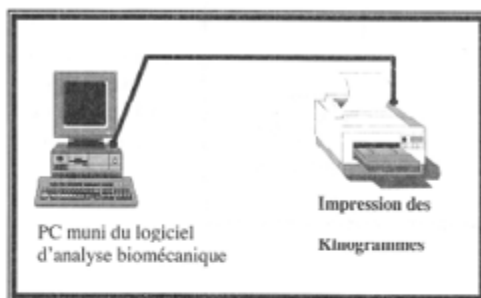
Le plan expérimental



**Enregistrement
des
lancers**

A la lumière de ces différents points techniques, qui caractérisent l'exécution correcte du lancer de poids, nous pensons que les informations apportées par l'analyse biomécanique seront très utiles à partir de la deuxième phase où les difficultés techniques sont plus importantes

Le déroulement de l'expérimentation



Introduction des coordonnées et l'obtention des kinogrammes des réalisations

Le sujet exécute les lancers à partir d'une position individuelle. Il est vêtu d'un short. Les articulations sont marquées de bandes élastiques fluorescentes. La performance de chaque lancer sera enregistrée. Les athlètes exécuteront trois essais chacun, nous choisirons la séquence de la meilleure performance.

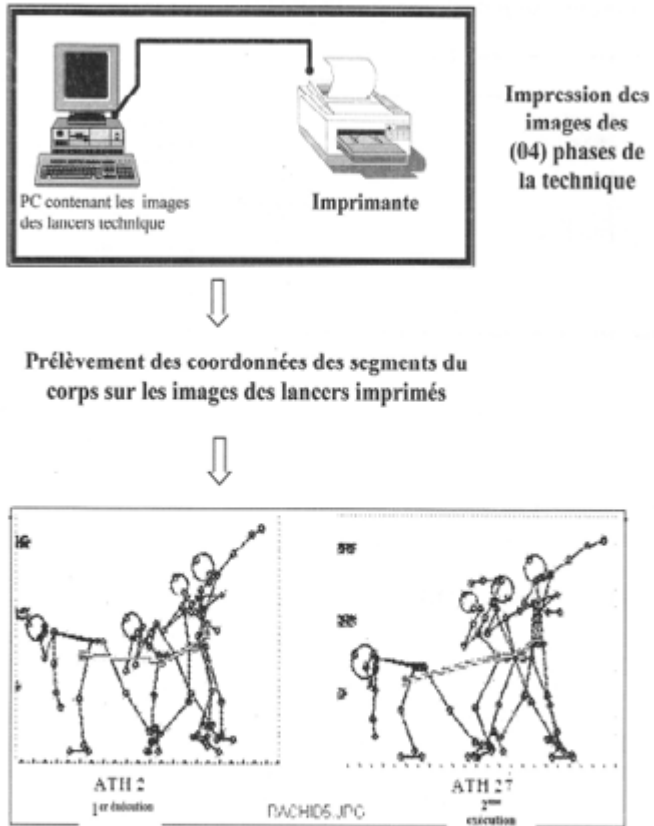
LES FACTEURS D'ERREUR

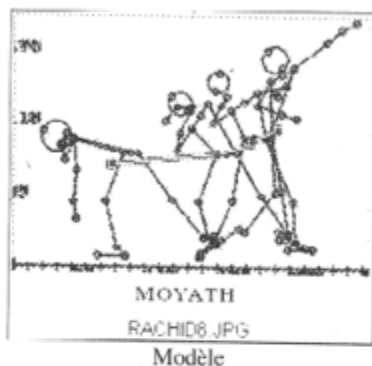
Nous avons essayé de reproduire les mêmes conditions matérielles pour l'enregistrement des lancers, mais des erreurs de placement du matériel se sont tout de même présentées.

Au cours du prélèvement des données (abscisses et ordonnées) sur les images, nous avons trouvé des difficultés à situer certaines articulations, ce qui a engendré probablement des erreurs d'appréciation et éventuellement de mesure.

LE ROLE DE LA BIOMECHANIQUE DANS L'AMELIORATION DE LA PERFORMANCE SPORTIVE EN LANCER DE POIDS

ALOUANE Rachid : Institut d'Education Physique et Sportive -Université Alger 3.





A cause de la qualité du film, nous avons rencontré des difficultés à avoir les mêmes phases (avec le même début et la même fin) pour tous les lancers (grâce à l'arrêt sur image). Ce qui a entraîné, sans doute, des erreurs dans le calcul de la trajectoire moyenne des C.G.G.

RESULTAT DE L'ANALYSE BIOMECHANIQUE

Les kinogrammes des trois lancers

A l'issue de notre expérimentation, nous avons obtenu les kinogrammes suivants ainsi que leurs performances,

Ceux de l'athlète :

Performance réalisée : **13,56 m** performance réalisée : **13,73 m**

Celui du modèle :

Performance réalisée : **15,53 m**

Description des trajectoires du centre de gravité générale (C.G.G)

- Celle du **modèle** : En suivant les bâtonnets qui marquent la trajectoire du C.G.G, nous remarquons que cette dernière monte progressivement du début du lancer jusqu'à sa fin. C'est une trajectoire ascendante (montée progressive), sans changement brusque, harmonieuse et sans aucune cassure. il a évolué

LE ROLE DE LA BIOMECHANIQUE DANS L'AMELIORATION DE LA PERFORMANCE SPORTIVE EN LANCER DE POIDS

ALOUANE Rachid : Institut d'Education Physique et Sportive -Université Alger 3.

verticalement de 0.35m et horizontalement de 1.20m et il a réalisé un lancer de 15.53m

- Celles du débutant :

1er exécution : Par rapport à la trajectoire du modèle, celle du débutant est saccadé, nous remarquons un affaissement prononcé lors du sursaut rasant et une montée brusque lors de la phase de puissance, son déplacement vertical est de 0.20m et celui d'horizontal est de 1.35m . la performance réalisé est de 13.56m

2eme exécution : par rapport à la trajectoire du C.GG du modèle , nous remarquons globalement un rapprochement, cela apparaît lors du sursaut rasant ou l'affaissement noté lors de la premier exécution disparaît pour laisser place à une montée qualifié tout de même de brusque causé essentiellement par un redressement prématuré du tronc. Il a évolué verticalement de 0.45m et horizontalement de 1.50m. La performance réalisée est de 13.73m

Les erreurs techniques commises lors de la première exécution par rapport à celle du modèle:

1- Lors du groupé :

- Un manque de fléchissement au niveau de la jambe droite.
- Le coude du bras droit n'est assez écarté du corps
- Les épaules et le bassin ne sont pas horizontaux.

L'ensemble de ses anomalies a donné un placement du centre de gravité (C.G) relativement haut par rapport à son propre corps et aussi à celui du modèle

2 - Lors du sursaut rasant :

- Le buste est trop bas pendant cette phase. Bras gauche trop relâché.
- La jambe droite qui est amenée sous le corps est tendue, alors q'elle devrait être légèrement fléchie, ce qui a donné un C.G trop bas (par rapport à celui du modèle) situé entre les deux fémurs

3 - Lors de la position de puissance :

- Le poids du corps repose sur une jambe droite trop fléchie
- Un décollement prématuré du poids du menton

4 - Lors du lâcher :

Au moment du lâcher de poids, les jambes devraient être en extension complète, ce qui n'est pas le cas car les jambes restent encore légèrement fléchies.

A l'issue d'un programme d'entraînement où les séances sont concentrées sur le travail et la correction des erreurs techniques précédemment soulignées, l'athlète débutant a pu redresser la trajectoire de son centre de gravité général (C.G.G) particulièrement au niveau des phases, du sursaut rasant et celle de puissance, en conséquence ceci a permis d'améliorer sa performance de 0.17m. Ce qui est considérable dans cette discipline où les améliorations dans les résultats sont longues et très dures à observer..

CONCLUSION

Le but de cette expérimentation était de donner à l'athlète débutant une technique de lancer de poids se rapprochant de la forme qu'illustre le champion d'Algérie de la discipline. Certes, il ne s'agit pas d'imiter mais de respecter les principes généraux d'exécution. Comme nous venons de le constater l'analyse biomécanique nous a permis de situer d'une façon précise les lacunes techniques et les points faibles de l'athlète débutant, elle éclaire l'entraîneur sur la manière dont il a été exécuté le geste technique.

Aux séances d'apprentissage technique doivent être adjointes parallèlement des séances d'amélioration des qualités physiques ou motrices.

Force est de constater que l'approche mécanicienne du mouvement humain ne cesse d'évoluer tant au niveau de l'évaluation du geste que de son optimisation. Le développement technologique des outils d'évaluation et d'optimisation du mouvement favorise la compréhension et la découverte des gestuelles les plus performantes. L'entraîneur soucieux de la performance de ses athlètes ne peut plus se contenter du simple caractère qualitatif d'un regard empirique sur le mouvement. Il a tout intérêt à solliciter le biomécanicien dans la mesure où leur étroite collaboration contribue au développement d'outils adaptés aux besoins de l'entraîneur.

LE ROLE DE LA BIOMECHANIQUE DANS L'AMELIORATION DE LA PERFORMANCE SPORTIVE EN LANCER DE POIDS

ALOUANE Rachid : Institut d'Education Physique et Sportive -Université Alger 3.

BIBLIOGRAPHIE

DAYER E. « Dictionnaire des sciences du sport » Ed. Verlag, R.F.A, 1992.

FLEURIDAS & Co « Traité d'athlétisme » : Vol 2, Ed. Vigot, Paris, 1990.

HAY, J G : « Biomécaniques des techniques sportives », Ed Vigot, Paris, 1980.

Kendall M.G. « La construction des modèles et les problèmes qui s'y

Rattachent », Revue de statistique appliquée, Paris, 1969.

Marey E.J « La machine animale », Réédition de l'œuvre originale en 1993, ed EPS, 1873.

Yeadon M.K., Challis J.H. « The future of performance related sports biomechanics research », Journal of Sport Sciences, 1994

FAMOSE J.P. : « Apprentissage moteur et difficultés de la tâche » : Ed. INSEP, Paris, 1990,

LEBOULCH J. : « Vers une science du mouvement humain » - Ed. E. S. F. Paris, 1971.

HUBICHE J.L et PRADET M. : « Comprendre l'athlétisme » : Ed INSEP, Paris, 1993.

JAMES G HAY. : « Biomécanique des techniques Sportives » : Ed. Vigot, Paris, 1980.

PARLEBAS P. : « Contribution à un lexique commenté en science de l'action motrice » : Ed. INSEP, Paris, 1981

PIERON M. : « Enseignement des A.P.S : observations et recherches » Ed. P.I.I., Liège, 1986.

PIERON M. : « Pédagogie des activités physiques et sportive » : Ed. Revue E.P.S, Paris, 1992.

SCHMIDT R.A. : « Apprentissage moteur et performance » : Ed. Vigot, Paris, 1993.