

REPUBLIQUE DU SENEGAL

Un Peuple – Un but – Une foi

Ministère de l'Éducation nationale

UNIVERSITE CHEIKH
ANTA DIOP DE DAKAR



INSTITUT NATIONAL SUPERIEUR
DE L'ÉDUCATION POPULAIRE
ET DU SPORT

INSEPS

Mémoire de maîtrise Es- Sciences et
Techniques de l'activité physique et du sport
(STAPS)

THEME :

ELEVATION DE LA TEMPERATURE CENTRALE, DE
LA PRESSION ARTERIELLE, DE LA FREQUENCE
CARDIAQUE ET DES QUALITES BIOMOTRICES
DE SOUPLESSE, DE FORCE, DE VITESSE
AVANT ET APRES ECHAUFFEMENT

Présenté et soutenu par :

Wally GOUDIABY

Sous la direction de :

*Monsieur Djibril SECK
Docteur en biomécanique
et en physiologie de la
performance Motrice*

Année Académique 2002 / 2003

REPUBLIQUE DU SENEGAL

Un Peuple – Un but – Une foi

Ministère de l'Education nationale

UNIVERSITE CHEIKH
ANTA DIOP DE DAKAR

INSTITUT NATIONAL SUPERIEUR
DE L'EDUCATION POPULAIRE
ET DU SPORT



INSEPS

Mémoire de maîtrise Es- Sciences et
Techniques de l'activité physique et du sport
(STAPS)

THEME :

ELEVATION DE LA TEMPERATURE CENTRALE, DE
LA PRESSION ARTERIELLE, DE LA FREQUENCE
CARDIAQUE ET DES QUALITES BIO MOTRICES
DE SOUPLESSE, DE FORCE, DE VITESSE
AVANT ET APRES ECHAUFFEMENT

Présenté et soutenu par :

Wally GOUDIABY

Sous la direction de :

*Monsieur Djibril SECK
Docteur en biomécanique
et en physiologie de la
performance Motrice*

Année Académique 2002 / 2003

Dédicaces

- ☞ A mon très cher frère **MOUSTAPHA GOUDIABY**
- ☞ A mon oncle, père **BOCAR DIEDHIOU**
- ☞ A ma tante **SAYBATOUCOLY**
Arrachés très tôt a notre affection
- ☞ A mon père **DEMBA GOUDIABY**
- ☞ A ma mère **NAPHIE DIEDHIOU**
- ☞ A ma tante **KHADY SANE**
- ☞ A tous mes frères et sœurs
- ☞ A tous mes neveux et nièces
- ☞ A toute la famille **DIEDHIOU**
- ☞ A mes amis de toujours : **LAMINE GOUDIABY, ZALE MBOW, JACK CISS, PASCAL SENE, LAMINE SECK, FRANCOIS LALEYE, AMOUL COLY, MAKHTAR MAKALOU, IDY WATT, IBRAHIMA BA, CHAMSOUDINE AIDARA, OUSMANE MANGA, JEANOT BASSENE, OMAR GUEYE, PAPE SANE, ABOU DIENG, OUSMANE GUEYE**
- ☞ A toutes mes amies : **MBISSINE GUEYE, ABY POUYE, MAMAN COUMBA, EVELYNE DELGADO, EVELYNE DIATTA, LAITIE NDIAYE, MAMY BADIANE.....**
- ☞ A tout le personnel du **BUSINESS CENTER CLAUDEL**
- ☞ A tous ceux que je n'ai pas énuméré

Remerciements

Je porte mes remerciements a l'endroit de :

❖ **M. DJIBRIL SECK**

Qui a accepté avec la patience et la compétence requise, de m'encadrer.

❖ **M. ASSANE FALL ET MOUSSA GUEYE**

Pour votre disponibilité et votre expertise dans la direction de ce travail.

❖ **M. SEYDOU SANO ET ABDOU KARIM THIOUNE**

Pour votre disponibilité et vos conseils

❖ **M. MARGO**

Qui a bien voulu m'assister dans la réalisation des tests.

❖ **MADAME ANASTASIE ET GREGOIRE**

Qui m'ont beaucoup aidé dans la documentation

❖ *tous les étudiants de la 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} année qui ont bien voulu accepter les différents tests.*

❖ **Algassimou DIALLO, Serigne DIENE, Serigne DIOUF.**

❖ **Lamine MANE, Adja Mareme, Bineta GOMIS, Mamy GOUDIABY.**

Qui mon aidé dans confection de ce document.

❖ *Tous ceux qui ont contribués de près ou de loin a la réalisation de ce travail.*

SOMMAIRE

Pages

INTRODUCTION	01
<u>PREMIERE PARTIE : REVUE THEORIQUE</u>	03
I. DEFINITION	03
II. BASES PHYSIOLOGIQUES DE L'ECHAUFFEMENT .	03
<i>II.1. L'effet de l'échauffement sur les fonctions cardiovasculaire</i>	03
<i>II.1.1. Augmentation de la fréquence cardiaque</i>	03
<i>II.1.2. augmentation de la pression sanguine</i>	04
<i>II.1.3. augmentation du volume sanguin</i>	05
<i>II.2. L'échauffement et le système respiratoire</i>	05
<i>II.3. effet de l'échauffement sur la musculature</i>	07
<i>II.3.1. diminution de la viscosité musculaire</i>	07
<i>II.3.2. amélioration des processus neuromusculaires</i>	07
III. MODALITES DE L'ECHAUFFEMENT	08
<i>III.1. l'échauffement général</i>	08
<i>III.2. l'échauffement spécifique</i>	08
<i>III.3. l'effets de l'échauffement général actif</i>	09
<i>III.4. effets de l'échauffement actif spécifique</i>	10
IV. EFFICACITE DE L'ECHAUFFEMENT EN FONCTION DE DIVERS FACTEURS ENDOGENES ET EXOGENES	12
<i>IV.1. facteurs endogènes</i>	12
<i>IV.1.1. echauffement en fonction de l'age</i>	12
<i>IV.1.2. echauffement et niveau d'entraînement</i>	13
<i>IV.1.3. echauffement et disposition psychique</i>	13
<i>IV.2. facteurs exogènes</i>	13
<i>IV.2.1. echauffement et rythmes biologiques</i>	13
<i>IV.2.2. echauffement et température extérieures</i>	14
<i>IV.2.3. echauffement en fonction de la discipline sportive</i>	14

<u>Deuxième partie : la méthodologie</u>	15
I. ECHANTILLONNAGE MATERIELS ET METHODE	15
<i>I.1. caractéristiques de la population</i>	15
<i>I.2. niveau d'entraînement</i>	15
II. PRESENTATION DES TESTS	16
<i>II.1. mesure anthropométriques</i>	16
<i>II.2. mesures bio motrices</i>	16
III. DESCRIPTION DES TESTS	17
<i>III.1. mesures anthropométriques</i>	17
<i>III.1.1. la taille debout (stature)</i>	17
<i>III.1.2. le poids</i>	18
<i>III.1.3. mesure du tissu adipeux</i>	18
<i>III.2. mesures bio motrices</i>	19
<i>III.2.1. les qualités liés a l'amplitude articulaire</i>	19
III.2.1.1. mesure de la force d'extension dorsale	19
<i>III.2.2. les qualités liées a la force et a la vitesse</i>	20
III.2.2.1. force de serrage des doigts	20
III.2.2.2. test du tracteur lombaire	20
III.2.2.3. vitesse sur 30 m	21
III.2.2.4. vitesse sur 60m	22
IV. PROCEDES	22
<i>IV.1. présentation du modèle d'échauffement</i>	25
<u>TROISIEME PARTIE : PRESENTATION DES RESULTATS</u>	27
<u>QUATRIEME PARTIE : INTERPRETATION ET DISCUSSION DES RESULTATS</u>	35
CONCLUSIONS	46
BIBLIOGRAPHIE	48
ANNEXES	

Introduction

INTRODUCTION

La plupart des auteurs qu'ils soient hommes de laboratoires ou de terrain sont d'avis que l'échauffement est un élément nécessaire et déterminant dans une séance d'entraînement ou dans un cours d'éducation physique .

L'échauffement est défini comme une activité mise en œuvre pour atteindre une condition psychophysique optimale avant l'entraînement sportif, la séance d'éducation physique ou la compétition proprement dite .L'échauffement peut s'effectuer de deux manières :active ou passive (KARPOVICH 1983) (MCARDLE et KATCH 1987) (ASTRAND et RODAHL 1980).

La première méthode est la plus employée , on la désigne parfois sous le vocable d'exercices calisthéniques ou système d'exercices ayant pour but d'améliorer la condition physique .

On distingue 2 parties dans cette partie active :

L'échauffement informel et formel autre appellation générale et spécifique la deuxième méthode dite échauffement passif concerne essentiellement : les massages ,la diathermie (exposition à divers rayonnement) donc chaudes L'efficacité de cette méthode reste douteuse aux scientifiques , ainsi la plupart des auteurs optent pour l'échauffement actif (HOGBERG et LJUNGGREN 1947). Cependant l'échauffement en tant qu'activité préliminaire est négligée ou mal fait par les athlètes et les entraîneurs . Cette défaillance se situe soit au niveau du temps trop court qu'on lui accorde , soit au niveau des exercices inadaptés proposés , ainsi la question qu'on se pose est : est ce que l'échauffement a une importance significative sur la bio motricité de l'athlète au début de la compétition , de l'entraînement ou de la séance d'éducation physique autrement dit est ce que la fréquence cardiaque , la température centrale , la pression artérielle et les qualités bio motrices sont améliorées et amenées à leur

optimum au cours de l'échauffement .Quel est son influence sur les capacités bio motrices qui sont un élément de la performance ?

Pour élucider cette question notre étude va porter sur les étudiants de l'INSEPS : Garçons de la première, deuxième, troisième année. Soit un échantillon de 31 étudiants

On va d'abord mesurer les variables que sont la fréquence cardiaque, la température centrale et la pression artérielle au repos, ensuite faire faire des tests de flexibilité, de serrage avec la main, d'extension dorsale et de vitesse d'exécution sur 30m et 60m toujours avant échauffement. Les sujets sont après soumis à un échauffement de 30mn divisé en trois parties :

Une course de 15mn juste après laquelle on mesure la fréquence cardiaque, la température centrale, la pression artérielle.

L'échauffement articulo-musculaire qui dure 10mn et après laquelle on va remesurer la fréquence cardiaque, la température centrale et la pression artérielle.

Et enfin l'étirement musculaire qui va durer 5 mn et qui sera également suivi des différentes mesures.

Et c'est seulement après ces 30mn d'échauffement que les tests de flexibilité , de serrage avec la main , d'extension dorsale et de vitesse qui étaient déjà faits avant échauffement seront repris .La charpente de cette étude est ainsi constituée :

La première partie mettra l'accent sur la revue de littérature

La deuxième partie met en exergue la méthodologie

La troisième partie consiste à la présentation des résultats et

La quatrième , l'interprétation et la discussion des résultats

Nous terminerons cette étude par une conclusion et des suggestions.

Première Partie : Revue Théorique

PREMIERE PARTIE : REVUE THEORIQUE

I. DEFINITION

On entend par échauffement toutes les procédés permettant d'obtenir un état optimal de préparation psychophysique et motrice(kinesthésie) avant un entraînement ou une compétition, et qui joue en même temps un rôle important dans la prévention des lésions .

II. BASES PHYSIOLOGIQUES DE L' ECHAUFFEMENT

Tout système de régulation biologique présente, selon Wolkov(1976,460) ; une inertie caractéristique qui varie selon les éléments constituant cette hétérogénéité explique aussi la non-synchronisation caractéristique de la mise en œuvre des différents cycles fonctionnels.

L'échauffement a entre autre pour objectif l'harmonisation de l'ensemble des systèmes fonctionnels qui contribuent à déterminer la capacité de performance du sportif et il doit en même temps permettre de débiter l'effort à un plus haut niveau de performance .Il faut retenir surtout de ce qui va suivre, les effets de l'échauffement actif sur les facteurs susceptibles d'influencer la performance sur l'ensemble du spectre des charges sportives.

II.1. Effet De L' échauffement Sur Les Fonctions Cardiovasculaires

II.1.1. Augmentation de la Fréquence Cardiaque

La fréquence cardiaque est le nombre de battements cardiaques par unité de temps(par minute). Chez le sujet normal elle dépend essentiellement de l'activité du nœud sino-auriculaire. La systole qui est de l'ordre de 270 ms et la diastole 650 ms constituent la période cardiaque. La fréquence cardiaque au repos d'un sujet normal est de 60 à 100 battements /min

Il faut noter qu'elle peut être diminuée par l'entraînement. Au cours de l'exercice, il faut noter qu'elle peut augmenter jusqu'à un maximal. de FC
 $FC_{Max} = 220 - \text{âge}$

La FC à l'échauffement peut évoluer jusqu'à 120 bat /min.

Dans la transition entre la fréquence cardiaque au repos et celle qui est atteinte à l'effort Strauzenberg(1978,165) distingue une phase primaire qu'il attribue à une stimulation androgène (excitation par l'adrénaline, l'hormone qui active le système cardiovasculaire et le métabolisme) qui chez des sujets entraînés, ne dure que 10 sec et chez les non entraînés 30 sec. Il distingue aussi une phase secondaire dans laquelle les processus générateurs de ces deux phases sont optimaux, la phase <<d'avant départ>>. A ce moment-là tout le système circulatoire est déjà mis en activité par des stimuli corticaux, par les voies nerveuses (passant par le réseau des nerfs) et humorales (passant par le flot sanguin). Chez le sportif entraîné, le processus des réflexes conditionnés joue un rôle important. Le processus d'échauffement conditionne aussi la capacité de performance (composante physique de l'élévation de la FC est donc réglée selon le niveau nécessaire pour l'effort, ce qui diminue la première phase peu économique de l'élévation de la FC).

II.1.2. Augmentation de la pression sanguine (pression artérielle)

Elle peut être définie comme la pression exercée par le sang sur la paroi des artères. Lorsque la pression artérielle augmente, les parois des artères sont distendues et assurent l'écoulement du sang. Nous distinguons deux valeurs de la pression :

- La pression systolique : C'est la valeur de la pression dans l'artère aortique quand le sang est éjecté du ventricule gauche

Cette pression est de l'ordre de 110 à 140 mmHg au repos.

-La pression artérielle diastolique : c'est la pression minimale dans les artères, celle qui existe entre les contractions du cœur plus précisément à la fin de la diastole cardiaque .Cette pression est de l'ordre de 60 à 80 mmhg pour un sujet au repos.

L'élévation de la pression sanguine lors d'un échauffement peut s'expliquer par l'augmentation de la résistance périphérique .La vasoconstriction périphérique (tous les vaisseaux sanguins cutanés diminuent de diamètre afin de mettre plus de sang à la disposition des muscles en effort) est provoqué par la noradrénaline sécrétée par les glandes surrénales et les terminaisons nerveuses au moment où l'effort est requis.

II.1.3 Augmentation du volume sanguin en circulation

Comme nous l'avons déjà mentionné, l'activité physique ,et dans une moindre mesure ,l'activité psychique, entraînent une augmentation du volume sanguin en circulation, ce qui permet d'amener plus de substrats et d'oxygène pour le métabolisme des muscles à l'effort et d'éliminer les déchets qu'on régule. De cette manière, on évite une hyper acidose de la musculature car l'abaissement du pH sanguin altère la capacité de travail des muscles ou même peut la supprimer totalement.

II.2. L'échauffement et le système respiratoire

La fréquence et l'amplitude de la respiration augmente en fonction de l'intensité de l'effort afin d'être en mesure de subvenir à la demande grandissante des besoins en oxygène des muscles au travail et d'éliminer simultanément le dioxyde de carbone produit. lorsque l'organisme atteint une température de 38,5 à 39°C, l'équivalence respiratoire (le rapport entre la ventilation pulmonaire et la consommation d'oxygène (VE/VO_2)) est le plus

favorable, ce qui signifie que pour une ventilation donnée, on obtient une consommation d'oxygène qui est maximale Israël(1977,387).

Normalement, l'ajustement respiratoire accuse un certain retard au début d'un effort.

Après un certain temps, lorsque l'effort se prolonge, la ventilation atteint un état stable , c'est à dire qu'il y a un équilibre de la consommation d'oxygène contractée au début de l'effort .

L'échauffement peut réduire le délai d'ajustement de la ventilation au début d'un effort par une augmentation de son volume, et de cette façon, créer plus rapidement un état stable entre la demande en oxygène et son apport au muscle en raison de la coordination des mécanismes de régulation.

Cette régulation est très importante, surtout dans les sports où le système cardio-respiratoire et les processus métaboliques sont soumis à de fortes sollicitations, comme c'est souvent le cas en endurance. Si la coordination des mécanismes de régulation n'est pas adéquate, il peut se produire des perturbations générales ou locales. Puisque les muscles à l'effort ne reçoivent pas suffisamment d'oxygène et par conséquent, travaillent en anaérobie avec une accumulation progressive d'acide lactique qui limite rapidement l'activité musculaire(Jakowlev 1977, 131).

II.3. Effets de l'échauffement sur la musculature

II.3.1 Diminution de la viscosité musculaire

Comme nous l'avons déjà mentionné une élévation de l'irrigation sanguine et la chaleur causée par le travail musculaire pendant l'échauffement augmentent la température dans les muscles et dans l'ensemble de l'organisme. Selon Stoboy(1972,31) , 15 à 20 min de course relativement lente augmentent la

température à 38,5 °C. Cette élévation de température provoque une diminution de la viscosité, c'est à dire des frottements internes de la musculature et améliore du même coup, l'élasticité des muscles, des tendons et des ligaments. Par la même occasion, les risques de claquages sont diminués. L'importance de l'échauffement pour la prévention des blessures dans tous les sports de force maximale . ou dans lesquels la force explosive est la qualité majeure , tient à des considérations biomécaniques., L'augmentation de l'élasticité et la diminution des risques de déchirures de la musculature, favorisent la possibilité de performance. Il est évident qu'un muscle préalablement mieux étiré engendre une force et une vitesse de contraction plus grande, ce qui est très important dans les disciplines de forces explosives.

II.3.2 Amélioration des processus neuromusculaires

L'échauffement diminue la viscosité et augmente l'élasticité du muscle ce qui améliore parallèlement la coopération neuromusculaire et la coordination motrice, et par la même occasion réduit les besoins de substrat énergétique et la fatigue.

L'amélioration de la capacité des relâchements des muscles à l'effort favorise aussi la performance, ce qui est d'une grande importance . De plus l'augmentation de la température musculaire accroît le rendement de la vitesse du système nerveux et de la sensibilité des récepteurs proprioceptifs.

III. MODALITES DE L'ECHAUFFEMENT

Dans cette rubrique, nous pouvons distinguer deux parties : l'échauffement général et l'échauffement spécifique.

III.1 L'échauffement Général

Il est censé amener l'ensemble des capacités fonctionnelles de l'organisme à un niveau supérieur. L'échauffement général s'effectue par des exercices qui agissent sur les grands groupes musculaires.

(Ex : l'échauffement par la course).Nous distinguons 3 parties dans l'échauffement général qui sont :

1^{ère} partie : l'échauffement par la course pour augmenter les rythmes cardiaques et respiratoires,

2^e partie : l'échauffement articulaire ou échauffement des articulations concernées par l'activité en leur imprimant des mouvements de rotation par exemple. Augmenter l'amplitude des articulations et leurs degrés de liberté.

3^e partie : échauffement musculaire (étirements, assouplissements) augmenter la flexibilité et lutter contre les blessures.

III.2. Echauffement Spécifique

Il se fait en fonction de la discipline, c'est à dire que les exercices sont exécutés dans le but d'échauffer les muscles directement appelés à fournir un effort dans la discipline concernée. L'échauffement général doit précéder l'échauffement spécifique.

Remarque : l'échauffement en soit peut être actif ou passif, combiné ou mental.

III.3. Effets de l'échauffement général actif

L'essentiel de l'entraînement général actif , par exemple sous forme de course d'échauffement réside dans l'élévation de température du "noyau central" et des muscles avec mise en marche et préparation du système cardio-

pulmonaire à l'effort qui va être fourni pendant une course d'échauffement, le travail de grands groupes musculaires provoque un fort accroissement du dégagement de chaleur. D'après Stoboy (1872, 31) une petite course de 15 à 20 minutes élève la température à 38.5°C. Cette élévation générale de température joue un rôle décisif pour toute une série de paramètres organismiques de la performance (cf. Israël 1977, 386).

Avec l'accession à la température optimale toutes les réactions physiologiques qui déterminent la capacité de performance motrice interviennent avec le degré d'efficacité maximal (cf. Israël 1977, 387).

La vitesse de déroulement des processus du métabolisme augmente en fonction de la règle RVT (réaction – vitesse – température). Pour une élévation de température de 1°C, l'activation du métabolisme est de 13 % (Lullies 1973, 372). L'intensification de la circulation sanguine dans les tissus pendant le travail d'échauffement actif provient avant tout de la vasodilatation des capillaires, de sorte que l'approvisionnement en substrats énergétiques et en oxygène accélère les processus métaboliques, parallèlement à la circulation sanguine, l'augmentation de l'activité enzymatique des processus anaérobie et aérobie dans les cellules musculaires.

Ces changements sont déterminants. Si l'on considère que l'exercice demande une capacité du métabolisme de 20 (course de fond) à 200 fois (sprint) plus grande que la valeur de repos, l'échauffement joue un rôle très important dans l'amélioration de la perception sensorielle et par conséquent dans la capacité de coordination (cf. Eldred, Hemingway et Kawamura 1963)

L'élévation de la température du corps contribue aussi à la prévention des lésions.

Le travail général d'échauffement actif provoque une réduction des résistances élastiques et visqueuses (provenant de frottements internes). L'échauffement général augmente la tolérance de charge des articulations. L'échauffement augmente la production de liquide synovial de tel sorte que les cartilages de l'articulation s'imprègnent de liquide, augmente d'épaisseur, ce qui permet une meilleure résistance aux chocs ou effets de traction extérieurs.

III.4. Effets de l'échauffement spécifique actif

L'échauffement actif spécifique doit intervenir à la suite de l'échauffement actif général pour l'élargir en le diversifiant et le spécifiant.

Dans les disciplines de coordination, c'est la répétition des mouvements techniques propres à chaque discipline qui s'inscrit au premier plan. L'échauffement préparatoire à la gymnastique, à la course, consiste à « rafraîchir » les automatismes moteurs pour les adapter aux circonstances concrètes de la situation. Cette séquence prend en considération la particularité des appareils, des lieux ou des conditions climatiques. Pour renforcer le jeu optimal des réflexes dans le déroulement du geste technique d'une discipline sportive, au cours d'un échauffement spécifique, il faut veiller à ce que les exercices d'échauffement ressemblent ou répondent du point de vue de leur structure dynamique et cinétique aux exercices auxquels l'échauffement prépare (cf. Kuntoff et Darwish 1975, 5). L'échauffement spécifique comporte également un programme spécifique de gymnastique (étirement et relaxation) destiné à la prévention spécifique des accidents les plus fréquents dans la discipline en question par l'étirement optimal des muscles en travail. L'échauffement spécifique assure également une redistribution du volume sanguin, dirigée vers les muscles spécifiquement mis en œuvre, au dépens de ces réservoirs sanguins qui sont les organes de la chaîne estomac-intestin. Les muscles qui travaillent sont ainsi mieux irrigués, ils vont être approvisionnés en

oxygène, et en substrats énergétiques et atteindre une température optimale de travail. Ce dernier point est important dans la mesure où une élévation de température centrale ne signifie pas forcément une augmentation de la température musculaire, cette dernière augmente avec un certain retard par rapport à celle du corps.

La température du centre du corps et celle musculaire diffèrent considérablement à l'état de repos. La température des extrémités peut être inférieure de 5 °C et plus à la température interne du corps, cette température des extrémités elle-même ne diminuant pas seulement de l'intérieur vers l'extérieur mais de l'élément proximal à l'élément distal, de sorte qu'il n'y a pas seulement un écart de température axiale, mais aussi un écart radial.

L'élévation de la température du corps par l'échauffement actif général soutient, accélère et stabilise l'échauffement spécifique, mais elle peut en tenir lieu ; on peut le constater sur l'exemple de la vascularisation des doigts.

Remarque : L'échauffement général et spécifique peuvent être facilités par le port d'une tenue appropriée (survêtement, gant, etc.).

IV. EFFICACITE DE L'ECHAUFFEMENT EN FONCTION DE DIVERS FACTEURS ENDOGENES ET EXOGENES

IV.1. Facteurs Endogènes

IV.1.1 Echauffement en fonction de l'âge

L'échauffement s'effectue à tout âge en fonction des mêmes principes de bases : entraînement général puis entraînement spécifique. Mais la durée et l'intensité du travail d'échauffement doivent être prudentes et progressives, donc prolongées puisque les risques de lésions augmentent avec le vieillissement du muscle. La durée de l'échauffement peut varier de 10 à 60 min entre les sportifs les plus jeunes et les plus âgés (cf. Hollman et Hettinger 1980,549)

Au niveau scolaire 5 min d'échauffement sont généralement suffisantes (elles garantissent déjà 50% des effets de l'échauffement), car étant donné le temps disponible dans l'organisation d'une classe, il n'est pas possible d'assurer un entraînement spécifique sans négliger d'autres composantes de la séance d'éducation physique.

IV.1.2 Echauffement et niveau d'entraînement

L'échauffement doit se régler en volume et en intensité sur l'état d'entraînement du sportif. Un échauffement trop intense chez un athlète peut entraîner un risque de produire une telle fatigue que sa capacité de performance en est compromise et le risque de lésion augmenté. Un programme d'échauffement nouveau ou inhabituel peut aboutir au même résultat. De plus l'échauffement doit être adapté aux capacités individuelles : un sportif « lent au démarrage » s'échauffera autrement qu'un sportif qui « démarre rapidement »

IV.1.3 Echauffement et disposition psychique

Comme le reconnaissent différents travaux (Green 1972, 412, Massay-Johnson et Kramer 1961, 63 ; Zieschang 1978, 242 entre autres), il existe des interrelations entre l'échauffement et la motivation, c'est à dire l'attitude psychique à l'égard de l'échauffement. Ainsi par exemple une grande motivation et une attitude fortement orientée vers la performance renforcent les effets de l'échauffement en raison surtout des paramètres psychiques de l'état « avant départ » qui prépare l'organisme à une haute performance. D'autre part, une attitude négative réduit ou anéanti totalement le bénéfice de l'échauffement.

En général, dans une autre situation d'avant compétition « neutre » l'échauffement induit un état d'alerte psychique avec un état d'excitation optimal du système nerveux, ce qui améliore l'attitude affective et la concentration sur la performance sportive à accomplir.

IV.2 Facteurs exogènes

IV.2.1 Echauffement et rythme biologique

Durant le sommeil, les différentes fonctions de l'organisme sont ralenties, voire complètement hors circuit. Après le réveil, il faut un certain temps pour qu'elles retrouvent leurs capacités fonctionnelles maximales.

Les tests de motricité démontrent que la performance motrice s'accroît durant toute la journée (PETTINGER 1968, 150).

L'échauffement matinal doit donc être plus progressif et plus long que l'échauffement plus tardif dans la journée. Les facteurs qui influencent le raccourcissement du temps d'échauffement au fur et à mesure que la journée avance, sont surtout l'augmentation de l'irrigation sanguine à l'augmentation de la température, jusque vers 15 heures.

IV.2.2 Echauffement et température extérieure

Tout comme l'horaire quotidien exerce une influence sur la durée et l'intensité de l'échauffement, la température extérieure et les conditions climatiques elles aussi, stimulent ou perturbent le déroulement du processus d'échauffement. Une température extérieure élevée permet de diminuer le temps d'échauffement, alors qu'au contraire, un temps pluvieux et froid l'allonge.

IV.2.3. Echauffement en fonction de la discipline sportive

L'échauffement doit être conforme aux besoins de la discipline sportive, plus particulièrement, lorsqu'il s'agit de l'échauffement spécifique. Les sports qui demandent une grande mobilité et de la souplesse ont besoin d'une grande part d'exercice d'étirements, alors que les sports d'endurance eux, utilisent des exercices aérobiques.

De plus, il faut utiliser des programmes d'échauffement standardisés, adaptés aux capacités individuelles dont les effets sur l'organisme sont connus. Avant la compétition, il ne faudrait jamais modifier la méthode d'échauffement, son intensité ou son volume, car trop ou trop peu d'exercices d'échauffement pourraient nuire à la performance. Le juste milieu s'obtient avec l'expérience de la pratique à l'entraînement et lors des compétitions. L'échauffement devrait être optimal et fixé par une démarche progressive, qui tient compte des besoins individuels.

Deuxième Partie : Méthodologie

DEUXIEME PARTIE : LA METHODOLOGIE

I. ECHANTILLONNAGE , MATERIEL ET METHODE

I.1. Caractéristiques de la population

Il s'agit de la population de l'INSEPS garçons de la première,deuxième et troisième année. Elle est composée de 31 étudiants répartis en trois promotions.

Promotion	P1	P2	P3
Caractéristiques			
AGE	24,13	24 ,64	25,5
POIDS	69,73	68,71	60
TAILLE	1,77	1,81	1,72
EFFECTIF	15	14	2
EFFECTIF TOTAL	31		

I.2. Niveau d'entraînement

Tous les étudiants suivent régulièrement les cours à l'INSEPS et la majorité s'entraînent en dehors des heures de cours.Ce sont, pour la plupart des sujets bien entraînés.

Afin d'assurer une meilleure stabilité au niveau de l'administration des tests et de la collecte des données un seul évaluateur, et un seul superviseur sont employés pour toute la durée de l'étude.

L'expérimentation s'est déroulé dans le laboratoire de l'INSEPS,dans le gymnase (salle de musculation) et sur le terrain de basket durant la matinée de 8h a 12h.

II. PRESENTATION DES TESTS

Les variables mesurées sont divisées en deux catégories, soit trois variables anthropométriques et des variables biomotrices réparties en deux sous-groupes

II.1. Mesures Anthropométriques

Les variables anthropométriques retenues sont :

- la taille debout (ou stature) en cm
- Le poids en Kg
- La somme des quatre plis adipeux (biceps, triceps, sous-scapulaire, sus iliaque) en mm

Toutes les mesures sont recueillies selon des procédures standardisées ; plis adipeux mesurés sur le côté droit (biceps droit du sujet).

II.2. Mesures Bio Motrices

Les variables biomotrices mesurées sont :

Le test de souplesse ou amplitude articulaire maximale

- test d'extension du tronc de CURETON

Les tests dynamométriques

- force de serrage des doigts
- test au tracteur lombaire

Les tests ergométriques

- la vitesse sur 30 m (largeur du terrain de basket)
- la vitesse sur 60 m (largeur du terrain de basket quatre fois)

Ces variables sont retenues notamment du fait de leur grande utilisation dans le cadre de plusieurs recherches visant à décrire différentes populations d'athlètes.

III. DESCRIPTON DES TEST

Les tests choisis, présentent probablement des imperfections. D'aucune manière, ils ne prétendent couvrir exhaustivement les capacités spécifiques, mais ce sont les tests les plus utilisés et les plus accessibles pour notre étude. Ils peuvent être classés en deux rubriques :

- les mesures anthropométriques
- Les mesures biomotrices

III. 1. Mesures Anthropométriques (Ou Somatiques)

Les mesures anthropométriques ont pour but principal de déterminer les dimensions et les proportions corporelles parmi elles, nous distinguons

III.1.1. La Taille Debout (ou stature)

C'est la distance comprise entre le plan des pieds et le sommet de la tête, le sujet se trouve en position verticale, les bras le long du corps.

La stature fait partie des éléments qui caractérisent la morphologie. Elle est influencée par des facteurs tels que.

- Les facteurs héréditaires (génétique)
- Les facteurs mésologiques (nutritionnels, mode de vie)
- Les facteurs séculaires
- Les facteurs pathologiques (déformations)

Pour la réalisation de ce test nous avons utilisé une toise (en bois ou métallique) graduée en centimètres ou en millimètres.

III.1.2. Le Poids

Le poids (P) d'une personne s'évalue par pesée qui se fait à l'aide de la balance. On a utilisé une balance de marque SECA.

Le sujet se met debout regarde devant soi, et son poids sera la valeur qu'indique l'aiguille du cadran.

Faisant partie des indicateurs de la morphologie le poids permet de classer les sujets selon leurs mesures. Il peut servir à comparer les données entre les étudiants de L'INSEPS (1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}) et d'autres étudiants évoluant dans un autre milieu (étranger). Il intervient dans l'estimation du pourcentage de graisse, de masse grasse et de masse maigre.

III.1.3. Mesures du tissu adipeux

La mesure des plis de la peau permet d'apprécier la variation d'adiposité au cours d'un programme de conditionnement physique ou pendant un programme d'amincissement.

Elle se fait à l'aide d'un compas spécial (compas de SKIMFOLD CALIFER) appelé adipomètre (marque JOHN BULL)

La procédure à suivre pour mesurer l'épaisseur d'un pli cutané consiste à le saisir fermement entre le pouce et l'index. Cela permet d'inclure le tissu sous cutané et d'exclure le tissu musculaire sous-jacent (KATCH, ARDLE, 1985).

Les mesures permettant d'estimer directement le pourcentage de graisse à partir de la somme des quatre plis cutanés (bicipital, tricipital, sous-scapulaire et supra-iliaque table de DURNIM et WOMERSLEY)

Précisons que le pourcentage peut être calculé aussi par des formules mathématiques (PINEAU, ARABI, 1996)

$$\% \text{ de graisse} = 27.775 \log (\sum 4 \text{ plis}) - 27.203$$

Pour toute la population cible car cette dernière est comprise entre 20 et 29 ans donc $a = 27.775$ et $b = 27.203$ qu'on remplace par leur valeur dans la formule

$$\% \text{ graisse} = a \cdot \log (\text{\textcircled{4 plis}}) - b$$

Dans ces expressions les plis cutanés sont exprimés en millimètres.

Mais ces formules sont uniquement valables pour calculer le pourcentage de graisse des hommes dont leur âge est compris entre 20 et 29 ans. Le corps humain est composé de tissus mous et d'os. Les tissus mous comprennent d'une part la masse grasse (en kg), d'autre part la masse maigre (en kg). Ainsi à partir du pourcentage de masse grasse on calcule :

La masse = $\text{masse grasse} / \text{masse corporelle} \cdot 100$ (en % ou kg) et de ce résultat on calcule la masse maigre = $\text{masse corporelle} - \text{masse grasse}$ (en kg)

Selon le **Dr BENKH**, le pourcentage de l'homme de référence et de 12 (KATCH, ARDLE, 1985).

III.2. Mesures Bio motrices

Elles sont réparties d'une manière générale en deux sous-groupes :

- les qualités liées à l'amplitude articulaire
- les qualités liées à la force musculaire et à la vitesse d'exécution

III.2.1. Les Qualités liées à l'amplitude articulaire

III.2.1.1. Mesure De La Force D'extension Avant Du Tronc

- But du test : (test de cureton extension du tronc) cette mesure a pour but d'apprécier la flexion maximale du tronc sur les membres inférieurs, c'est à dire la fermeture du tronc.
- Protocole :

Le sujet est allongé en décubitus ventral sur un banc (ou le sol). Les mains croisées sur l'occiput, les pieds fixés, il redresse la tête et le tronc. La

distance tronc-banc est appréciée verticalement. Ces tests mesurent la souplesse du dos et des ischio-jambiers. Il faut noter que la position maximale sera maintenue pendant deux secondes. La mesure est prise au centimètre le plus près. Les genoux doivent être tendus sinon l'essai est annulé (fluviométrique graduée de 0 à 35 Cm et de marque SENOH).

III.2.2. Les qualités liées à la force, et à la vitesse d'exécution

III.2.2.1. Force de serrage des doigts (main)

-But du test

C'est d'évaluer la force de quelques groupes musculaires, il s'agit des muscles fléchisseurs des doigts .

-Matériel

Il s'agit d'un dynamomètre gradué de 0 à 1000 NEWTON et de marque SENOH.

-Protocole

Le sujet se met debout ,bras le long du corps. Il tient l'appareil avec une main (droite ou gauche), doigts accrochés au ressort et serre de toute ses forces en fléchissant les doigts .

On a droit à trois essais, et on choisit la plus grande valeur indiquée. Il faut éviter d'accrocher les aiguilles avec les doigts . Le résultat indiqué par l'aiguille sur le cadran est noté par l'examineur qui accordera deux autres essais séparés d'environ 60 s de récupération.

III.2.2.2. Test au tracteur lombaire

-But du test

C'est d'évaluer la force de quelques groupes musculaires, il s'agit des muscles extenseurs du dos.

-Matériel

Il s'agit d'un dynamomètre gradué de 0 à 305 muni d'une plaque d'immobilisation et d'une manche reliée à l'ensemble par une chaîne de marque YAGAMI.

- Protocole

Le sujet debout fixe la plaque d'immobilisation du dynamomètre avec les pieds et serre les manches du tracteur avec les mains les bras sont tendus, le dos plat réalise un angle d'environ 100 degrés avec les membres inférieurs. La longueur des accessoires est alors ajustée.

Après une inspiration profonde, le sujet se redresse sans interruption avec sa force maximale aucun temps d'arrêt n'est autorisé. Trois essais seront accordés avec une phase de récupération d'environ une minute. Il faut noter à moins de 100 kg le sujet est classé faible et à plus de 220 kg fort.

La position de départ doit être standardisée, même pour les articulations non testées directement. Pour réduire la variabilité inter-individus, les instructions et encouragement fournis au sportif seront uniformisés. Celui-ci est informé de contracter ses muscles aussi fort que possible.

III.2.2.3. VITESSE SUR 30 M

-But du test

L'épreuve de 30m est retenue pour évaluer cette qualité. Il a pour but d'apprécier la rapidité du sujet.

- matériel

Pour la réalisation du test il faut : un chronomètre, une piste terrain de basket (marque chronomètre : AQUALITE)

- Protocole

Sur une surface dure du terrain de basket le sujet couvre une distance le plus rapidement possible. Il doit parcourir la largeur du terrain de basket en aller et retour, départ ligne de touche courir se bloquer à la ligne de touche opposé et revenir le plus rapidement possible. Le test est déclenché par un signal visuel qui est la main qu'on abaisse pour donner le départ.

III.2.2.4. VITESSE SUR 60M

- But du test

L'épreuve de 60m est retenue pour évaluer cette qualité. Il a pour but d'apprécier la rapidité du sujet.

- Matériel

Pour la réalisation du test il faut un chronomètre, une piste (terrain de basket) et un signal visuel.

- Protocole

Il est déclenché par le signal visuel, et le sujet doit parcourir quatre fois la largeur du terrain de basket le plus rapidement possible.

IV. PROCEDES

Mesure des grandeurs cardiaques et motrices au repos et après échauffement. Mesure de la fréquence cardiaque, de température centrale et de la pression artérielle au repos et après chaque partie de l'échauffement qui sont : L'échauffement après course, articulo- musculaire et l'étirement. Après ces mesures commencer les tests avant échauffement flexibilité, serrage avec les doigts, extension dorsale, vitesse. C'est simplement qu'on commence l'échauffement qui est divisé en trois parties :

Première phase la course

- But

Augmenter le rythme cardiaque, respiratoire, et la température du corps

- mises en œuvres

Les sujets vont effectuer 15 minutes de course autour du terrain de basket allure modérée.

Après les 15 minutes de course mesure au labo de la fréquence cardiaque, de la température centrale et de la pression artérielle.

Deuxième phase : l'échauffement articulaire

- But

Eviter les entorses, luxation (blessures) augmenter l'amplitude des articulations et leurs degrés de mobilité, augmenter le degré de liberté de l'articulation.

- Mise en œuvre

Echauffement des articulations concernées par les tests en leur imprimant un mouvement de rotation ceci est valable pour toutes les articulations sauf pour les genoux et les coudes, car l'articulation ne permet pas ce type de mouvement par conséquent pour ces articulations faire respectivement flexions extensions et talons aux fesses pour les genoux.

Noter que c'est dans cette partie de l'échauffement que vont se faire quelques mouvements spécifiques d'échauffement pour la vitesse : les sujets vont effectuer

- 3 répétitions de talons aux fesses moitié terrain de basket
- 3 répétitions élévations des genoux moitié terrain de basket
- 3 répétitions d'intérieure extérieure moitié terrain de basket
- 3 répétitions foulées tractées moitié terrain de basket
- 2 répétitions bondissements moitié terrain de basket

- Et trois répétitions d'accélération sur moitié terrain et déroulé jusqu'à la ligne de fond. Les trois répétitions seront faites à 50%, 75%, et 100%. Ensuite les sujets vont se diriger vers le laboratoire pour remesurer les paramètres.

Troisième phase : étirement musculaire

- But

Eviter les déchirures, les courbatures, les claquages musculaires, augmenter par la même occasion l'élasticité des muscles et leur souplesse.

- Mise en oeuvre

Etirer les muscles qui ont été sollicités, maintenir la même tension 10 à 15 secondes.

Après cette phase, on reprend les mesures de la fréquence cardiaque, de la température centrale, et de la pression artérielle et c'est simplement après ces mesures que l'on reprend les différents tests de : Flexibilité, serrage avec la main, extension dorsale, et de vitesse. Un échauffement standard a été préparé et tous les sujets ont fait le même échauffement.

IV.1. Présentation Du Modèle D'échauffement

Echauffement Générale

Première partie : la course

Durée : 15 minutes

Deuxième partie : échauffement articulo -musculaire

Durée : 10 minutes

NOMS DES ARTICULATIONS	EXERCICES PROPOSES (description)
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Articulation du poignet, radius, cubitus avec extrémité proximale des carpes. ❖ Articulation des doigts (carpe, métacarpe, phalanges) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mouvement rotation du poignet bras Tendu parallèle aux sols dans les deux sens. ▪ Mouvement latéral intérieur vers l'axe du corps et extérieur en dehors de l'axe ▪ Ensuite mouvement du bas vers le haut bras toujours tendus parallèles au sol (mouvement casser le poignet) ▪ Position supination faire mouvement de serrer une balle posée sur la main et de relâcher (8 a 10 répétitions)
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Articulation Ilio-fémorale (ceinture pelvienne) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mouvement de rotation du tronc dans les deux sens ▪ Mouvement de flexion du tronc sur les jambes ▪ Mouvement de torsion vers la gauche puis vers la droite ▪ Mouvement de flexion jambe sur tronc (ouverture, fermeture) ▪ 8 répétitions abdos et dorsaux à la machine 25 % charge maximale <p>machine utilisée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Back Extension, Abdominal
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Articulation du fémur avec le genoux, le tibia et le péroné ❖ Articulation coxo-fémorale ❖ Articulation du tibia, péroné avec l'extrémité des tarses 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 3 Répétitions talons aux fesses ▪ 3 répétitions élévations des genoux ▪ 3 répétitions intérieures extérieures ▪ 3 répétitions foulées tractées ▪ 2 répétitions bondissements ▪ 3 répétitions d'accélération à 50%, 75%, 100% <p>Distance moitié du terrain de basket, trotter jusqu'au bout marcher pour revenir, après chaque répétition</p>

Troisième partie : Etirement Musculaire (5 minutes)

NOMS DES MUSCLES	EXERCICES PROPOSES (description)
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Muscles de l'avant bras (long supinateur) ❖ Muscles fléchisseurs superficiels des doigts ❖ Muscles longs fléchisseurs du pouce 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Position pronation bras parallèle au sol tirer sur le bout des doigts vers le corps ▪ Position supination bras parallèle au sol tirer sur le bout des doigts vers le corps
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Deltoïde, triceps et les muscles de l'avant bras ❖ Muscle oblique externe et interne ❖ Infra épineux, grand dorsal et grand rond 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mains jointes, tirer vers le haut puis vers la droite et ensuite vers la gauche Mains jointes, tirer vers l'avant on repousse le mur Pieds joints mains croisées en arrière on tire vers l'avant bras tendu, jambes tendues et jointes flexion du tronc sur les jambes
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Muscles du quadriceps(vaste médial, vaste intermédiaire, vaste latéral, droit fémoral ❖ Fascia thoraco- lombaire ❖ Articulation coxo fémorale ❖ Muscles sacro-épineux ❖ Muscle grand abducteur ❖ Biceps fémoral ❖ Soléaire ❖ Court et long abducteur ❖ Muscle gracile ❖ Grand dorsale, oblique 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jambes légèrement écartées, mains sur l'arrière de la cuisse on descend progressivement regarder en arrière ▪ Dans la même position, jambes écartées descendre a droite puis a gauche pour étirer les muscles abducteurs ▪ Position sur une jambe tirer sur le bout de l'autre jambe, talons sur la fesse pour étirer le quadriceps(ceci pour les deux jambes) ▪ Position sur une jambe cuisse contre poitrine, la jambe au sol reste tendue ▪ Position de passage de haie faire cinq répétitions pour chaque jambe ▪ Assis jambes légèrement écartées écrasement facial ▪ Assis pieds joints front contre genoux

CONSIGNES : Tenir au moins 10 a 15 secondes pour chaque mouvement

Remarque : les tests sont faits avant échauffement c'est a dire au repos et après avoir fait entièrement les trois phases de l'échauffement.

Troisième Partie : Présentation des Résultats

TROISIEME PARTIE : PRESENTATION DES RESULTATS

Tableau 1

Sujets	% Masse Grasse	Masse Grasse (kg)	Masse Maigre (kg)	Taille	Poids
1	7,275	10,858	56,141	1,69	67
2	7,224	9,632	65,368	1,86	75
3	4,427	6,415	62,584	1,71	69
4	6,059	8,533	62,466	1,87	71
5	7,481	10,687	59,312	1,88	70
6	5,856	8,611	59,388	1,71	68
7	5,567	8,698	55,301	1,74	64
8	4,658	6,049	70,95	1,81	77
9	4,941	7,486	58,513	1,72	66
10	5,909	9,53	52,469	1,71	62
11	5,727	7,535	68,464	1,79	76
12	8,099	10,798	64,201	1,84	75
13	4,8	6,153	71,846	1,78	78
14	7,251	10,508	58,491	1,74	69
15	4,744	8,04	50,959	1,74	59
16	4,13	6,661	55,338	1,74	62
17	4,485	7,007	56,992	1,77	64
18	9,112	13,6	53,4	1,72	67
19	9,308	14,103	51,896	1,77	66
20	8,992	12,488	59,511	1,85	72
21	8,75	12,5	57,5	1,87	70
22	6,464	9,104	61,895	1,81	71
23	4,457	6,367	63,632	1,82	70
24	6,877	9,293	64,706	1,94	74
25	8,77	13,703	50,296	1,84	64
26	8,143	11,632	58,367	1,74	70
27	6,34	9,753	55,246	1,89	65
28	7,018	8,558	73,441	1,9	82
29	7,412	11,403	53,596	1,71	65
30	3,516	5,493	58,506	1,74	64
31	2,463	4,398	51,601	1,7	56
Moyenne	7,31	10,16	58,71	2,70	67,90
Ecartype	1,61	2,38	6,26	0,07	5,38

Tableau Récapitulatif des Masses grasses et maigres (garçons)

Tableau
2

<i>Variables fréquences cardiaques</i>				
<i>Sujets</i>	<i>Repos</i>	<i>Echauffement après course</i>	<i>Echauffement Art.musc.</i>	<i>Etirement musculaire</i>
1	63	94	90	79
2	71	86	89	75
3	52	65	52	51
4	56	97	87	76
5	52	79	79	60
6	72	105	96	73
7	64	81	80	75
8	55	91	91	62
9	67	112	84	58
10	76	102	90	56
11	50	106	101	71
12	79	102	91	77
13	89	99	114	101
14	67	72	106	71
15	58	96	118	64
16	59	103	102	92
17	64	97	91	61
18	40	55	42	41
19	67	93	90	84
20	51	82	90	48
21	60	101	92	73
22	58	61	60	59
23	65	91	96	85
24	61	92	89	87
25	65	84	82	75
26	71	103	98	81
27	60	91	90	67
28	64	82	66	65
29	79	109	103	74
30	61	74	88	73
31	53	60	71	37
Moyenne	62,87	89,19	87,68	69,39
Ecartype	10,02	15,11	16,28	14,26

Variation de la Fréquence Cardiaque

Tableau
3

Variable température centrale				
Sujets	Repos	Echauffement après course	Echauffement Art.musc.	Etirement musculaire
1	37,6	38,6	38,8	38,6
2	37,4	38	38,3	38
3	37,5	38,3	38,4	38,1
4	37	37,8	37,5	37,5
5	37,1	37,7	37,9	37,9
6	37,2	38,5	38,1	38,1
7	37,5	38	38,2	38
8	37,3	38,8	38,4	38,5
9	36,7	38,2	38,6	37,7
10	37,2	38,5	38,8	38,4
11	37	37,8	38,2	37,9
12	37,3	38	38,5	37,9
13	37,3	38	38,1	38
14	37,4	38	38,5	38
15	37,6	38,4	38	37,6
16	37,5	38,4	38,1	37,9
17	37,3	37,8	37,9	38,1
18	36,3	37,7	37,9	37,5
19	36,9	37,8	38	37,9
20	37,3	37,9	37,8	37,3
21	36,6	37,1	37,9	37,7
22	37,5	38,1	38,2	38,3
23	37,5	38,2	38,1	38
24	37,4	38,2	38,2	38,2
25	37,2	38	38,4	38,2
26	37,8	38,6	38,7	38,5
27	37,7	37,9	38,2	38,1
28	37,6	38,5	38,8	39
29	37,4	38,8	38,9	38,6
30	37,1	38,2	38,3	38,1
31	37,3	38	38,2	38
moyenne	37,27	38,12	38,25	38,05
ecartype	0,33	0,37	0,33	0,36

Variation de la température centrale

Tableau
4

VARIABLE PRESSION ARTERIELLE								
Sujets	Repos		Ech après course		Ech-art-musc		Etirement Musc	
	PAS	PAD	PAS	PAD	PAS	PAD	PAS	PAD
1	12	7	14	7	14	7	13	7
2	14	7	14	7	14	8	12	6
3	11	6	11	7	14	8	11	7
4	11	6	13	7	13	7	11	6
5	11	7	12	6	12	6	11	6
6	11	7	16	8	14	7	13	8
7	12	7	15	9	14	7	13	7
8	14	6	14	8	15	7	14	9
9	13	7	16	8	13	7	11	7
10	13	8	15	9	14	8	11	7
11	11	7	15	8	13	8	11	7
12	12	7	13	8	13	8	11	7
13	14	8	14	8	13	8	13	8
14	11	6	14	8	11	7	10	7
15	13	8	16	8	13	9	12	7
16	11	6	15	7	13	8	11	6
17	11	7	12	8	13	8	11	7
18	10	7	15	7	11	6	12	7
19	12	7	14	7	12	7	12	7
20	11	6	14	7	13	7	10	4
21	14	7	13	8	12	7	11	5
22	11	6	11	6	12	6	12	7
23	13	7	13	8	15	7	12	8
24	12	6	14	7	11	8	11	7
25	12	7	12	7	12	8	11	7
26	13	7	14	7	15	8	13	7
27	11	7	12	7	13	7	12	7
28	12	6	12	7	13	7	12	7
29	12	7	14	7	12	7	11	6
30	10	5	13	7	12	6	10	6
31	11	6	16	7	14	8	13	7
Moyenne	11,90	6,71	13,74	7,42	13,00	7,32	11,65	6,81
Ecartype	1,16	0,69	1,44	0,72	1,13	0,75	1,02	0,91

Variation de la pression artérielle

Tableau
5

Variables flexibilité		
Sujets	Avant échauffement	Après échauffement
1	5,23	8,33
2	12	13,33
3	18,5	24,66
4	10,83	13
5	4,66	12,66
6	17	18,03
7	10,23	12
8	17,13	17,83
9	14,3	16
10	17,66	19,33
11	19,73	19,33
12	12,83	13,83
13	12,16	14,16
14	18,33	17,83
15	17	17,5
16	6,9	8,4
17	15	20,16
18	12,5	12,43
19	13,4	16,63
20	11,83	11,4
21	8,13	9
22	13,26	18,66
23	10,66	12
24	16,66	16,33
25	3,33	4
26	8,73	9,66
27	10,5	13
28	7,16	12,33
29	17	18,5
30	8,33	12,5
31	6,83	8,5
Moyenne	12,19	14,24
Ecartype	4,52	4,42

Variation de la flexibilité

Tableau
6

Variables force de serrage avec la main		
Sujets	Avant échauffement	Après échauffement
1	39,5	40,66
2	38,66	41
3	40,33	50,66
4	51	51,33
5	45,66	48,66
6	40,66	49,33
7	30,83	35,33
8	36	43,33
9	46,33	51,33
10	40,33	40,66
11	51	52,66
12	49,5	50,16
13	47	56,66
14	52	51,33
15	45	46,33
16	36,16	41,66
17	33,5	43,66
18	42	45,5
19	42,66	44,83
20	48	54,66
21	53,66	58,66
22	44	44,33
23	32	34,66
24	47,83	47,66
25	32	32
26	45,66	44,33
27	40,66	40
28	53,33	60,5
29	32,14	49
30	40	47,33
31	36,66	36,5
Moyenne	42,39	46,28
Ecartype	6,72	6,93

Variation de la force serrage avec la main

Tableau
7

VARIABLE FORCE D'EXTENSION DORSALE		
Sujets	Avant échauffement	Après échauffement
1	130,66	129,66
2	135	162,33
3	128	135
4	114	135
5	130,33	148,33
6	122,33	136
7	119	133,66
8	125,33	136
9	151,33	192,66
10	164,33	160
11	157,66	172,33
12	161,33	185,33
13	181,66	182
14	152,66	164
15	126,66	137,33
16	111	128,66
17	115,33	146,33
18	128,66	135,66
19	142	146
20	156	176,66
21	115,66	121
22	137	146,66
23	113	128
24	199,33	202,33
25	119,66	150,33
26	143,33	151
27	142,66	182,33
28	150	214,33
29	131,33	150,66
30	114,66	131,66
31	114,33	121,66
Moyenne	136,59	153,00
Ecartype	21,44	24,66

Variable de la force d'extension dorsale

Tableau 8

Sujets	Variable vitesse			
	Avant échauffement		Après échauffement	
	30m(secondes)	60m(secondes)	30m(secondes)	60m(secondes)
1	5,53	12,2	5,28	11,89
2	5,65	12,15	5,25	12
3	5,48	12,38	5,45	12,19
4	5,81	12,29	5,42	11,5
5	5,91	12,93	5,78	12,85
6	5,86	12,45	5,58	12,14
7	6,01	11,37	5,57	11
8	6,16	12,97	5,85	13,19
9	5,56	12,18	5,72	11,89
10	5,62	12,94	5,63	12,88
11	5,65	11,63	5,32	11,47
12	5,66	12,25	5,25	11,94
13	6,57	13,17	5,62	12,37
14	6,25	13,68	5,69	12,35
15	5,53	11,53	5,22	11,34
16	6,34	12,89	6,2	12,28
17	5,62	11,96	5,51	11,88
18	6,14	12,51	5,25	11,31
19	5,79	12,55	5,7	10,43
20	6,37	13,33	5,34	12,28
21	5,75	12,19	5,6	12
22	5,67	11,85	5,24	11,48
23	5,54	11,72	5,28	11,68
24	5,57	12,28	5,38	12,28
25	5,59	11,97	5,34	11,72
26	6,3	13	5,92	12,38
27	5,85	13,5	5,47	12,5
28	6,62	11,96	5,05	12,32
29	5,4	12,4	5,1	11,84
30	5,56	12,06	5,35	12
31	5,71	11,79	5,2	11,6
Moyenne	5,84	12,39	5,47	11,97
Ecartype	0,34	0,59	0,26	0,56

Variation de la vitesse sur 30 M - 60 M

Remarque : Nous avons utilisé le test de STUDENT pour interpréter et discuter les tableaux ci dessus.

Quatrième Partie : Interprétation et Discussion

QUATRIEME PARTIE : INTERPRETATION ET DISCUSSION

L'analyse du tableau N°1 des données récapitulatives des masses grasses et maigres nous montre que le pourcentage de graisse de l'échantillon varie d'une valeur minimale de 2,46% à une valeur maximale de 9,308% avec une moyenne de 7,30% variant $\pm 1,66$. Ces valeurs montrent que nos sujets présentent une masse de graisse appréciable pour la pratique sportive. Ceci s'explique par le fait qu'ils présentent tous (100% des sujets), un pourcentage de graisse inférieur à celui de l'homme de référence qui est de 12% (ARDLE ET KATCH 1985) ; de plus l'interrogation du vécu sportif de nos sujets nous a montré qu'ils pratiquent de manière intense et fréquente l'activité physique et sportive à l'INSEPS en dehors des heures de cours. Ces résultats s'expliquent par le fait que 95% des sujets sont en première et deuxième contre 5% en troisième année. Quant à l'analyse de la masse maigre, nous voyons que les valeurs varient d'une valeur minimale de 51,60 kg à une valeur maximale de 73,44 avec une moyenne de 58,71kg variant $\pm 6,26$. Ce qui nous amène à dire que cette masse maigre de nos sujets représente l'essentielle de leur poids corporel avec un poids maximal de 82kg et minimal de 56 kg correspondant aux valeurs maximales et minimales de nos sujets. Donc si nous prenons en compte l'analyse de la masse grasse et de la masse maigre de nos sujets nous pouvons dire dans une large mesure que ce sont des sujets qui ont un certain niveau d'entraînement d'après leur composition corporelle. On peut souligner que le pourcentage de graisse n'est pas fonction de la taille et du poids car on constate que des sujets de courte taille ont un pourcentage de graisse inférieure à celui de certains sujets de grande taille et vice versa exemple : le sujet n°30 à un pourcentage de graisse inférieur à celui du sujet n°28, qui lui à un % graisse inférieur à celui du sujet 26. La taille et le poids respectif de ces sujets sont : 1,74m, 64kg ; 1,90m, 82kg ; 1,74m, 70kg.

L'analyse des données relatives au tableau N°2 des variations de la fréquence cardiaque (F C) montre qu'au repos la fréquence varie d'un minimal de 40 bat / mn à un maximal de 89 bat/mn avec une moyenne de 62,87bat/mn variant ± 10.02 entre les sujets.Cet écart peut trouver son explication sur l'émotivité des sujets qui peut influencer les valeurs de la FC lors des mesures,de même l'adaptation cardio-vasculaire diffère également d'un sujet à un autre car les charges d'entraînement ne sont pas les mêmes.

Après une course de 15 minutes d'échauffement la FC de nos sujets passe a une valeur maximale de 112bat/mn et une valeur minimale de 55 bat/mn avec une moyenne de 89,19bat/mn $\pm 15,11$ l'écart entre les sujets montre une différence d'adaptation cardio-vasculaire.

D'après le test de STUDENT entre la fréquence de repos et FC après course on note une valeur de $P= 1,715 E^{-12}$ inférieure à 0,05 ce qui veut dire que la différence entre les deux états est significative, ceci peut s'expliquer par le fait que lors de l'échauffement le cœur pompe plus de sang, tout le volume sanguin est mobilisé pour irriguer les muscles qui travaillent, vasodilatation des capillaires. Le cœur pompe plus de sang pour subvenir aux besoins musculaires. On peut noter 10 secondes avant l'échauffement une sécrétion d'adrénaline qui est une hormone activant le système cardio-vasculaire (STAUZENBERG 1978,165) . Après la course les valeurs de la FC n'atteignent pas 120bat/mn ceci peut s'expliquer par le niveau d'entraînement des sujets,15 minutes de course a allure modérée sont insuffisantes pour élever leur FC a 120 bat/mN .Il faut noter l'existence chez ces sujets des enchaînements réflexes conditionnés qui règlent la FC selon le niveau nécessaire pour l'effort .Ce qui diminue la phase de sécrétion avant départ qui est peu économique (JURGEN WEINECK). Après 10 minutes d'échauffement articulo-musculaire les valeurs évoluent entre 42 et 118 bat /mN pour une moyenne de 87,68bat/mN $\pm 16,27$.On peut constater d'après le test de STUDENT $P=0,49$ supérieur à 0,05 veut dire que la

différence entre l'échauffement après course et articulo-musculaire n'est pas significative .Ceci peut être dû au fait que dans l'échauffement articulo-musculaire nous avons des mouvements dynamiques ,les muscles sollicités par la course ont besoin d'être approvisionnés en oxygène et en nutriments alors, le cœur continue à pomper plus de sang et atteint une FC supérieur bat/mn .Il faut noter que 2/31 des sujets ont la même FC entre l'échauffement après course et articulo-musculaire , 6/31 ont observé une hausse de la fréquence et une majorité de 23/31 qui on enregistré une baisse. Ce qui fait passer la moyenne totale de la FC du sujet de 89,19bat/mn à 87,68bat/mn, ces élévations de la FC peuvent s'expliquer par les séries d'accélération effectuées par les sujets dans l'échauffement articulo-musculaire , les accélérations et la mauvaise récupération entre les séries peuvent être à l'origine de l'augmentation de la fréquence . Au cours de l'étirement musculaire la FC varie entre un minimal de 41bat/mn et un maximal de 101bat/mN avec une moyenne de 69,39bat/mN \pm 14,26 .Ces valeurs sont inférieures aux valeurs de l'échauffement après course et articulo-musculaire .Le test de STUDENT donne des valeurs respectives de $P=9 E-9$ qui est inférieur à 0,05 et $P=1,97 E-8$; les différences sont significatives. Ceci est causé par le fait que dans l'étirement 90% des mouvements sont statiques. Cependant la FC après étirement reste supérieure aux valeurs de la FC repos. D'après le test de STUDENT $P=0,0039$ qui est inférieure à 0,05 la différence est significative .La remarque que nous pouvons faire de cette étude c'est que nous sommes en présence de sujets bien entraînés .C'est pour cette raison que nous pouvons noter que ces sujets ont déjà au repos une moyenne de la FC inférieure à 70bat/mn . Elle est de 62,87bat/mn. Ce qui nous amène à dire que les 15 minutes de course sont insuffisantes pour amener la FC à 120bat/mn .Il faudrait par conséquent augmenter le temps de course ou l'intensité .Il faut noter également que le temps de faire une prise le sujet a déjà commencé à récupérer, et même quelques fois nous sommes confrontés à des problèmes au niveau de l'instrument qui fait des erreurs de prise , nous sommes obligés de

reprendre les mesures dans ce cas . Ces paramètres justifient les valeurs de la FC mesurée qui est inférieure à 120bat/mN.

L'analyse des données du tableau N°3 nous montre qu'au repos nous avons une température minimale de $36,3^{\circ}$ et maximale de $37,8^{\circ}$ avec une valeur moyenne de $37,27^{\circ} \pm 0,33$ au repos .Après 15 minutes de course nous notons une augmentation de la température centrale qui passe à un minimal de $37,1^{\circ}$ et un maximal de $38,8^{\circ}$ soit une moyenne de $38,12^{\circ} \pm 0,37$.D'après le test de STUDENT entre le repos et l'échauffement après course nous avons une valeur de $P=3,86 \text{ E-}15$ inférieure à 0,05 donc la différence entre ces deux phases est significative, soit un écart de 1°C entre les moyennes ce qui veut dire après les 15 minutes de course la température a atteint son optimum .Car une élévation de 1°C de la température correspond à une activation du métabolisme de 13% (LULLIES 1973,372) .Ce test appliqué entre l'état de repos et l'échauffement articulo-musculaire est toujours significatif soit une valeur de $P=2,39 \text{ E-}15$ avec un minimal de $37,5^{\circ}$ un maximal de $38,9^{\circ}$ ayant comme moyenne $38,25^{\circ} \pm 0,33$. Nous avons une légère différence entre l'échauffement après course et l'échauffement articulo-musculaire qui est légèrement supérieur mais le test de STUDENT appliqué à ces deux parties de l'échauffement donne une valeur de $P=0,0147$ qui est supérieure à 0,05 donc la différence n'est pas significative ,ce qui nous permet de dire que la température est conservée entre ces deux parties de l'échauffements . Ceci peut être dû aux exercices dynamiques effectués dans l'échauffement articulo-musculaire .Le test de STUDENT appliqué entre l'échauffement après course et l'étirement musculaire donne une valeur de $P=0,203$ qui est supérieure à 0,05 donc la différence n'est pas significative. Ce qui nous permet de dire que entre ces trois phases de l'échauffement la température optimale est conservée car le test de STUDENT entre le repos et l'étirement musculaire est significatif. Soit une valeur de $P=8,20 \text{ E-}14$

inférieure à 0,05 .Mais il est encore significatif entre l'échauffement articulo-musculaire et l'étirement soit une valeur de $P = 4,48 \text{ E-}05$ inférieure à 0,05. Nous allons essayé de retracer l'évolution de la température de nos sujets en fonction de la moyenne :au repos la température est de $37,27^\circ$, la course va augmenter la température à $38,12^\circ$. Cette évolution sera maintenue sous l'effet d'exercices dynamiques à l'échauffement articulo-musculaire soit une valeur $38,25^\circ$, qui entame une décroissance à l'étirement jusqu'à $38,5^\circ$ qui est une valeur optimale .Il faut noter que cette chaleur dans le corps provient de la course d'échauffement ,qui fait travailler les groupes musculaires et provoque un fort accroissement du dégagement de chaleur au niveau des muscles .D'après STOBOY (1972,31) une petite course de 15 à 20 minutes élève la température du corps environ jusqu'à $38,5^\circ\text{c}$.Cette élévation jusqu'à une valeur optimale joue un rôle décisif pour tous les paramètres de performance de l'organisme .Nous pouvons conclure en disant que la course augmente la température dans les muscles et dans l'organisme .

L'analyse du tableau N°4 de la variation de pression artérielle montre qu'au repos les valeurs de la pression artérielle systolique (PAS) évoluent entre un minimal de 100mmhg et un maximal de 140mmhg avec une moyenne de 110,90mmhg soit un écart de $\pm 1,16$ entre les sujets. Après une course de 15 minutes nous constatons une augmentation de ces valeurs le minimal devient 110mmhg et le maximal 160mmhg avec une moyenne de 130,74mmhg et un écart de $\pm 1,44$.D'après le test de STUDENT $P= 1 \text{ E-}06$ qui est inférieur à 0,05 ce qui implique que la différence entre ces deux états est significative. Nous pouvons lier l'augmentation de la pression à la course pendant laquelle le cœur pompe plus de sang entraînant une élévation de la FC , du débit sanguin et par conséquent de la PAS . Après l'échauffement articulo-musculaire la PAS varie de 110 à 150mmhg avec une moyenne de 130mmhg $\pm 1,13$ la PAS est en légère baisse par rapport à l'état de course $P= 0,0194$ qui est inférieure à 0,05 donc la

différence est significative. Ceci s'explique par le fait qu'il n'existe pas de temps d'arrêt pendant les 15 minutes de course hors dans l'échauffement articulo-musculaire va des intervalles de récupérations entre les séries .Après l'étirement on note que les valeurs de la PAS minimale et maximale sont les mêmes que celle de l'état de repos 100mmhg,140mmhg avec une moyenne de 110,65mmhg \pm 1,02 .D'après le test de STUDENT P= 0,244 qui est supérieure à 0,05 d'où la différence n'est pas significative entre ces deux états ; ceci peut trouver son explication par le fait qu'au cours de l'étirement la majorité des mouvements effectués sont statiques ce qui entraîne une baisse du débit sanguin et de la PAS.

L'analyse des données du tableau N°4 montre que les valeurs de pression artérielle diastolique (PAD) au repos évolue entre une valeur minimale de 50mmhg et maximale de 80mmhg avec une moyenne de 60,71mmhg \pm 0,69 ; L'écart n'est pas grand , les sujets ont pratiquement la même PAD .Dix sept (17) d'entre eux ont une valeur égale à 70mmhg ,10 ont une valeur de 60mmhg , 3 ont une valeur de 80mmhg et 1 seul a une valeur de 50mmhg .La PAD normale de repos est comprise entre 60 et 80mmhg ,nous pouvons dire que 97% des sujets ont une PAD normale contre 3% inférieure à la normale .Après course de 15 minutes nous remarquons une légère élévation de la PAD d'un minimal de 60mmhg à un maximal 90mmhg pour une moyenne de 70,42mmhg \pm 0,72 .Nous constatons que 9/31 des sujets sont restés à leur valeur de repos 70mmhg la course n'a pas augmenté leur PAD .D'après le test de STUDENT, entre la PAD de repos et après course nous avons une valeur de P=8,76 E-6 qui est une valeur inférieure à 0.05 donc la différence entre ces deux états est significative ceci s'explique par l'augmentation du débit sanguin et du volume diastolique .Après l'échauffement articulo-musculaire la PAD évolue entre un maximal de 90mmhg et un minimal de 70mmhg avec une moyenne de 70,32mmhg \pm 0,75 .D'après le test de STUDENT entre l'échauffement après course et articulo-

musculaire la valeur de $P = 0,521$ qui est supérieure à $0,05$ d'où la différence est significative donc il y a une PAD pratiquement égale entre ces deux états la PAD est peut être augmentée par les exercices dynamiques contenus dans l'échauffement articulo-musculaire. Après 5 minutes d'étirement notons que la PAD est retournée à la normale avec une moyenne de $60,81\text{mmhg}$ $0,91$ les exercices statiques lors de l'étirement peuvent être à l'origine de la baisse.

D'après le test de STUDENT entre le repos et l'étirement musculaire la valeur de $P = 0,598$ qui est supérieure à $0,05$ d'où la différence n'est pas significative. La baisse de la FC est causée par l'étirement composé d'exercices statiques influe sur le volume diastolique car le cœur ne pompe plus beaucoup de sang ; d'où on constate une baisse de la PAD vers l'état de repos.

L'analyse du tableau N°5 de la variable flexibilité nous permet de constater que la flexibilité évolue d'une valeur minimale de $3,33\text{cm}$ à un maximal de $19,73$ au repos avec une moyenne de $12,19\text{cm}$ $4,52$. Après un échauffement de 30 minutes les valeurs varient de 4 à $24,66\text{cm}$ avec une moyenne de $14,24$ $4,42$, avec 15% qui voit leur performance invariable ou diminuer et les 85% ont réalisé des performances meilleures que celles de l'état de repos. Si on applique le test de STUDENT à cette variable flexibilité avant échauffement et après échauffement on a une valeur de $P = 6,758 \text{E}-06$ qui est inférieure à $0,05$; ce qui nous permet de dire que la différence entre les deux états est significative (repos, échauffement). Ceci peut s'expliquer sur le plan physiologique par le fait que la course augmente la température qui, à son tour, diminue la viscosité musculaire. Le muscle devient relâché et devient plus élastique, la tension est diminuée. Ce qui a pour effet une meilleure coordination des mouvements au niveau articulaire, augmentation du liquide synovial meilleure lubrification des articulations, augmentation de l'amplitude articulaire et du degré de liberté des articulations (cf WEINECK 1990,478).

L'échauffement améliore ainsi la souplesse des sujets ce qui va influencer sur les résultats du test, et ceci bien que cet effet ne soit pas quantifié. Il souligne l'intérêt de l'échauffement lors de la réalisation des tests, cette souplesse est augmentée par l'étirement statique ou dynamique. Ainsi nous pouvons conclure que notre échauffement a un effet sur la souplesse d'où l'amélioration des résultats.

L'analyse des données relatives au tableau N°6 (performance de serrage avec la main effectuée par les sujets avant et après échauffement) présente des résultats allant d'un minimal de 30,80 à un maximal de 53,66 avec une moyenne de 42,39 ± 6,72. Après avoir effectué les 30 minutes d'échauffement les valeurs minimales et maximales sont respectivement 32 et 60,5 avec une moyenne de 46,28 et un écart de 6,93 entre les sujets. On peut constater que les performances sont à la hausse. Ceci est vérifié par le test de STUDENT, ce test appliqué aux paramètres « force de serrage » avec la main avant et après échauffement. On note une valeur de $P=1,83 \times 10^{-5}$. Cette valeur est inférieure à 0,05. Ce qui implique que la différence est significative entre les deux états. Ceci nous a permis de supposer que c'est l'échauffement qui est à la base de cette amélioration de la performance, car avec l'accession à la température optimale occasionnée par la course, les différents exercices préparatoires toutes les réactions physiologiques et musculaires qui déterminent la capacité de performance motrice interviennent avec le degré d'efficacité maximale (cf Israël 1977). Ce qui explique l'amélioration de la performance. Il faut souligner aussi qu'au cours de l'échauffement la tension au niveau du muscle est diminuée. On note une amélioration de l'élasticité et de la contractilité du muscle, une diminution des frottements internes de la musculature. L'ensemble de ces éléments permet au muscle d'atteindre sa performance maximale (cf Weineck 1990, 483). Si la performance réalisée est inférieure à 35 kg le sujet est classé faible et si cette performance est supérieure à 60 kg il est classé fort. On constate que dans notre population au repos on a 5 sujets classés faibles avec une valeur

minimale de 30,83 kg, et les 26 autres sujets sont classés moyens. Après l'échauffement on peut remarquer qu'il ne reste plus que 2 sujets qui ont une performance classée faible avec un minimum de 32 kg < 35 kg. Les 28 autres constituant l'essentiel de la population sont classés moyens et ont des valeurs comprise entre 35 et 60 kg. On a 1 seul sujet classé fort. Cette évolution de la population d'un état de performance classé faible à une performance moyenne à fort peut s'expliquer par les bienfaits de l'échauffement. Ce dernier permet de mobiliser le maximum de force pour réaliser des performances supérieures à l'état de repos.

L'analyse du tableau N° 7 variation de la force d'extension dorsale montre avant échauffement une performance minimale de 111 et maximale de 199,33 avec une moyenne de 136,59 ; 21, 44 ; On peut dire qu'il y a une grande variation au sein de l'échantillon car les forces maximales ne sont pas les mêmes. Ce qui est visible à travers la valeur de l'écart type. Après un échauffement de 30 minutes on note une amélioration de la performance car le minima passe à 121 et le maxima à 214,33 avec une moyenne de 153 24,66. Cela confirme l'hypothèse citée plus haut quant à la variation de la force des sujets. D'après les résultats obtenus on peut émettre l'hypothèse qu'il y a une amélioration des résultats. D'après le test de STUDENT entre la force d'extension dorsale au repos et après échauffement, on a $P=4,120 E-0,7 < 0,05$; donc on a une différence significative entre les deux états. D'où la vérification de l'hypothèse. L'explication physiologique est qu'à l'échauffement, l'élévation de la température provoque une diminution de la viscosité, améliore la contractilité, l'élasticité et diminue les risques de déchirures musculaires. Tout ceci favorise la possibilité de performance. Il est évident qu'un muscle préalablement mieux étiré et bien échauffé engendre une force et une vitesse de contraction plus grande, tous les groupes musculaires sont sollicités ce qui va permettre une utilisation complète de la force explosive (cf Weineck p 329). On

peut donc dire que cette amélioration de la performance est due à l'échauffement. De plus, au test du tracteur lombaire à moins 100 kg, le sujet est classé faible et à plus de 220 kg, il est classé fort (Technique d'évaluation physique des athlètes). On constate que dans notre échantillon 100% des sujets sont classés moyens et ont une performance comprise entre 111 et 220 kg. Mais après échauffement on constate que 2 sujets ont franchi la barre des 200 kg. Ils sont donc classés forts. On remarque aussi que la moyenne va passer d'une valeur de 136, 56 à une valeur de 153 kg. Ce qui vient consolider l'idée selon laquelle l'échauffement a un effet certain sur la force d'extension dorsale.

L'analyse des données du tableau N°8 variation de la vitesse sur 30 M et 60 M montre que les sujets ont réalisé au repos les valeurs minimales et maximales de 5,4 et 6,62 secondes avec une moyenne de 5,81 0,41. Après un échauffement de 30 minutes, on note une augmentation de la performance. La valeur minimale devient 5,01 et la valeur maximale 6,2 secondes soit une moyenne de 5,47 0,26. On note aussi que 94% de l'échantillon ont une meilleure performance contre 6%. On émet l'hypothèse que cette amélioration est peut être causée par l'échauffement. D'après le test de STUDENT appliqué aux paramètres vitesse sur 30M avant et après échauffement la valeur de $P=6,78 \text{ E-}05 < 0,05$; nous pouvons alors dire que la différence est significative. Les temps ont été améliorés. Physiologiquement ces performances peuvent s'expliquer par le fait que l'élévation de la température à l'échauffement entraîne une amélioration de la capacité des récepteurs sensitifs. Les effets se font sentir sur la coordination motrice par une augmentation de la précision d'exécution des mouvements sur les instructions du système nerveux central. Cette élévation de température causée par l'échauffement accroît le rendement de la vitesse du système nerveux et de la sensibilité des récepteurs proprioceptifs Ceci a des répercussions sur la vitesse d'exécution (sur la kinesthésie) qui a son importance dans la discrimination motrice (cf. Stuart Eldred 1963 ; Irving 1966,94 hollman et

Hettinger 1976 ,499) .Une élévation de la température du corps de 2°C augmente la vitesse de contraction musculaire de 20 % .

A l'analyse de la vitesse sur 60 M on a des valeurs qui évoluent d'un minimal de 11,37s a un maximal de 13,68 secondes avec une moyenne de 12,04 ± 2,10 .Après un échauffement de 30 minutes on note une évolution des performances qui passent à un minimal et a un maximal de 10,43 s et 13019 s avec une moyenne de 11,97 ± 0,56. On constate une légère amélioration de la performance 91% contre 9% qui ont une contre performance. D'après le test de Student la valeur de $P = 0,851 > 0,05$, la différence n'est pas significative ;On peut émettre l'hypothèse que l'échauffement n' a pas une grande influence sur la performance au 60 m. Ceci peut s'expliquer par le fait que sur les 60 m le sujets font 4 fois la distance avec une vitesse maximale .Ils sont soumis peut être à l'effet de fatigue ou à une mauvaise récupération. Ceci nous permet de dire que l'échauffement n'a une influence sur la performance que durant le démarrage de l'activité. ASTRAND et COLL 1980 rapportent que l'échauffement actif assure un gain' de temps de 0,5 à 0,6 seconde au 100m ce qui représente une amélioration de 3 à 4% par rapport aux résultats obtenus sans aucun échauffement ; pour la 400m un gain de 1,5 à 3 seconde c'est à dire une amélioration de 3 à 6 % . Ainsi le % d'amélioration est le même pour toutes les distances étudiées. L'étude du MUIDO '1946 sur les nageurs a donné de résultats comparables).

Conclusion

CONCLUSION

L'échauffement ou exercices préliminaires comprend des exercices qui implique l'ensemble de l'organisme, et qui sont exécutés avant un entraînement ou une compétition. Il prépare à un effort intense ou à une performance déterminée . Différentes formes d'échauffement et de combinaisons entre ces formes se sont révélées efficaces en fonction de la discipline et des caractéristiques individuelles. Cependant l'échauffement est négligée par les athlètes et par certains entraîneurs, ou le temps qu'on lui accorde est insuffisant.

C'est ainsi que nous avons essayé de voir à travers cette étude si l'activité qu'est l'échauffement influence la performance sportive. Notre étude a porté sur la population de l'INSEPS garçons de la première ,deuxième et troisième année soit un échantillon de 31 sujets. Cette étude consistait à mesurer certains paramètres biologiques que sont la fréquence cardiaque(FC), la température centrale (T°c) , la pression artérielle (P°A) et les qualités biomotrices de force maximale et de vitesse ,que nous avons tenté d'évaluer par les tests de flexibilité ,de serrage avec la main, d'extension dorsale et de vitesse avant échauffement c'est à dire au repos ,et après avoir effectué un échauffement de 30 minutes divisé en trois parties : Une course de 15 minutes qui vise à mobiliser le système cardio-circulaire et respiratoire, un échauffement articulo-musculaire de 10 minutes et un étirement musculaire qui vise à mobiliser le système articulaire et musculaire.

Les tests biomotrices sont repris. Il faut noter qu'à chaque partie de l'échauffement on mesure la F.C, la T°c et la P°A. L'analyse et l'interprétation des données recueillies montrent qu'on est en présence d'une population homogène bien entraînée d'après leur fréquence cardiaque de repos soit une moyenne de 62,85.

Nous avons utilisé le test de STUDENT pour l'interprétation des données entre les deux états avant et après échauffement. L'analyse de ces données montre une évolution des différents paramètres que sont la F.C, T°c et P°A après 15 minutes de course. Pendant les 10 minutes de l'échauffement articulo-musculaire ces paramètres sont maintenus à la hausse, et on peut constater à l'étirement une baisse de ces paramètres.

Nous avons noté une augmentation des performances pour le test et d'après le test de STUDENT les valeurs de P (probabilité) sont inférieures à 0,05 d'où les différences sont significatives. Nous pouvons dire que l'échauffement a un certain effet sur l'amélioration de la performance de l'échantillon utilisé.

Elle fait partie intégrante de la préparation en vue d'une haute performance sportive, car il contribue à une sélection fonctionnelle des paramètres physiologiques qui doivent être optimisés pour améliorer les qualités bio-motrices.

En contrepartie si l'utilité et l'efficacité ont été évaluées de façon variable, c'est souvent à cause du manque de statistique en la matière : des groupes de sujets hétérogènes, en nombre souvent insuffisants sont testés dans des conditions variables , ne permettant pas de tirer de conclusion sûre.

Ainsi on se propose de faire une étude plus généralisée sur l'effet de l'échauffement sur la population de l'INSEPS, de la première à la sixième année.

Bibliographie

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

1. *Astrand P.O Rodahl K.* (1980) : Précis de physiologie de l'activité musculaire Masson P.419
2. *Carplet, Camille, Carplet, pascal* : Physiologie et activité sportive .1^e édition :édition vigot septembre 1986 pp.283-365.
3. *dekkar, N.brikci, A.Hanifi, R* : Technique d'évaluation physiologique des athletes.1^e édition : édité par le comité olympique algérien ,1990. 261P
4. *Green ,D* : Auswirkungen des aufwarmens auf die leistung am beispiel des schwim mens leistungssport 2. (1972),410-415
5. *Hogbert, P.and Ljunggren O* : upp varmningens inverkarpa lonprestationerna, svensks idrow 40
6. *Hollman, W.T. Hettinge* : Spormedizin-Arbeits-und Trainings-Grundlagen, 2AufL.Schlatuer Stuttgart-New york1980
7. *Israel ,S* : das ewarmen als startvorbereitung.Medizin und Sport 17 (1977)PP386-391
8. *Karpovich P.V et Sinning Wayne E* : Physiologie de l'activité musculaire 7e édition 3eme tirage .Paris 6eme édition Vigot, collection sport et enseignement, 1982 .P.520
9. *Karpovich P.Vand sinning W, E.* (1983) : Physiologie de l'activité musculaire.Vigot .P56
10. *Katch,F.I et Ardle* 1985 Nutrition,masse corporelle et activité physique édition Vigot , Paris, 1985, PP.71-87

11. *Mcardle W.D, Katch V.* , (1987) : Physiologie de l'activité physique. PP.182-183 .
12. *Kuntoff, R.Z .Darwich* :Wie erwärmen wir uns vor dem Wettkampf ? Der Leichtathlet 46 (1975) .
13. *Lullies H.:* Erregung und Erregungsleitung : Nervenphysiologie. In : Kurzgefasstes Lehrbuch der Physiologie , 3,Aufl.Keidel,W.(Hrsg).Thieme Stuttgart 1973.
14. *Massey,B., W.Johnson, G.Kramer* : Effect of Warm-up exercise upon muscular performance using hypnosis to control the psychological variable. Resquart.32 (1961).PP63-71
15. *Monod, H.Flandrois R.* Physiologie du Sport Bases physiologiques des activités physiques et sportives. 4^{ème} édition revue et augmentée : édition Masson(M) collection Médecine du sport ,mars 2000. PP.32-134.
16. *Pettinger, J.* : Warm-up problems in determining its effects on competitive swimming performances .swimming techn.(1968),P.150.
17. *Pineau ,J.C ., Arabi H.*,Typologie morphologie en gymnastique rythmique et sportive, Cahier d'Anthropologie et biométrie humaine. 1996, vol.14,n°3-4 ,PP.525-536.
18. *Stoboy,H.* : Neuromuskuläre Funktion und Forperliche Leistung .In: Zentrale Themen der spotmedezin S. PP.16-42. Hollman, W. (Hrsg.).Springer verlag, berlin. Heidelberg. Newyork 1972.
19. *Stuart D. G. E. Eldred A. Hemingway , Y. Kawamura* : Neural regulation of the rhythm of shivering. In : Temperature ,vol. Part 3: Biology and medicine. Herzfeld C. M.(ed.) Reinhold Book corp. . ,New york 1963.

20. *Strauzenberg, S.E* : Umstellung und Anpassung des Kardiovaskulären systemes bei sportlicher Belastung . Medizin und sport 18(1978) .PP164-171).
21. *WEINECK, Jurgen*. Manuel d'entraînement : Physiologie de la performance sportive et son développement dans l'entraînement de l'enfant et de l'adolescent . 4ème édition révisée et augmentée. Paris : Vigot (collection sport + enseignement),1999. 577 P.
22. *Wolkov ,W.M.* : Ein Systemansatz zur Beierteilung der späten Phasen der Wiederherstellung . Leistungssport 6 (1976), PP.460-463 .

Annexes

TABLEAU RECAPITULATIF PLI CUTANE

Marge	Sujet	Age	Biceps	Triceps	Infrascapulaire	Susilliaque
	1	24	3,133	3,8	7,133	3,336
	2	25	3,06	4,266	6,2	3,833
	3	25	3	3,133	4,6	3,033
	4	23	2,8	3,56	6,2	3,2
	5	24	3,1	5,033	6,266	3,333
	6	24	3,066	3,333	6,466	2,633
	7	24	2,566	3,566	5,833	3,166
	8	25	2,3	3,266	5,133	3,333
	9	24	2,6	3,266	5,366	3,133
	10	23	2,633	4,1	6	2,833
	11	24	3,166	3,6	6,166	2,4
	12	24	3,1	5,133	6,866	3,566
	13	24	2,566	3,3	5,2	3,133
	14	24	3,266	4,166	7,666	2,3
	15	25	2,6	3,2	5,233	3,1
	16	26	2,333	3,566	5,166	2,366
	17	24	3	3,233	5,233	2,366
	18	24	3,133	5,366	7,6	4,2
	19	25	3,166	5,606	7,633	4,233
	20	26	3,266	4,666	8,066	4,1
	21	25	3,2	4,6	7,1	4,8
	22	26	3,266	3,633	6,266	3,133
	23	22	2,8	3,3	5,1	2,6
	24	24	2,3	4,1	6,166	3,4
	25	25	3,033	6,233	6,166	4,3
	26	25	3,233	4,166	7,3	4,033
	27	24	2,833	4,866	6,1	2,233
	28	25	3,266	5,133	6,3	2,333
	29	24	3,566	4,866	6,166	3,033
	30	25	2,366	3,233	4,566	2,6
	31	26	2,2	3,166	4,166	2,166
Moyenne	16	24,45	2,90	4,08	6,11	3,17
Ecartype	9,09	0,93	0,36	0,86	0,99	0,70

Tableau de quelques variables anthropométriques.

Sujets	Agés	Poids	Tailles
1	24	67	1,69
2	25	75	1,86
3	25	69	1,71
4	23	71	1,87
5	24	70	1,88
6	24	68	1,71
7	24	64	1,74
8	25	77	1,81
9	24	66	1,72
10	23	62	1,71
11	24	76	1,79
12	24	75	1,84
13	24	78	1,78
14	24	69	1,74
15	25	59	1,74
16	26	62	1,74
17	24	64	1,77
18	24	67	1,72
19	25	66	1,77
20	26	72	1,85
21	25	70	1,87
22	26	71	1,81
23	22	70	1,82
24	24	74	1,94
25	25	64	1,84
26	25	70	1,74
27	24	65	1,89
28	25	82	1,9
29	24	65	1,71
30	25	64	1,74
31	26	56	1,7
Moyenne	24,45	68,65	1,79

Procédé de calcul des pourcentages de masses grasses

Sujets	$\sum 4$ plis	Log $\sum 4$ plis	a.log $\sum 4$ plis	a.log$\sum 4$ plis-b
1	17,432	1,2413	34,4784	7,275
2	17,359	1,2395	34,4277	7,224
3	13,766	1,1388	31,6303	4,427
4	15,760	1,1975	33,2621	6,059
5	17,732	1,2487	34,6842	7,481
6	15,498	1,1902	33,0599	5,856
7	15,131	1,1798	32,7708	5,567
8	14,032	1,1471	31,8612	4,658
9	14,365	1,1573	32,1441	4,941
10	15,566	1,1921	33,1127	5,909
11	15,332	1,1855	32,9300	5,727
12	18,665	1,2710	35,3028	8,099
13	14,199	1,1522	32,0039	4,800
14	17,398	1,2404	34,4548	7,251
15	14,133	1,1502	31,9477	4,744
16	13,433	1,1281	31,3332	4,130
17	13,832	1,1408	31,6880	4,485
18	20,299	1,3074	36,3151	9,112
19	20,632	1,3145	36,5113	9,308
20	20,098	1,3031	36,1950	8,992
21	19,700	1,2944	35,8537	8,750
22	16,298	1,2121	33,6670	6,464
23	13,8	1,1398	31,6601	4,455
24	16,866	1,2270	34,0802	6,877
25	19,732	1,2951	35,9733	8,770
26	18,732	1,2725	35,3460	8,143
27	16,132	1,2076	35,5435	6,340
28	17,065	1,2321	34,221	7,018
29	17,631	1,2462	34,6153	7,412
30	12,765	1,1060	30,7197	3,516
31	11,698	1,0681	29,6668	2,463

EVOLUTION DE LA TEMPÉRATURE, DE LA FRÉQUENCE CARDIAQUE,
DE LA PRESSION ARTÉRIELLE ET DES QUALITÉS BIO-MOTRICES DE
SOUPLESSES ET DE FORCE MAX
ET DE VITESSE AVANT ET APRÈS ÉCHAUFFEMENT

NOM :

PRENOMS :

SEXE :

Date de naissance :

Appartenance ethnique :

Age :

Poids :

Taille :

	BICEPS			TRICEPS			SOUS-SCAPILLAIRE			SUS-ILIAQUE		
Plies cutanés												

Température hygrométrique :

Température de la salle :

	Avant Echauffement		Après Echauffement		
			EG	EA-M	EM
Fréquence cardiaque					
Température centrale					
Pression artérielle					

Epreuve test	Avant Echauffement		Après Echauffement		
			EG	EA -M	EM
Test de flexibilité					
Test de serrage avec la main					
Test de force d'extension dorsale					
Test de vitesse	30m				
	60m				

Formes	Volume / Intensité	Déroulement
<ul style="list-style-type: none"> - Divers exercices variant les efforts de tous les muscles (synergiques et antagonistes) et exercices d'étirement - Exercices corporels généraux et spécifiques - Mélanger des éléments spécifiques et non spécifiques du geste sportif. 	<ul style="list-style-type: none"> -Dépend de l'état de l'entraînement -Dépend du type de sujet. <ul style="list-style-type: none"> - Type flegmatique = Intensif - Type nerveux = Intensité diminuée mais durée allongée. - Durée de l'échauffement (Optimal) <ul style="list-style-type: none"> - Compétition : 20 – 40 min. - Entraînement : 15 – 30 min. - Fin de la période d'échauffement : 5-10 min. avant le début de la compétition. - Durée de l'effet : 20 – 30 min. -Durant les interruptions de la compétition : échauffement passif ; pour la reprise, un programme actif raccourci. 	<ul style="list-style-type: none"> - Commencer par des exercices graduels de tout l'organisme - Enchaîner avec des exercices techniques spécifiques (tiré de la gym, de la course, du jeu.) - L'intensité s'accroît peu à peu -La partie fondamentale du programme doit être orientée en fonction des structures spécifiques du geste sportif.

Récapitulation des effets de l'échauffement avant l'entraînement et la compétitions (collectif d'auteur 1982, 75).

<i>Effets de l'échauffement</i>			
Réactions physiologiques	Effets moteurs	Effets psychiques	Réduction des risques de blessures
<p>Muscle : - Relâchement et élasticité</p> <ul style="list-style-type: none"> - Enlever la tension - Améliorer l'élasticité. <p>Tissus conjonctif et de soutien : - Amélioration de la circulation sanguine des tissus habituellement vascularisés</p> <ul style="list-style-type: none"> - Amélioration de l'élasticité et de la mobilité. <p>Système cardiovasculaire : - Augmentation de la fréquence du débit cardiaque</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mobilisation de toute la masse sanguine. - Vasodilatation des capillaires. - Suppressions des points morts. <p>Respiration : - Augmentation de la ventilation (fréquence respiratoire et amplitude)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ouverture des shunts artérioveineux. <p>Métabolisme : - Elevation de la température corporelle.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Meilleure disponibilité des sources d'énergie. - Amélioration de l'élimination des déchets 	<ul style="list-style-type: none"> - Exercer les coordinations de mouvements spécifiques. - Atteindre une capacité de réaction optimale. - Enlever la sensibilité des récepteurs. - Amplifier les stimuli nerveux qui sont faibles au départ. 	<ul style="list-style-type: none"> - Amener une disponibilité à la compétition en fonction du type nerveux. • Provoquer un état d'excitation optimale. • Concentration sur la tâche principale. 	<p><i>-Par une amélioration de l'élasticité des muscles, des tendons et des ligaments.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Par une amélioration de la mobilité.</i> - <i>Par une élévation de la disponibilité de la capacité de réaction.</i>
<i>Elévation de la performance/ élévation de la capacité à pouvoir supporter des charges de travaux</i>			