

REPUBLIQUE DU SENEGAL

Un Peuple – Un But – Une Foi

Ministère de L'Education Nationale

**Université Cheikh Anta DIOP
(UCAD)**

**Institut National Supérieur de
L'Education Populaire et du Sport
(INSEPS)**

MEMOIRE DE MAITRISE

**ES SCIENCES ET TECHNIQUES DE L'ACTIVITE PHYSIQUE
ET DU SPORT**

[STAPS]

THEME :

Etude de quelques variables
Biomécaniques chez les coureurs
et des non coureurs de vitesse

Directeur :

Mer Khalil KAMARA

Professeur à l'INSEPS

Présenté et soutenu par :

Mr Abdoulaye DIOP

Année académique 2006 - 2007

DEDICACES

Après avoir rendu grâce au Tout Puissant et à son Prophète Mouhamed (PSL) je dédie ce modeste travail à :

Mes parents, particularité faite à ma petite maman chérie Fatou Kiné NDIAYE, à ma famille, à toutes les personnes qui m'ont toujours suivi et soutenu.

A tous mes amis, à tous mes camarades de promotion

Aux familles : DEME, MBAO, DIALLO, SIDIBE, DIOP, NDIAYE, NIANG, FALL, MBAYE, TOURE, GUEYE, SY, TAYE.

Les mots me manquent pour vous exprimer toute ma reconnaissance, alors, je me contenterai de prier afin que le très Haut vous bénisse, vous couvre de sa grâce infinie, vous prête longue vie et une bonne santé.

REMERCIEMENTS

Ce travail n'a pu être réalisé qu'avec l'aide de personnes ressources.

Nous voudrions leur exprimer nos remerciements les plus profonds et les plus sincères. Qu'il nous soit permis de citer :

Mes parents : Mamadou DIOP et Fatou Kiné NDIAYE pour l'éducation qu'ils m'ont donnée.

Mr Khalil KAMARA, Directeur de ce mémoire qui m'a dirigé avec une grande générosité de cœur et d'esprit avec une disponibilité sans commune mesure.

Moustapha NDIAYE, El Hadji BA, Matar MBODJ, Adama MBIDJI et compagnie, mes voisins de chambre qui m'ont épaulé durant ce travail.

Mes amis et frères Amadou TALL, Djiby THIAM, Ibrahima TALL, Karfa

Toute ma famille Moussa, Babacar, Alioune, Fodé, Abdou Khadre, Seynabou, Augustin, Aida, Ami CISS, Khordia, Dieynaba.

Tous mes camarades de promotion que Dieu le Tout Puissant nous assiste, nous rapproche et nous accorde une pleine réussite

Particularité faite aux personnes qui m'ont aidé dans mes recherches : Mr DABO de la Fédération d'Athlétisme, Mr KOFFI du CIAD, Mr DIAW de la Fédération d'Athlétisme, Mr-Ibrahima FALL Entraîneur de sprint à ASFA, Mr Nicolas NDIAYE Entraîneur d'Athlétisme au DUC,

Au personnel administratif de l'INSEPS : Tata Marie, Grégoire, Tata Anas, Raymond, Ousmane, Tata anta, Astou, Ndeye Fatou, Ass, Tonton Mbargou Thierno,

Tous les étudiants de l'INSEPS

Tous les Professeurs de PINSEPS : Messieurs SANE, KANE, SANO, FALL, THIAM, NDIAYE, DIOP, FAYE, BADJI, SECK, DIOUF, SEYE, THIOUNE, SOW, BADJI, DIA, MAR ,

Mes frères gendarmes de la caserne Samba Diéri DIALLO de Dakar : Omar DIOP, BADJI, Adama DEME, NDOUR, Baye LAYE, Khaly, Abdoulaye DIAW,

Toute ma famille jà Fass aux HLM2 et aux Parcelles Assainies.

Aux enfants de Grand Dakar qui m'ont beaucoup aidé à faire ces tests
Aux élèves du Lycée Ngalandou DIOUF de Dakar à qui je souhaite beaucoup de réussite dans leurs études

A mes amis avec qui j'ai grandi : Doudou NDIAYE, Dancy DIALLO, Kao DEME, Pierre FALL, Ousmane, Maguette, Sidy NDIAYE, Magou TNE, Souky, Pa TAYE, Vieux Alé, Alioune Badara, Pape Moussa, Ama DIALLO, Eumeu Sow.

A mes sœurs Seynabou, Aida, Ouleye, Marie, Marie Madeleine, Maman SANE, Thilléne, Penda MBAO, Khady KANTE, Mame Boye SECK, Ndeye Khaïta, Adji Meïssa, Nabou NDIAYE, Mame Kouna, Maïmouna NDIAYE, Adjia NIANG, Ndeye Fatou NDIAYE, Ana Seynabou

A mes grands frères qui ne cessent de m'encourager : Pape TOURE, Nalla FAYE, Khadim SECK, Adama DEME, Vieux SIDIBE, Alioune SIDIBE, Fodé, Alioune Badara DIOP, Woulaké, Moussa Baye Omar DIALLO, Matar THIAM, Cheikh MBACKE, Mamour NDIAYE, Iba DIOP, Tary Samoura, Ablaye Samoura. A l'ASC Dixième que j'aime énormément. A Monsieur JO Diop Président des entraîneurs du Sénégal. A mon père Pa Déthié SY et sa famille.

SOMMAIRE

Dédicace	
Remerciements	
Résumé	
Sommaire	

PREMIERE PARTIE : Introduction Générale

<u>INTRODUCTION GENERALE</u>	7
------------------------------	---

DEUXIEME PARTIE : Revue de littérature

1) Notion de biomécanique.....	15
A) La marche.....	15
B) La course.....	18
C/ Modèles mécaniques de la marche et de la course	
C. 1 : La marche.....	20
C.2 : La course.....	20
D/ Course de vitesse.....	21
D.1 : Aspects mécaniques de la foulée.....	22
D. 1.1 : La phase d'appui.....	22
D.1.1.1 :L'amortissement.....	22
D.1.1.2 : Le soutien.....	23
D.1.1.3 : La poussée.....	24
D.1.2 : La phase de suspension.....	24
D.1.3 : La longueur de foulée.....	25
D.1.4 : La fréquence de foulée.....	25
D.2 : Energétique de la course de vitesse.....	26
D.2.1 : La voie anaérobie.....	27
D.2.1.1 : Le processus anaérobie alactique.....	27
D.3 : Méthode d'investigation.....	28
D.3.1 : La méthode cinématographique.....	29
D.3.2 : La méthode d'accélérométrie.....	29
D. 3.3 : La méthode de la plate forme dynamométrique.....	30
D.3.3 : La cellule photo-électrique.....	29

TROISIEME PARTIE : Méthodologie de recherche

A/ Population.....	33
B/ Matériel et dispositif expérimental.....	34
C/ Protocole expérimental et Méthode.....	35
D/ Calcul.....	36
E/ Statistique.....	37

QUATRIEME PARTIE : Exposé des résultats suivi d'une discussion

I Résultats et Constats.....	41
II Discussion.....	50

CINQUIEME PARTIE : Conclusion générale

Conclusion générale.....	55
Bibliographie.....	57
Liste des tableaux.....	59
Liste des figures.....	61

PREMIERE PARTIE:

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

La locomotion est une caractéristique commune du monde animal. C'est un processus qui permet (à l'humain inclusivement) de se déplacer d'un lieu géographique à un autre. C'est un déplacement rythmique cyclique des segments corporels qui produit ce que l'on appelle communément la marche ou locomotion bipède.

Selon le dictionnaire le Robert la marche c'est le déplacement continu dans une direction continue. C'est un mode de locomotion naturel à l'homme et à certains animaux. Elle est constituée par une suite de pas. La marche peut être pratiquée pour le plaisir (promenade) ou pour l'hygiène (footing).

Selon le même dictionnaire le Robert, le verbe courir signifie aller vite, se déplacer rapidement. Donc la course veut dire l'action de courir. De par son étymologie le mot vitesse vient du mot latin (grec) vitesse qui veut dire habileté, c'est-à-dire le fait ou le pouvoir de parcourir un grand espace en peu de temps donné.

Dés lors nous pouvons déduire à partir de ces définitions que la marche et la course sont des formes de déplacement ou modes de locomotion propres à l'espèce animale mais humain inclusivement. Une expression qui leur est commune est l'action de se déplacer, c'est la raison pour laquelle on ne peut parler de l'une sans l'autre. Cependant ce qui apparaît dans la littérature et spécifique à la marche c'est qu'elle est une activité naturelle et banale...

La course fait appel à la notion de vitesse qui selon la littérature spécialisée est défini le plus souvent comme la capacité de l'individu à réaliser un acte dans le délai le plus court. Ainsi la course de vitesse se permet d'évaluer la vitesse de la course, c'est-à-dire d'établir le rapport qui existe entre la distance parcourue et le temps mis. L'utilisation des techniques modernes d'investigation a permis de mettre en évidence plusieurs facteurs biomécaniques qui nous font mieux apprécier cette activité qui semble, au premier abord, si simple d'exécution.

C'est ainsi que plusieurs auteurs ont mené des études sur la course de vitesse communément appelée Sprint

Nelson et coll., 1976 cités par Benoît Roy ont voulu mesurer si l'entraînement réparti sur plusieurs années, avait de l'influence sur certains facteurs biomécaniques. Les sujets de cette étude ont été évalués sur une période de quatre années. Ils rapportent que suite à cette période d'entraînement, les sujets avaient significativement diminué leur longueur d'enjambée de même que la durée du cycle total d'enjambée et leur durée d'envol.

Nelson et coll. 1977 cité par **Benoît Roy** ont étudié entre les sexes et ont répondu à la question de savoir si les garçons courent différemment des filles aient une plus petite enjambée et plus grande enjambée relative, ce qui porterait à croire qu'elles ont tendance à forcer. Elles ont par contre, une plus haute fréquence, pour compenser leur plus petite foulée. Elles ont de plus une durée de contact plus brève et une durée d'envol plus longue que les hommes. On serait donc porté à croire qu'elles élèveraient davantage leur.

Centre de gravité à l'envol. Selon cette étude, les filles se démarqueraient significativement des garçons dans la technique de course.

Cavanagh et coll., 1977 cités par Benoît Roy ont cherché les différences quant aux niveaux d'habileté et d'entraînement en comparant des coureurs d'élite et de bons coureurs. Des différences significatives n'ont pas été observées en ce qui concerne les longueurs absolues et relatives des enjambées, de leur fréquence et de la durée du support d'envol.

Par contre, une étude **d'Hubbard et coll.1980** cité par Benoît Roy a démontré qu'en termes de déplacement vertical du centre de gravité, d'angle d'envoi et de durée d'envol, il n'y avait pas de différences significatives entre garçons et filles. Bien plus, selon cette dernière étude, ils rapportent que la durée de support des filles est significativement plus longue que celle des garçons. Cette dernière étude semble donc contredire la première sous plusieurs aspects.

Elliot et Ackland 1981 cité par Benoît Roy ont étudié l'influence de la fatigue sur la biomécanique de la course. Ils ont étudié les modifications survenues entre le départ et la fin d'une course de 10.000 mètres. Les mesures étaient prélevées au 2ème, 10ème, 17ème et 24ème tours d'une piste de 400 mètres. Ils rapportent qu'en fin de course, il y avait une diminution significative de la vélocité de course, accompagnée d'une réduction de longueur d'enjambée. Ils signalent également qu'en fin de course la distance horizontale entre la ligne de gravité et le pied réception au sol était plus grande que la vélocité arrière du pied (juste avant la réception). Ces auteurs soulignent qu'en fin de course, les coureurs, sous

l'influence de la fatigue, ont une moins bonne réception du pied au sol, ce qui a pour effet de les freiner davantage.

L'influence de la fatigue dans une course de 400 mètres a été étudiée par **Bates et Haven, 1974** cité par **Bates et Haven, 1974** cités par Benoît Roy chez des filles. Les données ont été prélevées à mi-course et dans le dernier droit. Bien que ne présentant pas de différences significatives, ces auteurs rapportent que, sous l'influence de la fatigue, la longueur d'enjambée, la fréquence, la vélocité de course et la durée de l'envol ont tendance à diminuer, alors que la durée du support et du cycle total augmentent légèrement. Il semble bien que la fatigue ne modifie que légèrement de course, mais probablement suffisamment pour affecter la performance.

Canavagh et Williams, 1982 cités par Benoît Roy se sont intéressés aux conséquences en termes d'efficacité ou de coût énergétique en demandant à 9 coureurs d'augmenter ou diminuer leurs longueurs de foulées. Ils faisaient courir des sujets sur un tapis roulant à une vitesse de 3,8m/s (14km/h) et ils leur demandaient dans un premier temps d'exécuter leur enjambée naturelle (celle où ils étaient le plus confortable); subséquemment; ils leur imposaient une enjambée qui pouvait être plus longue et plus courte que leur enjambée naturelle. Simultanément, ils mesuraient leur consommation d'oxygène. Ils ont constaté que le coût énergétique était moindre lorsque le sujet utilisant son enjambée naturelle et que sa consommation d'oxygène s'élevait lorsqu'il s'écartait de cette enjambée là.

La figure 1 illustre précisément ce phénomène pour deux coureurs. L'ordonnée représente la consommation d'oxygène, l'abscisse représente les modifications en plus ou moins, de la longueur d'enjambée. On constate bien (spécialement pour le sujet 2) qu'aussitôt qu'il s'éloigne de son enjambée naturelle son coût énergétique augmente en conséquence.

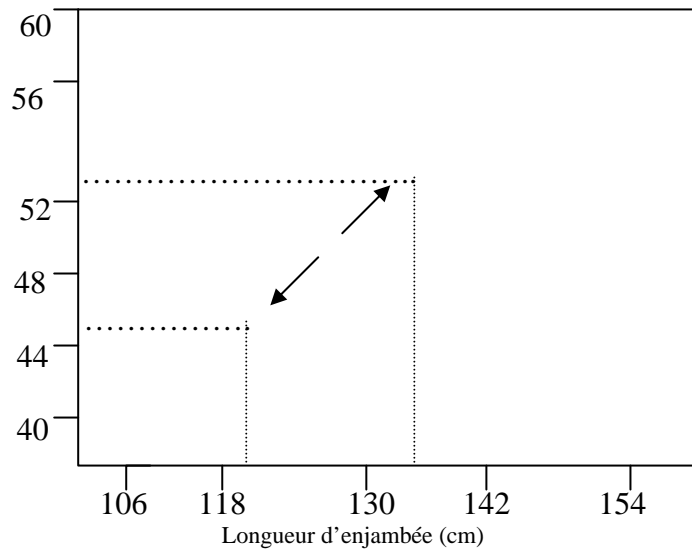


Figure 1 :

Relation entre la consommation d'oxygène de la longueur d'enjambée :

Canavagh et Williams, 1982

Clark et coll., 1983 cité par **Benoît Roy** ont entrepris une étude pour vérifier si la modification de la longueur d'enjambée pouvait influencer la nature et la grandeur des chocs transmis au niveau de la jambe. Les sujets d'étude couraient à une vitesse de 3,8m/s. cette étude- ci a démontré par contre qu'une augmentation de la fréquence d'enjambée (donc une diminution de la longueur) de 5% et même 10% par rapport à la fréquence normale, réduisait significativement l'onde des chocs transmise au niveau de la jambe. Par conséquent, il semblerait que les structures musculo- squelettiques seraient mieux épargnées par de petites enjambées chez les coureurs qui sont plus susceptibles aux traumatismes musculo-squelettiques de la jambe et du pied.

Une étude récente de **Plamondon et Roy, 1983** cités par **Benoît Roy** illustre assez bien l'évolution des différents facteurs biomécaniques au cours des enjambées lors d'une course en phase

d'accélération. L'évolution de la courbe de vitesse et d'accélération en regard de chaque enjambée montre qu'à partir de la dixième ou, douzième enjambée.

La vitesse du coureur semble atteindre un plateau après quoi l'augmentation demeure très faible.

Lansana BADJI, 1984 a étudié certains paramètres biomécaniques chez des étudiants garçons et filles à partir d'une analyse vidéo dans une course de 60m. à une caméra étant placée à une distance à parcourir, en sorte que trois vues cinématographiques soient prises dans une place perpendiculaire à l'axe optique de l'objectif qui fait un angle variable avec le plan dans les premiers mètres pour atteindre son maximum au 30m et 40m pour les filles.

Il constate en plus les valeurs de la longueur des foulées sont comprises entre 180cm et 240cm pour les garçons avec une moyenne générale de 216cm et entre 161 cm et 197 cm pour les filles avec une moyenne de 184 cm. La fréquence varie entre 3,5 et 4,5 mouvements par seconde pour une moyenne de 3,81 avec un léger avantage pour les filles dont la cadence, est relativement élevée (4,01), s'accompagne de pas nettement plus courts. Il constate une relation très étroite entre la taille de l'athlète debout et sa longueur de foulée moyenne sur une course de 100m ; de même entre la taille et la fréquence moyenne des foulées.

Les résultats obtenus par l'auteur démontrent également que le temps de course dépend de la longueur et de la fréquence des pas.

Karim Bockourt, 1984 chez les athlètes de haut niveau avait constaté des temps de réaction plus élevés au 200m qu'au 100m et également plus élevés chez les femmes. Pour la même sens avec la longueur des jambes. Ils ont noté en outre que la taille présente de forte corrélation positive avec les paramètres dynamiques. Le poids est fortement corrélé avec la taille et la longueur des jambes en proportion de la taille, il représente 58% pour les hommes les plus rapides, 60% pour les femmes et 61% pour autres hommes.

Nous constatons que les travaux effectués en fonction des niveaux d'habileté sont moindres. Il s'agit dans cette étude de vérifier l'hypothèse selon laquelle, la course à un certain niveau peut être considérée comme une activité naturelle comme la marche. Nous nous proposons des lors d'analyser certains comportements en terme de variables biomécaniques simples chez des sportifs, coureurs d'habileté moindre et des non coureurs.

Le travail comportera cinq parties, une introduction générale, une revue de littérature, une méthodologie, un exposé des résultats, une discussion et une conclusion.

DEUXIEME PARTIE:

REVUE DE LITTERATURE

REVUE DE LITTERATURE

1/ NOTION DE BIOMECHANIQUE

La marche et la course sont des modes de locomotion qui apparemment se ressemblent mais ont des différences biomécaniques qui caractérisent chacune d'elle.

1. A / LA MARCHE

Elle possède des caractéristiques temporelles. Selon **Allard. B** et coll. 2000 la marche est divisée en deux phases à savoir celle du support et celle d'oscillation. La phase de support est aussi appelée la phase d'appui la figure 2 illustre les phases et les périodes du cycle de la marche.

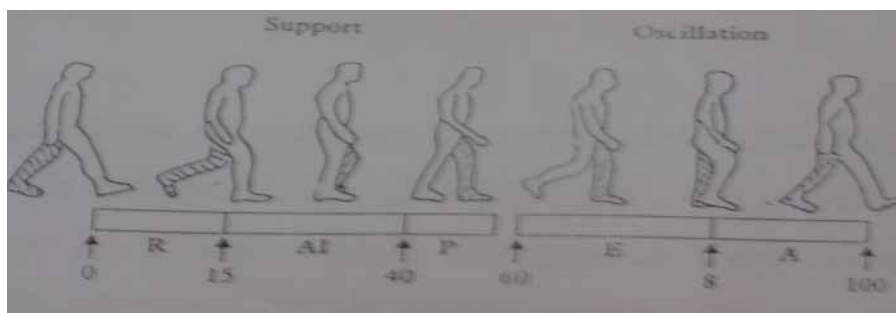


Figure 2

Phases et périodes du cycle de la marche. La phase de support comprend 3 périodes : la réception R, l'appui intermédiaire AI, et la poussé P, alors que la phase d'oscillation n'en que 2, l'envol E et l'atteinte A. **Allard. B et coll.2000.**

La phase de support débute au contact initial du pied avec le sol. Normalement c'est le talon qui touche le sol en premier. Néanmoins,

(Dystrophie musculaire de Duchenne) ou par le pied au complet (paralysie neuromusculaire). La fin de la phase de support et le début de l'oscillation sont délimités par le contact terminal (décollement des orteils).

Un cycle de marche commence au contact initial d'un pied (0%) et se termine par le contact initial subséquent du même pied (100%). La distance parcourue entre chaque contact du même pied correspond à la foulée alors que la distance entre chaque pied constitue le pas. Ainsi, il faut faire un pas avec chaque jambe pour compléter une seule foulée. Le cycle de la marche normale ou naturelle dure près de 1,1s.

Durant la marche nous nous déplaçons vers l'avant en effectuant un mouvement latéral de va-et-vient dont l'amplitude maximale se produit chaque fois qu'une des jambes est en phase de support. Ce balancement est aussi accompagné par une oscillation verticale du centre de masse. Cela représente des déplacements de l'ordre de 4cm dans chacune des deux directions.

La phase de support correspond à 60% du cycle de la marche, soit 0,66s ou 660 millisecondes (660ms). On y distingue trois périodes : la réception du poids (weight acceptance) est délimitée par le contact initial et le moment où le genou a une flexion maximale dans cette phase ; celle-ci ne dure que 15% du cycle de la marche ; elle est suivie par l'appui intermédiaire (mid-stance) , qui occupe près de 25% du temps du cycle de la marche ; l'appui intermédiaire se termine à l'instant où la cheville amorce une flexion plantaire , jusqu'à

la fin de la phase de support, soit 20% du cycle, on retrouve la période de poussée, correspondant à la propulsion de la jambe vers l'avant.

La phase d'oscillation ne comprend que deux périodes d'égale durée. L'envol (lift-off) ou l'oscillation initiale débute au moment où le pied quitte le sol, et se termine au milieu de la durée de la phase d'oscillation. L'atteinte (reach) ou l'oscillation terminale complète la phase d'oscillation. Comme l'oscillation correspond à 40% du cycle de marche, l'envol et l'atteinte occupent chacun 20% du cycle.

La phase de support est plus longue que la phase d'oscillation de 20%. Il y a forcément un temps où les pieds sont simultanément en contact avec le sol. Il s'agit du double support et cela se produit deux fois dans le cycle de la marche. La figure 3 illustre cette synchronisation des membres inférieurs durant la marche. Le double support initial se produit à l'instant du contact initial d'une jambe et se termine quand la jambe controlatérale quitte le sol. La seconde période de double support ou double support terminal se produit vers la fin de la poussée, au moment où la jambe controlatérale qui était en oscillation retourne au sol. Les doubles supports sont également répartis et correspondent à 10% du cycle de la marche. Lorsqu'une jambe est en double support initial, l'autre est en double support terminal. A tout autre moment la jambe est en appui unilatéral ou en oscillation pour une durée de 40% du cycle de la marche.

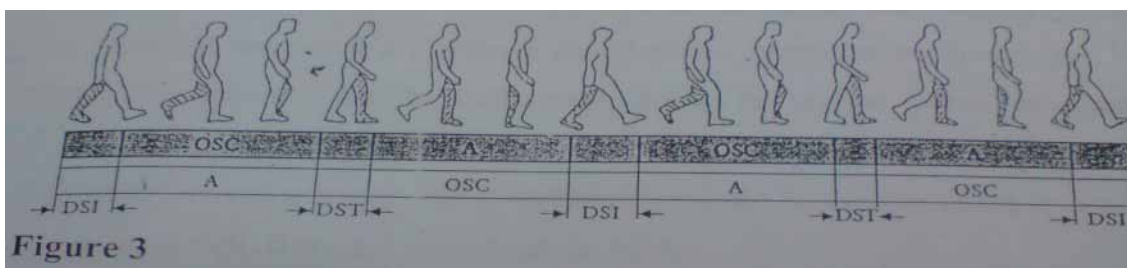


Figure 3

Les phases de la jambe gauche sont représentées par la zone grise alors que celles de la jambe droite sont plus claires. OSC : oscillation ; A : appui unilatéral ; DSI : double support initial jambe droite ; DST : double support terminal jambe droite. **Allard. B et Coll., 2000**

B/ LA COURSE

Tout comme la marche, la course possède elle aussi ses propres caractéristiques temporelles (figure 4). On retrouve également les phases de support et d'oscillation. La phase de support n'est cependant divisée qu'en deux, la période de réception et la période de poussée, alors que la phase d'oscillation n'a pas de subdivision. **Allard. B et coll., 2000.**

La durée relative des phases de support et d'oscillation est variable selon la vitesse de la course. Pour la marche, on a un rapport support/oscillation de 60/40. ce rapport diminue avec la vitesse de locomotion. Pour la marche rapide est de 50/50 alors que la course il est de 30/70 et pour le sprint seulement de 20/80 ; **Vaughan, 1984.**

Avec une augmentation de la vitesse, les doubles supports diminuent pour finalement disparaître complètement durant course. L'absence de double support caractérise la course et ma distingue de la marche. Comme les phases de support d'oscillation ne sont pas égales, on retrouve un envol à l'opposé des doubles supports de la marche. La durée de l'envol est la différence entre le temps passé en phase d'oscillation et celui passé en phase de support. Donc pour une course de 5,0 m/s l'envol correspond 40 % du cycle de la course alors que pur une cours de 9,0 m/s, l'envol est de 60%.

La vitesse de la cours est modulée par la cadence ou le nombre de pas par minute et la longueur de l'enjambée. La vitesse augmente régulièrement avec une augmentation de la longueur de l'enjambée. A partir de 7m/s, la vitesse continue d'augmenter malgré un plafonnement de la longueur de l'enjambée. Jusqu'à peu près 5/s, la cadence reste stable ; donc l'augmentation de la vitesse en dessous de

5m/s résulte d'une augmentation de la longueur de l'enjambée. Entre 5 et 7 m/s ma cadence et la longueur de l'enjambée s'accroissent simultanément et après 7m/s, la cadence est à celle seule responsable de l'augmentation de vitesse. Il est important de souligner qu'un coureur n'a pas qu'une seule longueur d'enjambée. Celle-ci varie selon la vitesse de course et la surface du terrain. Le coureur va aussi adapter sa longueur d'enjambée en la réduisant en montant une pente ou en l'augmentant en descendant.

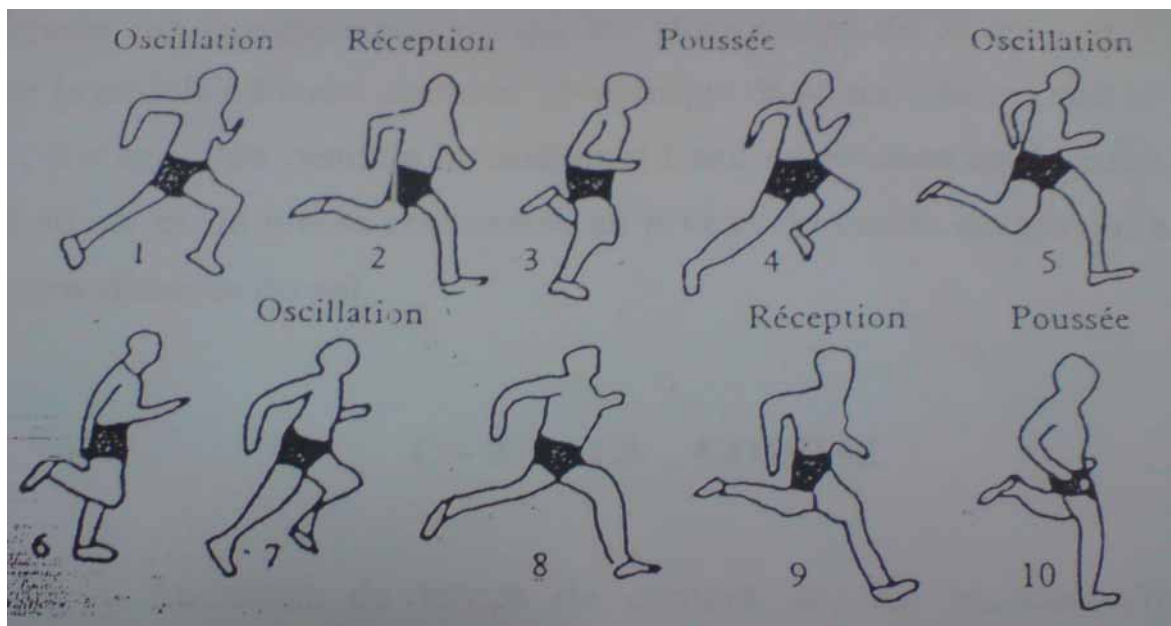


Figure4

Phase de la cours : support (2 à 4) ; oscillation (4 à 9).

A la cours, il n'y pas de double support, mais un envol (4et 5 ainsi que 7 et 8).

Allard. B et coll.2000.

C / MODELES MECANIKES DE LA MARCHE ET LA COURSE

C – 1 LA MARCHE

L'opposition de phase entre les variations d'énergie potentielle (d'Ep) et d'énergie cinétique (d'Ec) suggère une similarité entre le mécanisme de la marche et celui d'un pendule. En effet, le centre de gravité corporel effectue à chaque pas un déplacement horizontal, et un déplacement vertical. Par ailleurs, au terme d'une oscillation, le mobile suspendu au fil d'un pendule a acquis une énergie potentielle maximale et une énergie cinétique minimale (= 0). Ensuite lorsque le mobile repasse à la verticale de l'axe de la rotation, son énergie potentielle s'est transformée en énergie cinétique qui est alors maximale et qui sert à ramener le mobile à l'autre sommet symétrique de sa trajectoire dans la marche, il s'agit d'un pendule inversé dont l'axe de rotation est le point d'appui au sol et la masse concentrée au niveau de centre de gravité à une certaine distance du sol.

C – 2 LA COURSE

Au cours du temps de contact, t_c , les muscles effectuent successivement du travail négatif (ce qui évite la chute du corps et le décélère) et du travail positif (pour ré accélérer le corps vers le haut et vers l'avant) t_v . Diminue, par conséquent, plus le temps sera court, plus le ressort sur lequel rebondit le corps doit être rigidifié.

$$\text{Fréquence} = \frac{1}{T_c + t_v} \sqrt{\frac{K}{M}}$$

K = la rigidité

M = la masse

tv = le temps d'envol

tc = le temps de contact

En effet, une diminution de tc rebondissement plus rapide, c'est-à-dire un ressort plus rigide (moins complaint) ce qui est réalisé en contractant plus de fibres musculaires. Il s'agit du modèle de Bouncing-ball.

D – LA COURSE DE VITESSE

Le dictionnaire Larousse définit la vitesse comme étant la rapidité dans la marche ou dans l'action, le rapport du chemin parcouru au temps employé à le parcourir.

Dans la littérature spécialisée, la vitesse est définie le plus souvent comme la capacité de l'individu à réaliser un acte dans un délai le plus court. Ce temps doit être bref de façon à ne pas provoquer la fatigue.

J. P Brandet, 1977 cités par **Badji. L, 1984**, comme étant un effort intense et bref, sollicitant 98 à 100% des possibilités du sujet pendant une durée inférieure ou égale à 6 secondes (voire 7 à 8 secondes pour les meilleurs) avec surtout un effet dominant de type musculaire : c'est un effort « anaérobie alactique »

En athlétisme la vitesse est définie comme étant la capacité de courir d'un point A à un point B en un temps minimal ; parcourir le plus grand nombre de mètres en 6, 7, 8 secondes selon les distances. La course de vitesse se prête ainsi à l'évaluation de la vitesse car elle permet aisément d'établir le rapport de la distance parcourue au temps.

$$V \text{ moy} = \frac{\text{Distance}}{\text{Temps mis}} = v \text{ max} = \text{Distance/seconde}$$

D1 ASPECTS MECANIQUES DE LA FOULEE

Selon **Jean .L H et coll. 1993** la foulée est le bond compris entre deux contacts successifs avec le sol Elle se compose d'une phase d'appui et d'une phase de suspension.

D 1 1 LA PHASE D'APPUI

La phase d'appui correspond au moment où le pied du coureur est en contact avec le sol. Pendant cette phase le coureur peut donc conserver, freiner ou renforcer son mouvement.

Nous diviserons à nouveau cette phase en trois moments successifs : l'amortissement, le soutien, la poussée.

D.1 1 1 L'AMORTISSEMENT

D'un point de vue purement mécanique (analyse traditionnelle), l'amortissement débute à l'instant où le pied entre en contact avec le sol et se termine au moment où la projection du centre de gravité CG coïncide avec la verticale de l'appui.

Pendant toute la durée de l'amortissement, une des composantes de l'ensemble des forces exercées par l'athlète sur le sol est orientée dans le sens inverse de son déplacement. On a longtemps considéré que ce moment, du fait de son caractère freinateur, représentait un handicap pour le coureur. La solution consistait donc à le supprimer, sinon entièrement, du moins en partie

Cependant, le raisonnement ci-dessus ne tient pas compte du fait que l'amortissement est indispensable à l'efficacité de la foulée. Une analyse plus fonctionnelle montre en effet que l'amortissement permet une réorientation du centre de gravité : si la trajectoire du centre de

gravité est descendante avant que le pied n'entre en contact avec le sol, elle reprend un caractère ascendant précisément au moment de l'amortissement.

D1 1 2 LE SOUTIEN

Le soutien correspond au moment où CG est à l'aplomb de l'appui au sol. Selon l'analyse traditionnelle, la force qui s'exerce au moment du soutien équilibre parfaitement la force qui a entraîné la descente du CG. Ce moment est neutre en ce qui concerne les possibilités d'accélération horizontale du coureur, car la force est alors tout entièrement utilisée à soutenir le CG. Plus qu'un moment le soutien est plutôt un repère dans la progression du CG vers l'avant. Pour ce qui est de l'observation et de l'apprentissage, ce repère peut être d'un grand intérêt pour l'éducateur.

En effet, le soutien permet d'observer l'attitude de course de l'athlète (course haute, course basse) et d'apprécier la qualité de la progression du bassin vers l'avant. Au moment du soutien, une attitude haute se traduira par une flexion peu prononcée des membres inférieurs, tandis qu'une flexion plus importante révèle une attitude de course basse.

D 1 1 3 LA POUSSEE

D'un point de vue mécanique (analyse traditionnelle), la poussée commence au moment du soutien et se termine au moment où le pied quitte le sol. La composante horizontale de la force exercée par le coureur dans le sens de son déplacement favorise ainsi la création d'une accélération positive. C'est donc le moment moteur par excellence. La poussée ou l'impulsion est égal au rapport de la force sur le temps.

$$P = \frac{F}{t}$$

D 1 2 LA PHASE DE SUSPENSION

La suspension a deux fonctions principales. Premièrement, elle est le résultat objectif (longueur de la foulée) des efforts produits lors de la phase d'appui qui l'a précédée. Deuxièmement, elle permet au coureur de réaliser des ajustements segmentaires favorisant le maintien de son équilibre et la préparation des actions motrices à venir (phase d'appui suivante). Nous pouvons donc parler « d'efficacité différée » de la suspension, expression qui attire l'attention sur l'importance de cette phase.

La suspension commence au moment où le pied de poussée quitte le sol et se termine au moment où l'athlète reprend appui. Pendant cette phase aérienne, le coureur n'a aucun point de contact avec le sol. Sur le plan mécanique, l'athlète privé de point d'appui, l'athlète ne peut ni accélère ni ralentir son déplacement. A ce moment son centre de gravité décrit une trajectoire qu'il ne peut plus modifier

D 1 3 LA LONGUEUR DE FOULEE

La longueur de foulée est la distance que le coureur couvre à chaque foulée. La longueur de chaque foulée effectuée par un coureur peut être considérée comme la somme de trois distances :

- la distance d'appel- la distance horizontale séparant son centre de gravité de l'orteil de son pied d'appel à l'instant où ce dernier quitte le sol
- la distance de vol- la distance horizontale que son centre de gravité parcourt quand il est en l'air
- la distance d'atterrissage – la distance horizontale séparant l'orteil du pied d'attaque de son centre de gravité au moment où il touche le sol

D 1 4 LA FREQUENCE DE FOULEE

La fréquence de foulée est le nombre de foulée qu'il fait en un temps donné. Le nombre de foulée qu'un athlète effectue dans un temps donné est déterminé par le temps qu'il faut pour accomplir une foulée – plus il met de temps, moins il peut accomplir de foulées dans un temps donné et vice-versa. Le temps pris pour accomplir une foulée peut être considéré comme la somme du temps durant lequel l'athlète est en contact avec le sol et du temps qu'il passe en l'air. Le rapport de ses deux temps pour des sprinters de haut niveau varie approximativement de 2/1 durant le départ jusqu'à entre 1/1,3 et 1/1,5 quand l'athlète court à sa vitesse maximale ou presque.

Ainsi alors qu'un sprinter passe approximativement 67% du temps de sa foulée au contact du sol durant les premières foulées, ce chiffre décroît jusqu'à 40% au moins alors qu'il approche de sa vitesse maximale.

D 2 ENERGETIQUES DE LA COURSE DE VITESSE :

Les principes de la contraction musculaire nécessitent un support énergétique constitué par la reynthèse de L'ATP dans l'organisme humain emprunt deux voies principales :

- la voie anaérobie (dont les réactions physiologiques ne font pas intervenir l'oxygène)
- la voie aérobie (dont les réactions physiologiques utilisent l'oxygène apporté dans les cellules musculaires par la circulation sanguine).

Nous nous limiterons à la voie anaérobie qui intéresse notre étude.

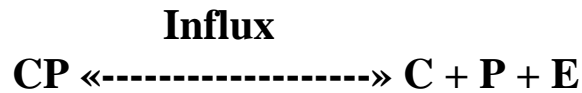
D – 2 1 LA VOIE ANAEROBIE

A l'heure actuelle, les processus physiologiques de la voie anaérobie sont encore mal définis ou, plus exactement, ne font pas encore l'objet d'un consensus parmi les physiologistes. Cependant, nous pouvons distinguer deux systèmes de fonctionnement à

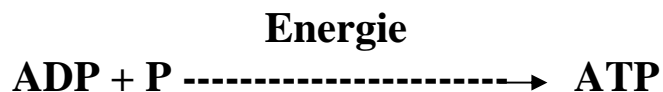
l'intérieur de cette voie. Cette distinction rend bien compte des observations réalisées sur le terrain.

D – 2 1 1 LE PROCESSUS ANAEROBIE ALACTIQUE

Ce processus entre en jeu dès les premières secondes de l'exercice. Son combustible privilégié est la créatine– phosphates (CP), substance azotée combiné avec le phosphate contenu dans les cellules musculaires. Grace à l'influx nerveux stimulé par la baisse du taux d'ATP intramusculaire, la CP libère de l'énergie.



Une partie de l'énergie produite permet de resynthétiser l'ATP dégradé selon la formule suivante :



Mais, plus que la réaction elle-même, ce sont les caractéristiques du phénomène qui vont s'avérer riches en enseignements :

-Principes d'enclenchement : la dégradation de l'APT enclenche le processus anaérobie alactique.

-durée du processus : enclenché dans toutes les premières secondes de l'exercice, le processus anaérobie alactique s'épuise très rapidement. Sollicité à son maximum, il ne peut excéder une durée avoisinant de 7 secondes. Ce temps correspond parfaitement à la baisse d'intensité observée sur le terrain lors d'un effort d'intensité maximale, tel celui réalisé lors des courses de vitesse.

-intensité du processus : extrêmement puissant, le processus anaérobie alactique peut assurer la resynthèse d'une grande quantité d'APT par unité de temps et concerne, de ce fait, des efforts de grande intensité, tels les exercices de forces et de vitesse. La production énergétique rendue possible grâce à ce processus est de l'ordre de 5 kilocalories (kcal, ce qui correspond approximativement à une puissance exprimée de 1kcal.

-remarques : bien que ce soit qualifié d'alactique (ne produisant pas d'acide lactique), la réalité de l'observation de terrain conduit à affirmer que, d'une façon ou d'une autre, il est toujours combiné au second système de fonctionnement de la voie anaérobie : le processus anaérobie lactique. Il semble d'ailleurs avoir une influence déterminante sur l'intensité de l'enclenchement de ce dernier processus.

D 3 METHODES D'INVESTIGATION

L'homme étant en mouvement développe un certain travail mécanique qui entraîne une consommation d'énergie. Le travail mécanique résulte de la variation de l'énergie potentielle et de l'énergie cinétique de notre corps. De ce fait pour calculer ou mesurer ce travail mécanique on possède quatre méthodes d'investigations qui sont : la cinématographie, l'accélération, la plate forme dynamométrique et la cellule photoélectrique.

D 3 1 LA METHODE CINEMATOGRAPHIQUE

On filme le sujet qui est en mouvement. Ensuite, on fait une analyse de l'image pour enfin définir la vitesse et l'accélération auxquelles sont soumis le corps entier et ses différents segments. En sachant la masse du sujet et / ou les segments corporels, leur accélération et leur déplacement, on pourra calculer la force qui est appliquée :

$$\mathbf{F = m . a}$$

m = masse

a = accélération gravitationnelle

Et enfin mesurer le travail mécanique :

$$\mathbf{W = F . S}$$

W = travail mécanique

F = force

S = déplacement

D 3 2 LA METHODE D'ACCELEROMETRIE

C'est un boîtier qu'on fixe près du centre de gravité ou du segment dont on veut étudier son mouvement et qui enregistre les variations de potentiel électrique à la sortie du capteur. C'est ce dernier qui permet de mesurer le travail mécanique dans le déplacement du corps.

D 3 3 LA METHODE DE LA PLATE FORME DYNAMOMETRIE

Ici on utilise des transducteurs mécano électriques qui enregistrent des courants électriques. Ces courants électriques sont causés par un libre mouvement sur une surface plate et rigide et sensible aux forces

exercées par les pieds. Cette analyse permet de mesurer le poids et les autres forces enregistrées par la dynamométrie :

$$\mathbf{F} = m \cdot a$$

F = force

m = masse

a = accélération gravitationnelle

D 3 4 LA CELLULE PHOTO – ELECTRIQUE

Connaissant la distance et le temps écoulés entre deux événements, on peut en déterminer la cadence (nombre de pas par minute), la vitesse moyenne de déplacements, les phases des mouvements, etc.... Il y a plusieurs types d'appareils ou d'instruments de mesure nous permettant de quantifier ces données biomécaniques.

Le système de cellules photoélectriques comprend une source de lumière et un réflecteur. La cellule sert à la fois de source lumineuse et de capteur. La cellule émet un faisceau lumineux qui, lui, est réfléchi par le capteur situé à un ou deux mètres directement devant.

Lorsqu'on traverse le faisceau lumineux, le capteur photoélectrique ne reçoit plus de lumière et indique la présence du coureur. Utilisée en séries (c'est-à-dire plusieurs séries photoélectriques échelonnées le long du trajet suivi par le coureur), on est capable de déterminer à quel moment il franchit chaque borne ou capteur. Comme on peut facilement mesurer la distance entre les capteurs, on en arrive à calculer la vitesse moyenne du coureur tout le long du parcours en divisant la distance par le temps de passage écoulé entre deux capteurs.

TROISIEME PARTIE :

METHODOLOGIE DE RECHERCHE

METHODOLOGIE DE RECHERCHE

A/ POPULATION

Notre population d'étude est constituée de deux catégories de sujets, tous les sportifs pratiquants deux à trois heures par semaine.

La première catégorie est composée de onze élèves d'une classe de troisième du lycée Ngalandou Diouf de Dakar dénommée : sujets coureurs de moindre habileté. Les moyennes d'âge, de poids et de taille sont respectivement 55,72#4 ; 1, 77#0,03 ; 16,36# ; 1,36. Ils pratiquent l'éducation physique et sportive à l'école où ils sont initiés à la course de vitesse et jouent au football dans leurs quartiers respectifs.

nombre	nom	poids	Taille en m	Age en année
1	AM	57	1,67	17
2	AKS	57	1,85	19
3	OD	60	1,75	16
4	KB	62	1,82	17
5	DH	54	1,77	16
6	AG	53	1,73	16
7	GB	54	1,88	18
8	AD	57	1,83	16
9	PAD	54	1,73	15
10	CTM	58	1,76	15
11	OL	47	1,72	15
Moyenne Arithmétique		55,72	1,77	16,36
Déviation Standard		4	0,03	1,28

Tableau1: valeurs Individuelles Moyennes et Déviations standard correspondantes des mesures biométriques de Poids, de Taille et Age chez les coureurs.

- la deuxième catégorie est composée de onze sujets n'ayant jamais été à l'école, tous sont des apprentis de métiers, dénommés sujets non coureurs parce que n'ayant jamais appris à courir. Leur moyennes d'âge, de poids et de taille sont respectivement 59,09#6,86 ; 1,71#0,07 ; 17,18#1,78. Ils jouent tous au football dans leurs quartiers respectifs. Nous avons eu toutes les peines du monde à constituer le groupe.

nombre	nom	poids	Taille en m	Age en année
1	PD	57	1,70	17
2	AT	61	1,68	18
3	CS	46	1,72	14
4	SB	56	1,63	17
5	TF	61	1,62	15
6	SD	59	1,67	17
7	FD	71	1,84	18
8	DS	65	1,79	19
9	TL	65	1,72	18
10	MB	58	1,82	17
11	LN	51	1,64	17
Moyenne Arithmétique		59,09	1,71	17,18
Déviation Standard		6,86	0,07	1,78

Tableau 2 : valeurs individuelles Moyennes et Déviations Standard correspondantes des mesures biométriques de Poids, de Taille et d'Age chez les non coureurs.

B/ MATERIEL ET DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Le matériel que nous avons utilisé se compose :

- d'une toise qui sert à mesurer la taille debout
- d'une pèse personne, balance pour mesurer le poids des sujets

- de trois chronomètres de type DIGITAL – SPORT d'une précision d'un centième de seconde (1/100s) et d'une capacité de prise de cent temps.
- d'un claquoir en bois pour donner le départ.
- De deux racleurs pour débarrasser la piste de toutes empreintes.
- De huit plots pour délimiter les distances

Nous avons utilisé la piste d'athlétisme de l'Ecole Nationale de Police (E. N. P), piste mi-sablonneuse qui laisse les empreintes des appuis pédestres pendant la course. Nous y avons tracé avec du plâtre un couloir d'une longueur de 90m et d'une largeur de 1,50m. Ces 90 m ont été séparés en trois distances par quatre tracés limités par deux plots chacun au départ, au 30 m, 80 m et au 90 m.

C / PROTOCOLE EXPERIMENTAL ET METHODE

Les épreuves se sont déroulées en deux jours différents donc un jour pour chaque groupe. Nos sujets sont vêtus de culottes, tee-shirts et ils sont en pieds nus avec chaussures en plastique.

Après une petite course pour déclencher l'activité cardio-pulmonaire, un échauffement spécifique à la course de 10 minutes a été fait composé d'exercices de cloche pieds, de sautillés, de foulées bondissantes et de petites accélérations. Des consignes précises ont été données en français pour les uns et en wolofs pour les autres à savoir : courir le plus rapidement possible de la ligne de départ à la ligne d'arrivée qui leur ont été indiquées.

Le départ est debout, un pied sur la ligne et composé de deux signaux : un préparatoire (prêt) et un autre pour courir qui correspond au coup de claquoir.

Trois chronomètres dont chacun est placé au 30 m au 80 m et au 90 m soient trois distances à courir : de 0 à 30 m (30m) de 30 à 80 m (50m) et de 80 à 90m (10m) soient une distance totale de 90 m Mais en réalité ce sont les temps au 30m et au 90 m qui sont pris en compte. Un starter est au départ muni d'un claquoir. Deux compteurs de foulées, l'un s'occupait à compter sur 30 premiers mètres et l'autre de 30 m à 80 m soient sur 50 m, ont été mobilisés, et chacun portait un racleur pour effacer les empreintes pédestres laissées par les pieds. C'est un passage individuel qui est effectué par chaque sujet.

D - CALCUL

$$T_{50\text{ m}} = T_{\text{tot}} - T_{30\text{ m}} \quad \text{où}$$

T = temps mis

Connaissant une distance et le nombre de foulées effectuées, on peut calculer la longueur moyenne d'une foulée.

$$LF = \frac{\Delta X}{NF} \quad \text{où}$$

ΔX = la distance donnée et NF = le nombre total de foulées

Connaissant le nombre de foulées effectué sur une distance donnée et le temps mis à parcourir cette distance on peut calculer la fréquence de foulées :

$$LF = \frac{NF}{T}$$

Connaissant la distance donnée et le temps mis à le parcourir, on peut calculer la vitesse moyenne de course

$$V \text{ moy} = \frac{\Delta D}{\Delta T}$$

L'énergie cinétique qui mesure le travail effectué peut être calculée :

$$E_c = \frac{1}{2} m V^2 \text{ où}$$

$$m = \text{masse du sujet qu'on peut calculer par } = \frac{P}{g} \text{ où}$$

P = poids du sujet

g = accélération gravitationnelle = 9,8 m S²

E – STATISTIQUE

Le traitement statistique des variables est réalisé d'après les équations suivantes (Brownlee, 1957)

- moyenne arithmétique

$$\bar{X} = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}$$

- déviation standard (S)

$$S = \sqrt{S^2}$$

Signification de la moyenne des différences individuelles d'un groupe (test t)

$$t = \frac{\bar{X}}{S \sqrt{n}}$$

Signification de la différence entre deux moyennes \bar{X}_1 et \bar{X}_2 (test t)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}}}$$

Dans laquelle

$$S^2 = \frac{\sum_1 (X - \bar{X}_1)^2 + \sum_2 (X - \bar{X}_2)^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}$$

Corrélation linéaire (r) entre deux caractères quantitatifs (X et Y)

$$r = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{N}}{\sqrt{(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N})(\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{N})}}$$

QUATRIEME : PARTIE :

EXPOSE DES RESULTATS

SUIVI D'UNE DISCUSSION

QUATRIEME PARTIE

EXPOSE DES RESULTATS SUIVI D'UNE DISCUSSION

I/ RESULTATS ET CONSTATS

Dans le **tableau 3** figurent, chez les coureurs, les valeurs individuelles, les moyennes et les déviations standard correspondantes des mesures de temps sur les trente premiers mètres, sur les cinquante derniers mètres et sur un total de quatre vingt mètres ainsi que le nombre de foulée effectuées à chaque distance. On constate qu'aux 30 mètres les valeurs individuelles de temps sont comprises entre 4s 59 et 5s 35, aux 50 mètres entre 5s90 et 7s29 et aux 80mètres 10s57 et 12s22. Quant aux nombres de foulées effectuées sur 30mètres, les valeurs sont comprises entre 17 et 19, sur 50mètres entre 24 et 26 et sur 80 mètres entres entre 40 et 45. La moyenne des temps mis sur 30 mètres est de 4s84 # 0, 20, sur 50mètres 6s48 # 0,44 et sur 80 mètres 11s32 # 0,55. Les moyennes des nombres de foulées sont respectivement 19 # 0, 78, 25 # 0, 92 et 43# 1,50

nombre	noms	Temps mis sur 30 m en s	Nombre de foulée fait sur 30m	Temps mis sur 50m en s	Nombre de foulée fait sur 50m	Temps mis sur 80m en s	Nombre de foulée fait sur 80 m
1	A. N	4 s 59	19	6 s 67	24	11 s 26	43
2	A.K.S	4 s 69	17	5 s 90	24	10 s 59	41
3	O.D	5 s 35	18	6 s 71	24	12 s 06	42
4	K.B	4 s 83	17	6 s 17	23	11 s 00	40
5	D.H	4 s 93	19	7 s 29	26	12 s 22	45
6	A.G	4 s 66	18	6 s 62	25	11 s 28	43
7	G.B	4 s 67	19	5 s 90	24	10 s 57	43
8	A.D	4 s 83	19	6 s 17	24	11 s 00	43
9	P.A.D	4 s 91	19	6 s 61	26	11 s 52	45
10	C.T.M	4 s 87	18	7 s 03	24	11 s 90	42
11	O.L	4 s 94	18	6 s 28	24	11 s 22	42
Moyenne arithmétique		4 s 84	19	6 s 4	25	11 s 32	43
Déviation standard		0,20	0,78	0,44	0,25	0,55	1,50

Tableau 3 :

Valeurs individuelles, moyennes et déviations standards correspondantes des mesures de temps sur 30 mètres, 50 mètres et 80 mètres, ainsi que les nombres de foulées respectives effectuées chez les coureurs.

Dans le tableau 4 sont répertoriées chez les non coureurs les valeurs individuelles, les moyennes et les déviations standards correspondantes des mesures de temps sur les trente premiers mètres, les cinquante derniers mètres et sur un total de quatre vingt mètres ainsi que les nombres de foulées effectuées à chaque distance. On constate qu'aux 30 mètres les valeurs individuelles de temps sont comprises entre 4s64 et 5s48, aux 50 mètres entre 5s 09 et 7s53 et aux 80 mètres entre 10s 59 et 12s 92. Quant aux nombres de foulées

effectuées sur 30 mètres, les valeurs sont comprises entre 17 et 22, sur 50 mètres entre 24 et 28 et sur 80 mètres entre 41 et 49. la moyenne des temps mis sur 30 mètres 5s # 0,34, sur 50 mètres 6s # 37 et sur le 80mètres 11s 47 # 0,88. Les moyennes des nombres de foulées sont respectivement ; 19 # 1,44 ; 26 # 1,27 ; 45 # 2,31. Les deux groupes sont en moyenne le même nombre de foulées aux 30 mètres et une petite différence de foulées aux 50 mètres pour les non coureurs 26 contre 25.

nombre	noms	Temps mis sur 30 m en s	Nombre de foulée fait sur 30m	Temps mis sur 50m en s	Nombre de foulée fait sur 50m	Temps mis sur 80m en s	Nombre de foulée fait sur 80 m
1	PD	5s5	22	5s09	25	10s59	47
2	AT	5s38	19	6s62	26	12s00	45
3	CS	5 s 39	19	7 s 53	26	12 s 92	45
4	SB	4 s 64	20	6 s 09	27	10s 73	47
5	TF	5 s 35	21	7 s 43	28	12 s 78	49
6	SD	4 s 91	18	6 s 02	27	10s93	45
7	FD	4 s 69	18	5 s 93	25	10 s62	43
8	DS	4 s 88	18	6 s 05	24	10s93	42
9	TL	4 s 70	17	6 s 18	24	10s88	41
10	MB	5s48	19	7 s 82	25	12s30	44
11	LN	4 s 84	19	6 s 40	26	11 s 51	45
Moyenne arithmétique		5s06	19	6 s 37	26	11 s 47	45
Déviation standard		0,34	1,44	0,70	1,27	0,88	2,31

Tableau 4 :

Valeurs individuelles, moyennes et déviations standard correspondantes des mesures de temps sur, 50 m 80 m ainsi que les nombres de foulées respectives, effectuées chez les non coureurs.

Dans le tableau 5 figurent les valeurs individuelles calculées chez le cours, les moyennes et les déviations standards correspondantes des longueurs moyennes joules sur les trente premiers mètres, les cinquante derniers mètres ainsi que les fréquences de foulées effectuées sur 30 et 50 mètres, vitesse sur 30 m, 50m et 80 mètres et d'énergie cinétique sur 80m. On constat qu'aux 30 mètres, les

longueurs moyennes de foulées sont comprises entre 1m57 et 1m76, aux 50 mètres entre 1m92 et 2m17 donc plus importantes dans la seconde distance, les fréquences se situent entre 4n/s et 5n/s et 4 respectivement ce qui correspond à une faible différence de 1n/s. Les vitesses sur 80 m sont comprises entre 06,54m/s et 7,56m/s et l'énergie cinétique dépensée entre 115,71 et 163,96 joules. Les moyennes des moyennes sont respectivement 1m63, # 0,07 et 2m05, # 0,07 ; des fréquences de foulées 4n/s # 0,24 et 4 n/s # 0,24 de vitesse sur 30 m, 50 m et 80 m respectivement : 6,21m/s # 0,25 ; 7,89m/s # 0,89 et 7,08m/s # 0,34. On constate une augmentation de la vitesse au 30 mètres qui est maximale dans les 50 derniers mètres, se maintient avant de chuter vers les 80 mètres. La moyenne de l'énergie cinétique est de 139,79 # 16, 52.

nombre	noms	LF 30m mètres	LF 50 m mètres	F 30m n/s	F 50m n/s	V 30m m/s	V 50 m m/s	V 80m m/s	Ec 80m joules
1	AN	1,57	2,08	5	4	6,53	7,49	7,10	143,86
2	AKS	1,76	2,08	4	4	6,39	8,47	7,55	162,64
3	OD	1,66	2,08	4	4	5,60	7,45	6,63	132,01
4	KB	1,76	2,17	4	4	6,21	8,10	7,27	163,96
5	DH	1,57	1,92	4	4	6,08	6,85	6,54	115,71
6	AG	1,66	2,00	4	4	6,43	7,55	7,09	133,29
7	GB	1,57	2,08	4	4	6,42	8,47	7,56	154,66
8	AD	1,57	2,08	4	4	6,21	8,10	7,27	150,74
9	PAD	1,57	1,92	4	4	6,10	7,56	6,94	130,20
10	CTM	1,66	2,08	4	4	6,16	7,11	6,72	131,06
11	OL	1,66	2,08	4	4	6,07	8,02	7,13	119,47
Moyenne arithmétique		1,63	2,05	4	4	6,2	7,89	7,08	139,79
Déviati on standard		0,07	0,07	0,24	0,24	0,25	0,89	0,34	16,52

Tableau 5 :

Valeur individuelles calculées moyenne et déviation standard correspondantes des longueurs moyennes de foulées sur 30m et 50 m des fréquences de foulées sur 30 m et 50 m, des vitesses sur 30 m, 50 m, et 80 m et d'énergie cinétique sur 80 m chez les cours.

Dans le tableau 6 sont répertoriées les valeurs individuelles calculées chez les non coureurs, les moyennes et les déviations standard correspondant des longueurs moyennes de foulées sur les trente premiers mètres, les cinquante derniers mètres ainsi que les fréquences de foulées effectuées sur 30 et 50 mètres, de vitesse sur 30 mètres, 50mètres , 80mètres et d'énergie cinétique sur 80 mètres. On constate qu'aux 30 mètres les longueurs moyennes de foulées se situent entre 1m 36 et 1m 76 aux 50 mètres elles se situent entre 1m 85 et 2m donc plus importante dans la seconde distance ; les fréquences se situent entre 4n/s et 5n/s aux 30 mètres et 4n/s et 5n/s aux 50 mètres ce qui correspond à une faible différence d'1n/s ; les vitesses de course sur 80 mètres entre 6m 19 et 7m 56 sensiblement égales chez les coureurs ; l'énergie cinétique dépensée entre 88,18 et 201,44 joules . Sauf un sujet qui fait très faible valeur (88,18 joules), les valeurs obtenues chez les non coureurs sont plus importantes. Les moyennes des longueurs moyennes de foulées sont respectivement 1m 57 # 0,07 et 1m94 # 0,07. Ce qui est remarquable est que les longueurs moyennes de foulées sont plus grandes chez les coureurs que les non coureurs. Les moyennes de fréquence de foulées 4n/s # 0,24 et 4n/s # 0,34 ; on constate que nos deux catégories de sportifs courent à la même fréquence aux deux distances.

Chez nos deux groupes la longueur moyenne de la longueur moyenne de foulées est plus importante dans la seconde distance (50mètres) que dans la première distance (30mètres).

Les moyennes de vitesse sur 30 – 50 – 80 mètres sont respectivement 5,99m/s # 0,47 ; 7,73m/s # 0,52 ; 7,01m/s # 0,52.

Cependant le même phénomène est observé aussi, c'est –a dire un accroissement de la vitesse dans les 30 premiers mètres qui devient maximale, se stabilise avant de décroître vers les 80 mètres.

La moyenne de l'énergie cinétique dépensée est de 146,97 joules # 32,36, plus important ici chez les non coureurs.

nombre	noms	LF 30m	LF 50 m	F 30m	F 50m	V 30m	V 50	V 80m	Ec 80m
--------	------	-----------	------------	----------	----------	----------	---------	----------	-----------

		mètres	mètres	n/s	n/s	m/s	m m/s	m/s	joules
1	PD	1,36	2,00	4	5	5,45	9,82	7,56	162,64
2	AT	1,57	1,92	4	4	5,57	7,55	6,66	135,55
3	CS	1,57	1,92	4	4	5,56	6,64	6,19	88,18
4	SB	1,50	1,85	5	5	6,47	8,21	7,45	155,64
5	TF	1,42	1,78	4	4	5,60	6,72	6,25	119,51
6	SD	1,66	1,85	4	5	6,10	8,30	7,31	158,03
7	FD	1,66	2,00	4	5	6,39	8,43	7,53	201,44
8	DS	1,66	2,08	4	4	6,74	8,26	7,31	174,11
9	TL	1,76	2,08	4	4	6,38	8,09	7,35	175,71
10	MB	1,57	2,00	4	4	5,47	7,33	6,50	122,67
11	LN	1,57	1,92	4	4	6,79	7,81	6,95	123,18
Moyenne arithmétique		1,57	1,94	4	4	5,99	7,73	7,01	146,97
Déviati on standard		0,07	0,07	0,24	0,34	0,47	0,52	0,52	32,36

Tableau 6 :

Valeurs individuelles calculées, moyennes et déviations standard correspondantes des longueurs moyennes de foulées sur 30m et 50m, des fréquences de foulées sur 30m et 50m, de vitesse sur 30m, 50m et 80m chez les non coureurs.

Dans le **tableau 7** sont comparées les différences de moyennes chez les coureurs et les non coureurs, des longueurs moyennes de foulée sur 30 mètres égale 0,06 m # 2,37, sur 50mètres 0,11m # 2,78 ; des fréquences sur 30 mètres égales à 00n/s # 6,05, sur 50 mètres 00n/s # 6,17 ; des moyennes des vitesses sur 30m sont égales à 0,21 # 0,21 ; sur 50 m 0,16 # 11,53 ; des moyennes de vitesse sur 80 m sont égales à 0,07 # 10,40 et celle de l'énergie cinétique dépensée 7,18 joules # 216,71

Nous n'obtenons aucune différence significative $P < 0,01$

	COUREURS	NON
--	----------	-----

	COUREURS				
	X1	X2	ΔX	P	Dévia. stand
LF 30m en mètres	1,63	1,57	0,06	0,13	2,37
LF 50m en mètres	2,07	1,94	0,11	0,01	2,78
Fq 30m en n/s	4	4	0	0,32	6,05
Fq 50m en n/s	4	4	0	0,05	6,17
V 30m en m/s	6,2	5,99	0,21	0,21	9,15
V 50m en m/s	7,89	7,73	0,16	0,62	11,53
V 80m en m/s	7,08	7,01	0,07	0,72	10,40
Ec 80m en joules	139,79	146,97	7,18	0,52	216,71

Tableau 7 :

Comparaison des différences de moyennes XI chez les coureurs, X2 chez les non coureurs. ΔX étant les différences de moyennes des longueurs moyennes de foulées sur 30m et 50m, de fréquences de foulées sur 30m et 50m, de vitesse sur 30m, 50m et 80m et enfin d'énergie cinétique sur 80m

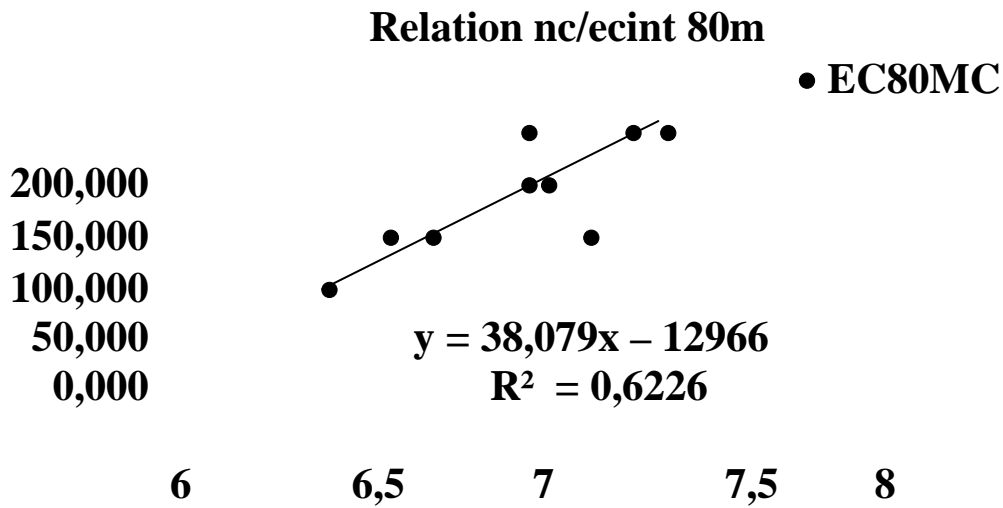


Figure 5 : Relation entre l'énergie cinétique dépensée et la vitesse de course chez les coureurs

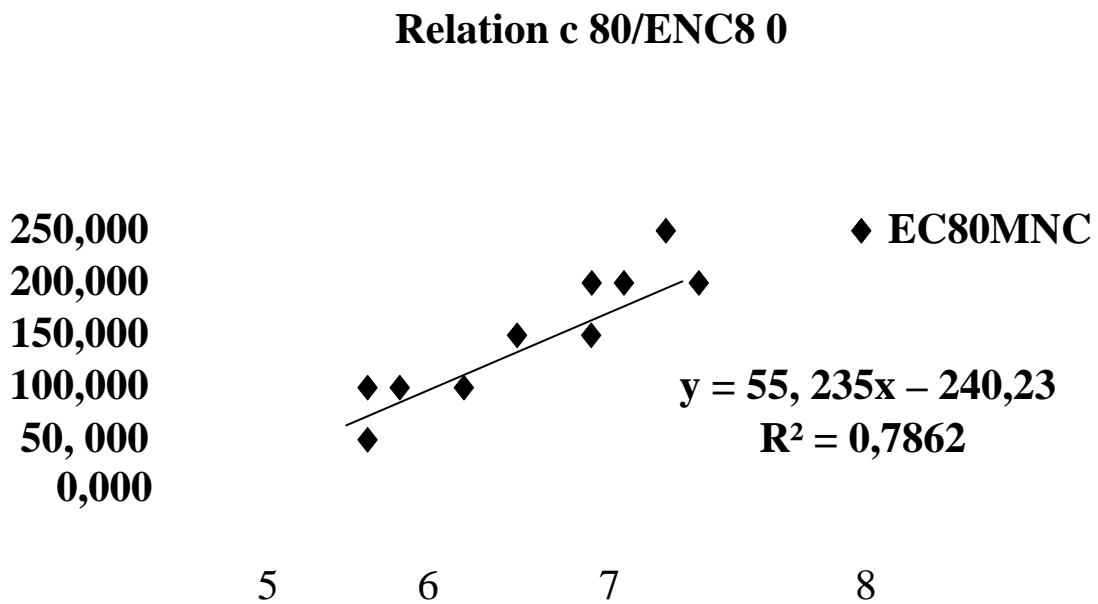


Figure 6 : Relation entre l'énergie cinétique dépensée et la vitesse de course chez les non coureurs.

II / DISCUSSION

Nous nous intéressons à discuter ce travail en mettant l'action sur notre population cible à savoir des sujets sportifs mais qui n'ont jamais appris à courir vite dénommés non coureurs livrés à une épreuve de course de vitesse. Il s'agira de les comparer à d'autres catégories de sportifs ayant appris à courir et de voir par quelles modalités ils accomplissent cette épreuve.

Dans cette optique, nous répondrons à la question de savoir si la course de vitesse comme la marche nécessite-t-elle un apprentissage organisé ?

Tous les auteurs sont unanimes que le principe fondamental de la course est de courir vite donc d'accroître sa vitesse de course

Le phénomène d'accroissement de la vitesse jusqu'aux 30 premiers mètres constaté chez les non coureurs, la conservation de la vitesse maximale dans les 50 derniers mètres puis la chute de vitesse sont décrits par beaucoup de chercheurs. Le sprint est en effet caractérisé par une phase d'accélération au cours de laquelle le coureur augmente graduellement sa vitesse. Chez les sprinters de haut niveau et d'habiletés moindres, **Ikaf, 1968** observait que la vitesse maximale est généralement atteinte autour du trentième mètres et **Badji. L, 1984** entre 30 et 40 mètres. Pendant cette période, le coureur doit vaincre une résistance considérable qui est la force d'inertie. Selon Plamondon et **Roy, 1983**, c'est la durée relative de la phase de support qui contribue à augmenter la vitesse. Au cours de cette phase, le coureur doit optimiser sa propulsion en exerçant des forces propulsives au sol. Après quoi la vitesse se stabilise pour décroître en fin de course.

Le temps mis par un sprinter pour atteindre sa vitesse maximale a été commenté par plusieurs auteurs, **John. W. Bunn, 1962**, avait estimé que la vitesse complète étant atteinte après 10 yards (9,14 mètres) et même les coureurs les plus lents sont en vitesse maximale en 15 yards (13,71m).

Ces chiffres sont plus petits que ceux trouvés par **Hill. A. X, 1925**, entre 30 yards (27,42 mètres) et 50 yards (45,70 mètres) alors que Franklin.M. Henry, 1952, releva que la vitesse maximale est atteinte à 22 yards (20,22 mètres).

Selon **Wierinkx, 1965**, le temps mis pour couvrir la section des 30 mètres est un facteur de la vitesse maximale qu'il est important d'atteindre le plus rapidement possible et de la garder le plus longtemps possible.

La vitesse ne peut s'accroître indéfiniment parce qu'elle augmenterait façon exagérée le travail intérieur et selon le diagramme force-vitesse de la matière contractile, une vitesse de raccourcissement trop grande des muscles, se concrétise par une diminution de la puissance. La conservation de la vitesse maximale s'explique certainement par la stabilisation de la consommation d'énergie et la chute de vitesse correspond à l'épuisement des réserves énergétiques des filières anaérobies alactique.

L'augmentation de la vitesse de course obéit essentiellement à des facteurs biomécaniques qui sont : la fréquence et la longueur de foulées. Nous avons obtenu quant à la fréquence pour les distances variable de 30m et 50m les mêmes valeurs soient 4n/s chez les deux groupes ce qui se traduit par une diminution de la longueur de foulées. Nous pouvons dès lors affirmé que les deux groupes de sujets courent les trente premiers mètres en fréquence, c'est-à-dire en essayant de faire le maximum de foulées à la seconde. La fréquence de 4 – 5 foulées par seconde représente une bonne moyenne selon **G. H. G Dison, 1975** qui correspond aux valeurs que nous avons obtenues. Mais comment la vitesse peut augmenter avec l'augmentation de la fréquence de foulées ?

En effet la fréquence de foulées est l'inverse de la durée du pas.

$$F = \frac{1}{t_c + t_v}$$

t_c = le temps pendant lequel le pied est en contact avec le sol

t_v = le temps de vol pendant lequel le corps est en suspension en l'air.

Au fur et à mesure que la course soit plus rapide t_c diminue et v_f , qui augmente déjà avec aux basses vitesses, reste constant aux vitesses élevées. Ainsi l'accroissement de la vitesse et de la fréquence de pas s'opère par une réduction du temps contact.

Pour la longueur moyenne des foulées nous avons obtenus des valeurs sensiblement égales pour une même distance mais les longueurs moyennes sont plus importantes aux 50 mètres, ce qui se traduit par une augmentation importante de la longueur moyenne des foulées dans la seconde partie de la course, la situation discutée plus haut avec la fréquence est ainsi inversée. Si le déplacement horizontal du centre de gravité pendant la phase de contact avec le sol est $LC = v_f \times TC$ ou $v_f =$ la vitesse frontale, et TC le temps contact :

$$v_f = \frac{L_c}{t_c}$$

Ainsi la vitesse peut être accrue de deux façons soit en réduisant t_c L_c restant constant tel est le cas dans les 30 mètres, ou en augmentant L_c , t_c restant constant, tel soit le cas dans les 50 derniers mètres la longueur moyenne de foulées sont en d'autre une expression du déplacement du centre de gravité. Ces deux facteurs sont influencés par l'importance de forces musculaires développées pendant la phase de contact. Quand on cherche de la vitesse avec la longueur moyenne des foulées, l'essentiel de l'énergie sert aux contractions musculaires alors qu'avec la fréquence s'ajoute l'énergie élastique restituée par le muscle pendant l'étirement du muscle qui est occasionné par la brièveté du temps de contact.

Les faibles variations d'énergie cinétique constatées sont dues aux faibles différences de masses et de vitesse de course de nos sujets. Nous avons aussi observé une relation significative entre l'énergie cinétique et la vitesse. **Cavanagh et William, 1982**, avait constaté une élévation de consommation d'oxygène quand la longueur moyenne de foulée augmentait. Nous n'avons pas trouvé beaucoup de travaux relatifs à l'énergétique de la course, mais que nous sommes en accord

avec l'idée selon laquelle la dépense énergétique en kcal/ kg. Mn augmente linéairement avec la vitesse course, **Davies et coll., 1974**

Nous avons ensuite comparé les différences de moyenne sur 30 mètres puis sur 50 mètres entre les sujets coureurs mais d'habiletés moindres et des sujets non coureurs mais tous des sportifs débutants, de longueur moyenne de foulée, de fréquence de vitesse 30 mètres 50 mètres et 80 mètres et d'énergie cinétique sur 80 mètres de course. Toutes les différences que nous avons obtenues sont non significatives. Les sujets se comportent de la même manière et cela nous conforte à dire que la course de vitesse à certain niveau d'habileté est une activité naturelle comme la marche mais perfectible avec l'entraînement.

CINQUIEME PARTIE :

CONCLUSION GENERALE

CINQUIEME PARTIE

CONCLUSION GENERALE

La marche et la course sont les deux activités de locomotion le plus souvent utilisées par l'être humain.

La course est également partie intégrale de plusieurs sports individuels comme l'athlétisme et de nombreux exercices en gymnastique et en sports collectifs. Dans la vie ancienne et moderne, beaucoup d'occasions sont offertes à l'homme pour utiliser la course, la chasse, la guerre et de nos jours ne serait-ce que pour rattraper un train ou un bus qui veut nous échapper. Dé lors dit-on que tout le monde sait courir ?

L'utilisation des techniques diverses d'investigation a permis de mettre en évidence plusieurs facteurs biomécaniques déterminants. C'est ainsi que nous avons cherché à vérifier l'hypothèse selon laquelle, la course comme la marche est une activité naturelle. Les facteurs biomécaniques et énergétiques que nous avons étudié chez nos sujets non coureurs et les sujets coureurs à savoir : la longueur moyenne des foulées, la fréquence des foulées les vitesses de course et l'énergie cinétique ne décèlent aucune différence comportementale.

C'est ainsi que dans une certaine mesure, nous pouvons confirmer notre hypothèse. Mais à un niveau de pratique plus élevé la course nécessite un entraînement pour améliorer les facteurs physiques d'exécution. De nos jours pour développer la vitesse maximale, certains chercheurs dont Réga. C et Natta. F, 2001, s'intéresse d'avantage à des facteurs tels que les indices angulaires, les relations entre l'amplitude du centre de masse et la flexion de la cheville, les forces propulsives etc...

BIBLIOGRAPHIE

Allard BLANCHI et Colla : Analyse du mouvement humain par la biomécanique 2^e édition chapitre 5 : événement phases et périodes Robert Paul le nouveau Petit Robert : Dictionnaire : Paris, année 1994 - 2432 pages.

BADJI. L : Analyses des relations entre les évaluations de la force, de la vitesse, de la puissance, de la résistance individuelles et des performances dans les courses de vitesse de 100m et de 200m. Thèse de doctorat, université de Liège. 1984

Benoît Roy : Mécanique du mouvement humain SAP 12010, Note de cour 92-93, Département de l'Education Physique, Université Laval, Québec.

BROWNLEE K.A : Industrial experimentation – London – Her Majesty's Stationery Office Fourth Edition, 1957.

Cavanagh. P. R – Wiliams. K.R : The effect of stride length variation on oxygen uptake during distance running Med. Sc. In sports and Exercises 10 :30 – 35. 1982

Clard et coll : The study of rearfoot movement in running (E.C.Frederick éditeur) human kinetics Publishers. 1983. pp 166.189.1983

Davies. C. T. M, Sergeant. A. J and Smith. B : The physiological responses to running down hill, Europ. J appl. Physiol 32. 187. 194. 1974

Dyson. G. H. G : Principes de mécanique en athlétisme. Théor Prat. Cult. Phys., vol 3. I, 1965, P 1 – 22

F. Natta et C. Réga : Analyse cinétique et cinématique :
- du départ du sprint en starting-blocks.
- de la foulée de course vitesse maximale.
Rapport de recherche 2^{ème} et 3^{ème} partie 2001

Franklin. M.H Research on sprint Running, Athletic journal, XXXII. P. 1952

Hill.A.V : Muscular Movement in Man
Hill. Book Co. P : 57, 1927

Ikai.M Recherche sur le 100m Die lehre der Leichtathletik O. 12.
1968. N° 46, traduit par SPIVAK. P (Doc. INS. N° 715)

Jean L. H. et Coll. 1993 : Aspects mécaniques de la foulée.
Comprendre l'athlétisme, sa pratique et son enseignement. Institut
National du Sport et de l'Education Physique. P.15.16.17 1993.

J.P.Brander : la résistance « Perspective historique et terminologie en
liaison avec l'endurance et la vitesse. 1977.

John. W. Bunn : Scientifique (Englewood Cliff. New Jersey :
Prentice Hall, Inc. PP 109. 110, 1962

Karim BOCKOURT : Etude comparative des 100m et 200m
féminins pour des athlètes de haut niveau. Mémoire de Licence et EP ,
Université de Liège 1989.

Larousse : Dictionnaire, Librairie Larousse, Paris P.1680

Robert : Le nouveau Petit Robert : Dictionnaire : Paris, année 1994-
2432 pages.

Vaughan. C.L. : Biomechanics of Runnings Gait. CRC Critical
Reviews in Bioengineering, 2 pp 1 :48

Wierinkx : Analyse du 100mètre plat. In : Sport N°2 pp. 95. 98. 1965.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : valeurs individuelles, moyennes et déviations standards correspondantes des mesures biométriques de poids, de taille d'âge chez les coureurs. P33

Tableau 2 : Valeurs individuelles, moyenne et déviations standards correspondantes des mesures biométrique de pois, de taille, d'âge chez les non coureurs. P.34

Tableau 3 : Valeurs individuelles, moyenne et déviations standards correspondantes des mesures de temps sur 30, sur 50m et 80 m ainsi que les nombres de foulées respectives effectuées chez les coureurs. P.42

Tableau 4 : Valeurs individuelles, moyenne et déviations standards correspondantes des mesures de temps sur 30, sur 50m et 80m ainsi que les nombres de foulées respectives effectuées chez les non coureurs. P.43

Tableau 5 : Valeurs individuelles calculées, moyenne et déviations standards correspondantes des longueurs moyenne de foulée sur 30 et 50m, des fréquences de foulées sur 30 et 50m, des vitesses sur 30 50 et 80m et d'énergie cinétique sur 80 m chez les coureurs. P45

Tableau 6 : Valeurs individuelles calculées, moyenne et déviations standards correspondantes des longueurs moyenne de foulées sur 30 et 50 m, des fréquences de foulées sur 30 et 50 m, des vitesses sur 30 50 et 80 m et d'énergie cinétique sur 80m chez les non coureurs. P.47

Tableau 7 : Comparaison des différences de moyennes X1 chez les coureurs, X2 chez les non coureurs, ΔX étant les différences de moyenne des longueurs de foulées sur 30m et 50 m, de fréquences de foulée sur 30m et 50m de vitesse sur 30m, 50m et 80m, et en fin d'énergie cinétique sur 80 m .P.48

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Relation entre la consommation d'oxygène de la longueur d'enjambée. Canavagh et Williams 1982. P.11

Figure 2 : Phases et périodes du cycle de la marche. La phase de support comprend 3 périodes : la réception R, l'appui intermédiaire AI, et la poussée P, alors que la phase d'oscillation n'en a que 2, l'envol E et l'atteinte A. Allard. P. et coll P.15.

Figure 3 : les phases de la jambe gauche sont représentées par la zone grise alors que celle de la jambe droite sont plus claires.

OSC : oscillation ; A : appui unilatéral ; DSI : double support initial jambe droite ; DST : double support terminal jambe droite. Allard. P. P. 17

Figure 4 : Phases de la course : support (2 à 4). Oscillation (4 à 9).

A la course, il n'y a pas de double support, mais un envol (4 et 5 ainsi que 7 et 8). Allard. P. P. 19

Figure 5 : Relation entre l'énergie cinétique dépensée et la vitesse de course chez les coureurs. P. 49

Figure 6 : Relation entre l'énergie cinétique dépensée et la vitesse de course chez les non coureurs. P. 49e et la vitesse de course chez les non coureurs. P. 49e et la vitesse de course chez les non coureurs. P. 49