

République du Sénégal

Ministère de l'Éducation Nationale
Université Cheikh Anta Diop
(U.C.A.D)

Institut National Supérieur
d'Éducation Populaire
et du Sport (I.N.S.E.P.S)



**INFLUENCE DE LA TEMPERATURE AMBIANTE
SUR LA THERMOREGULATION LORS DE L'EXERCICE
MUSCULAIRE SOUS-MAXIMAL DE LONGUE DUREE**

**Mémoire de Maitrise
es-Sciences et Techniques des
Activités Physiques et Sportives
(S.T.A.P.S.)**

**Présenté et Soutenu par
JEAN DOMINIQUE OWENS SAGNA**

**Année académique
1995-1996**

**CO-DIRECTION
FALLOU CISSE, Professeur
ABDOULAYE SAMB, Assistant**

République du Sénégal

Ministère de l'Éducation Nationale
Université Cheikh Anta Diop
(U.C.A.D.)

Institut National Supérieur
d'Éducation Populaire
et du Sport (I.N.S.E.P.S.)



**INFLUENCE DE LA TEMPERATURE AMBIANTE
SUR LA THERMOREGULATION LORS DE L'EXERCICE
MUSCULAIRE SOUS-MAXIMAL DE LONGUE DUREE**

**Mémoire de Maîtrise
es-Sciences et Techniques des
Activités Physiques et Sportives
(S.T.A.P.S.)**

**Présenté et Soutenu par
JEAN DOMINIQUE OWENS SAGNA**



**Année académique
1995-1996**

**CO-DIRECTION
FALLOU CISSE, Professeur
ABDOULAYE SAMB, Assistant**

DEDICACES

Je dédie ce travail

*** A DIEU.**

Le Tout Puissant et son Prophète JESUS CHRIST qui nous ont permis d'être ce que nous sommes aujourd'hui.

*** A mon Père et à ma Mère**

Vous m'avez éduqué avec amour et inculqué l'honnêteté et le respect de l'autre. L'amour et le soutien dont vous avez fait preuve, ne m'ont jamais fait défaut. Soyez en remerciés par ce travail, témoignage de mon affection indéfectible à votre égard.

Que DIEU, Miséricordieux vous protège, vous garde encore longtemps parmi nous et nous accorde les moyens de vous rendre heureux. Amen.

*** A mes Frères et Soeurs**

Vous n'avez cessé de me soutenir et de m'encourager tout au long de mes études. Trouvez ici l'expression d'une reconnaissance infinie et d'une profonde affection.

*** A CELESTIN DIATTA et sa Famille**

Pour la sympathie, l'aide et les conseils que vous m'avez toujours apportés. Retrouvez ici l'expression de toute ma reconnaissance.

*** A mes Oncles et Tantes**

Pour leur conseil et leur soutien moral.

*** A mes cousins et cousines**

*** A mes neveux et nièces**

Toute ma reconnaissance et ma gratitude.

*** A mes amis de toujours Mady Keïta, Ely Sy, Falaye, Bruno Diabone, Boubacar Bodian, Matar, Cheikh Sarr, Oumar Ly, Edmond Amine, Joseph G. et Serge Sagna.....**

Pour les moments passés ensemble.

*** A tous mes copains et copines.**

*** A tous les étudiants, professeurs, administrateurs et personnels de l'I.N.S.E.P.S.**

*** A tous mes camarades de promotion pour les quatre années passées ensemble sur les bancs de l'Institut**

REMERCIEMENTS

Nous remercions :

- Le Professeur **Fallou CISSE**

Pour l'honneur et le grand plaisir que vous nous faites en acceptant de diriger ce travail malgré votre emploi de temps chargé

Sincère reconnaissance.

- Le Docteur **Abdoulaye SAMB**

Ce travail est aussi le vôtre.

Tout au long de son élaboration, nous avons eu à admirer vos vastes connaissances, votre courtoisie et votre infatigabilité.

Sincère reconnaissance en témoignage à des heures de repos sacrifiées pour diriger ce travail. (*mention spéciale*).

- Monsieur **Djibril Seck** pour ses conseils et son soutien moral.

- L'Administration de l'I.N.S.E.P.S. pour son apport matériel.

Nous remercions particulièrement :

- Les quinze (15) étudiants de l'I.N.S.E.P.S. qui ont été nos sujets à la réalisation des tests de cette étude. Encore merci pour votre disponibilité et votre compréhension.

- M. **Jules NDOYE** (Secrétaire de Direction) pour son doigté.

- Nous remercions tous ceux qui, de près ou de loin, ont oeuvré pour la réussite de ce travail.

SOMMAIRE

	<u>N° Pages</u>
A. Introduction	1
B. Matériel et Méthode ;	3
I. Population	4
II. Matériel	4
III. Méthodologie.	5
1. Précautions	5
2. Protocole	6
IV. Calculs statistiques	7
C. Résultats	8
I. Présentation et comparaison des résultats	9
1. Présentation des résultats	9
2. Comparaison des résultats	10
2.1. Comparaison des valeurs de repos	10
2.1.1. La température rectale	10
2.1.2. La température cutanée	11
2.1.3. La fréquence cardiaque	11
2.2. Comparaison des valeurs recueillies à l'exercice	11
2.2.1. La température rectale	11
2.2.2. La température cutanée	12
2.2.3. La puissance	12
2.2.4. La fréquence cardiaque	12
2.2.5. La pression artérielle systolique	13
2.3. Comparaison des augmentations	13
2.3.1. La pression artérielle systolique	13
D. Commentaire et Discussion	26
I. Influence de la température ambiante sur les valeurs de repos	27
1. La température rectale	27
2. La température cutanée	28
3. La fréquence cardiaque.	28
II. Influence de la température ambiante sur les différents paramètres au cours de l'exercice musculaire	29
1. La température rectale	29
2. La température cutanée	31

3. La puissance	32
4. La fréquence cardiaque	33
5. La pression artérielle	33
5.1. La pression artérielle systolique	33
5.2. La pression artérielle diastolique.	34
E. Résumé et Conclusion	35
Références bibliographiques	37-39

A. INTRODUCTION

La thermorégulation est un des systèmes d'homéostasie de l'organisme humain les plus efficaces. En effet, la température corporelle est maintenue dans des limites physiologiques dans toutes les circonstances de la vie, puisqu'on sait depuis longtemps, qu'il y a un rythme circadien de la température centrale (11).

Cette variation au cours du nyctémère est respectée lors de l'exposition permanente, naturelle, à des températures ambiantes élevées.

Toutefois, on a récemment montré, que la température rectale pouvait être légèrement augmentée en climat chaud, par rapport à ce qui est observé en climat tempéré (8). Cette température rectale augmente au cours de l'exercice musculaire dans des limites physiologiques du fait de l'intervention des mécanismes thermorégulateurs.

Par ailleurs, plusieurs études réalisées dans des conditions de confort thermique, ont déjà montré que pour des puissances élevées, nous notons une augmentation progressive de la température rectale sans aucune notion de stabilisation.

Notre but dans cette étude est de voir si la stabilisation ou non pourrait être due à la puissance de l'exercice ou au milieu ambiant dans lequel se déroule l'exercice ou les deux à la fois.

Nous verrons d'abord le matériel et la méthode, puis la présentation des résultats et la discussion pour enfin terminer par le résumé et la conclusion.

B. MATERIEL ET METHODE

I. POPULATION

Notre étude porte sur vingt sept (27) sujets répartis en deux groupes:

- Le 1^{er} groupe est composé de douze (12) militaires volontaires, sélectionnés à la compagnie du camp FODE BA dans le département de Kédougou au Sénégal Oriental. Ces militaires sont entraînés aux activités physiques et sportives.

- Le 2^e groupe est composé de quinze (15) étudiants de l'Institut National Supérieur de l'Education Populaire et du Sport (INSEPS) de Dakar. Ils sont donc bien entraînés et aptes à effectuer un exercice d'un haut niveau.

De sexe masculin, ces deux groupes de sujets sont tous nés et ont toujours vécu au Sénégal, par conséquent ils pourraient être considérés comme parfaitement adaptés au climat tropical.

Ces militaires et ces étudiants ont été recrutés respectivement dans l'armée et à l'INSEPS sur la base d'examens médicaux approfondis à leur admission. Durant leur carrière, ils s'entraînaient régulièrement et subissaient des contrôles médicaux périodiques. Ils étaient donc aptes à subir les épreuves d'effort que nous leur avons proposées.

Leurs caractéristiques anthropométriques sont résumées par le **tableau I**. Le régime alimentaire pour les deux groupes de sujets est pratiquement comparable.

Par ailleurs, il faut noter qu'il n'y avait pas de consommateur d'alcool ni de gros fumeur de tabac parmi nos sujets.

II. MATERIEL

Dans la réalisation de notre protocole d'étude, nous avons utilisé le matériel suivant :

- une pèse-personne de type SECA qui nous a permis de mesurer le poids de nos sujets.

- Un somatomètre gradué en centimètres permettant de mesurer la taille.

- Un chronomètre de marque japonaise qui nous indiquait la fin des paliers et le temps effectif de travail (60 minutes).

- Un sphygmomanomètre appelé tensiomètre à mercure et un stéthoscope pour la prise de la pression artérielle au repos et à la fin de l'exercice musculaire (pédalage).

- Un cardiofréquencemètre (ou sport-tester) qui est un appareil électronique permettant grâce à un système d'affichage de contrôler la fréquence cardiaque et de lire à la fin de chaque palier la fréquence affichée.

- Un téléthermomètre YSI, Séries 400 et Séries 700 comportant cinq (5) canaux et cinq (5) sondes reliées aux canaux.

- . 2 canaux et 2 sondes pour la température rectale.

- . 2 canaux et 2 sondes pour la température cutanée.

- . 1 canal et 1 sonde pour la température ambiante.

Ce téléthermomètre est un appareil électronique permettant de lire simultanément les températures recueillies par les différentes sondes.

- Deux bicyclettes ergométriques identiques de type MONARK 818, qui nous permettent d'effectuer des expériences d'effort physique en laboratoire. Elles possèdent chacune un pédalier et un volant d'inertie reliés par une chaîne.

Sur le même volant, est appliquée une sangle de tension réglable (frein DOBELN) reliée à un contre-poids. Ce frein mécanique commande une prise sur la roue qui tourne en fonction de la vitesse de pédalage choisie et de la solidité de la prise.

Un dispositif électronique nous donne directement le nombre de révolutions effectuées à la minute par le pédalier.

Des marques numériques permettent de lire la charge de travail. L'instabilité (possibilité de déviation du poids pendulaire) exige un contrôle fréquent. La bicyclette possède également une selle adaptable à chaque sujet lui permettant de pédaler aisément.

III. METHODOLOGIE

1. Précautions.

Tous les tests ont été réalisés les après-midi entre 15H et 18H 30 dans deux conditions d'expérience différentes.

Le 1^{er} test a eu lieu au mois de Février à Kédougou avec une température ambiante moyenne de 35°C.

Le 2^o test s'est déroulé à Dakar avec une température ambiante de 25°C.

Les tests réalisés à Kédougou au Sénégal Oriental se sont déroulés dans un local qui était largement ouvert sur l'extérieur ; en conséquence la température affichée par le téléthermomètre était voisine de la température extérieure. Dans tous les cas, le local était largement aéré pour favoriser l'évaporation de la sueur.

Par contre les tests réalisés à Dakar ont eu lieu dans une salle de laboratoire de la Faculté de Médecine. Cette salle est munie d'un climatiseur ce qui nous permettait de travailler dans une ambiance de confort thermique (18°-25°C) maintenant ainsi la température de cette pièce aux alentours de 24°-25°C.

D'une manière générale, le climat dakarois est plutôt sec. L'humidité relative moyenne mensuelle se situe entre 70 et 80 %.

La ville de Kédougou, située dans le Sud-Est du Sénégal, est caractérisé au mois de Février par une humidité relative moyenne mensuelle comprise entre 30 et 50 % en dehors de la saison des pluies (16).

Tous ces facteurs ont fait que les tests se soient déroulés dans des conditions climatiques permettant une thermorégulation correcte pour tous les sujets.

Enfin, comme il s'agissait d'une épreuve d'effort, nous avons tenu à être assisté par un médecin durant tout le déroulement de l'exercice musculaire.

2. Protocole.

Les deux groupes de sujets ont effectué le même exercice musculaire. La seule différence se situe dans les conditions d'ambiance thermohygrométriques.

La 1^{ère} expérimentation a eu lieu à Kédougou au mois de Février, alors que la température moyenne ambiante était de 35°C.

La 2nd expérimentation s'est effectuée au mois d'Avril à Dakar, dans une salle qui nous permettait, grâce à une ventilation artificielle, de maintenir la température ambiante aux alentours de 25°C.

Les deux groupes de sujets, chacun sur une bicyclette ergométrique, devaient pédaler pendant 60 minutes réparties en douze (12) paliers, avec prise des différents paramètres à la fin de chaque séquence de 5 minutes.

Auparavant, les sujets étaient dévêtus et en décubitus latéral, un expérimentateur introduisait chez chaque sujet la sonde rectale et plaçait la sonde cutanée sur le flanc. La sonde ambiante était suspendue dans un endroit de la salle.

Les mesures commencent par l'enregistrement des valeurs de repos, des différents paramètres physiologiques à étudier, à savoir : la température rectale, la température cutanée, la fréquence cardiaque de repos, la pression artérielle systolique et diastolique, et le poids.

Après réglage de la selle, le sujet pouvait commencer à pédaler au signal. Ces sujets devaient pédaler à une puissance correspondant à 60% de la fréquence cardiaque maximale théorique (60 % F.C. _{max}).

Ils doivent, au cours de l'exercice, pédaler à une vitesse constante de l'ordre de 60 coups de pédale par minute

- 1 coup de pédale = 3 tours de roue
- 1 tour de roue = 2 mètres.

On devait adapter en permanence la puissance développée à la fréquence cardiaque.

A la fin de chaque palier, nous relevions les températures rectale et cutanée affichées par le téléthermomètre, la fréquence cardiaque donnée par le cardio-fréquencemètre et la puissance développée affichée sur la bicyclette ergométrique.

Au dernier palier, la pression artérielle (systolique et diastolique) était prise et, à l'arrêt de l'exercice, le poids des sujets était mesuré.

Le protocole était identique à Dakar et à Kédougou.

IV. CALCULS STATISTIQUES

Tous les calculs statistiques ont été faits sur micro-ordinateur OLIVETTI PCS 286. avec logiciel "WORK 3" pour les calculs statistiques et "WORD 5" pour les tableaux.

La distribution pour les différents paramètres suit une loi normale, ce qui nous autorise à utiliser la moyenne et l'écart-type comme méthode d'exploitation statistique des résultats.

La comparaison des résultats par le test " T " de STUDENT a été faite avec des coefficients de sécurité de 0,95 et 0,99 ; donc avec des probabilités d'erreurs de 0.05 ($P < 0.05$) et de 0.01 ($P < 0.01$) respectivement. Le nombre de degré de liberté était de 25 pour des échantillons différents et 11 ou 14 suivant les groupes de sujets pour des échantillons appariés (4).

C - RESULTATS

I. PRESENTATION ET COMPARAISON DES RESULTATS

1. Présentation des résultats.

Dans ce chapitre, nous allons d'abord dresser les tableaux récapitulatifs des différents paramètres obtenus au cours de l'exercice musculaire, ensuite nous procéderons à la comparaison successive des valeurs de repos, celles de l'exercice musculaire et celles des augmentations dues à l'exercice musculaire pour chaque grandeur étudiée, particulièrement celles de la température rectale à 35°C et 25°C de température ambiante.

- Légende des sigles utilisés.

n = effectif total de la population.

m = moyenne observée des valeurs obtenues.

sd = écart-type : représente la fluctuation des valeurs autour de la moyenne.

La moyenne, l'écart-type de l'âge, du poids et de la taille des deux (2) groupes de sujets à 35°C et 25°C de température ambiante sont reportés dans le **tableau I**, alors que les valeurs moyennes de la température rectale, de la température cutanée et de la puissance, au cours de l'exercice musculaire à 35° et 25°C de température ambiante, sont présentées au **tableau II**. Ces valeurs nous permettent de tracer les courbes suivantes :

Figure I : représentant l'évolution de la température rectale au cours de l'exercice musculaire, à 35° et 25°C de température ambiante.

Figure II : représentant l'évolution de la température cutanée au cours de l'exercice musculaire, à 35° et 25°C de température ambiante.

Figure III : représentant l'évolution de la puissance développée au cours de l'exercice musculaire, à 35° et 25°C de température ambiante.

Les valeurs moyennes de la température rectale au repos, à l'exercice musculaire, et l'augmentation de température induite par l'exercice musculaire, à 35° et 25°C de température ambiante, sont reportées au **tableau III**.

Dans le **tableau IV**, sont consignées les valeurs moyennes de la température cutanée au repos, à l'exercice musculaire, et l'augmentation de température induite par l'exercice musculaire, à 35° et 25°C de température ambiante.

- Par contre, sur le **tableau V**, sont notées les valeurs moyennes de la fréquence cardiaque au repos, à l'exercice musculaire et l'augmentation de fréquence induite par l'exercice musculaire, à 35° et 25°C de température ambiante.

- Le **tableau VI** montre les valeurs moyennes de la température rectale, de la température cutanée, de la fréquence cardiaque et de la puissance développée au cours de l'exercice musculaire, à 35° et 25°C de température ambiante.

- Sur le **tableau VII**, sont reportées la pression artérielle systolique et la pression artérielle diastolique. Nous y avons reporté les valeurs moyennes de repos, celles de l'exercice musculaire, et celles de leurs variations respectives, à 35° et 25°C de température ambiante.

- Le **tableau VIII** laisse apparaître le degré de signification de l'augmentation de la température rectale au cours de l'exercice musculaire, entre les différents paliers de 5 minutes et à partir de la 25^e minute (palier 5).

Enfin, le **tableau IX** montre les valeurs moyennes de la perte de poids moyen observée à la fin de l'exercice musculaire, à une température ambiante moyenne de 35° et 25°C.

2. Comparaison des résultats.

2.1. Comparaison des valeurs de repos.

Les paramètres suivants : la pression artérielle systolique et la pression artérielle diastolique mesurées au repos n'ont pas connu de différence significative lorsque la température ambiante s'élevait. Nous ne les discuterons pas, nous nous contenterons simplement d'expliquer les modifications significatives.

Trois paramètres présentent une différence significative. Il s'agit de la température rectale, de la température cutanée et de la fréquence cardiaque.

2.1.1. Température rectale de repos.(tableau III)

La température rectale prélevée pour une température ambiante de 35°C (37,47°C), était significativement plus élevée que celle prélevée à une température ambiante de 25°C (37,14°C).

2.1.2. Température cutanée. (tableau IV)

La valeur mesurée à 35°C de température ambiante (35,38°C) est significativement supérieure à celle enregistrée à 25°C de température ambiante (32,93°C).

2.1.3. Fréquence cardiaque de repos. (tableau V)

Elle était significativement plus élevée quand la température ambiante moyenne était de 35°C (75 bat. mn⁻¹) que lors d'une ambiance thermique moyenne de 25°C (68,26 bat. mn⁻¹).

2.2. Comparaison des valeurs recueillies à l'exercice.

A l'exercice musculaire, la température rectale, la température cutanée, la fréquence cardiaque, la puissance et la pression artérielle systolique présentent chacune une différence significative à 35° et 25°C de température ambiante.

Par contre, la pression artérielle diastolique ne présente pas de différence significative.

2.2.1. La température rectale. (tableaux VI et VIII)

On note une différence significative entre les valeurs moyennes mesurées dans les deux situations. Celles mesurées à 35°C (37,90°C) sont supérieures aux valeurs obtenues à 25°C de température ambiante (37,71°C).

L'analyse de la **figure I** montre :

- A une température ambiante moyenne de 35°C, la température rectale augmente de façon progressive et significative pendant les 35 premières minutes de l'exercice. De 37,47°C en moyenne au repos, elle passe à 37,98°C à la 35^e minute d'exercice musculaire. A partir de ce moment et jusqu'à la 60^e minute (12^e palier), on note une tendance à la stabilisation, car aucune augmentation significative n'est observée entre les différents paliers de 5 minutes.

- A une température ambiante de 25°C, on note une augmentation progressive et significative de la température rectale pendant les 30 premières minutes de l'exercice musculaire. De 37,14°C en moyenne au repos, elle passe à 37,77°C à la 30^e minute d'exercice ; ce qui correspond au

6^e palier. De la 30^e minute jusqu'à la fin de l'effort, l'augmentation de la température rectale n'est pas significative. Il y a par conséquent une tendance à la stabilisation.

2.2.2. La température cutanée. (tableauVI)

Une différence significative est notée entre la valeur moyenne de la température cutanée à 35°C de température ambiante (34,46°C) et celle observée à 25°C de température ambiante (32,23°C).

L'analyse de la **figure II** montre qu'au cours de l'exercice musculaire, la température cutanée ne se modifie pas beaucoup à 35°C de température ambiante. Cependant, il existe une tendance à une baisse de celle-ci jusqu'à la 50^e minute, passant de 35,45°C à 33,63°C pour ensuite atteindre 33,94°C à la fin de l'exercice musculaire.

Par contre, à 25°C de température ambiante, la température cutanée est variable évoluant en dents de scie.

2.2.3. La puissance développée. (tableauVI)

Elle était significativement plus élevée lors d'une température ambiante moyenne de 25°C (91,08watts) qu'à 35°C de température ambiante (73,61watts).

L'étude de la **figure III** permet de dire que la puissance moyenne développée par nos sujets est beaucoup plus importante à une température ambiante de 35°C que lors d'une ambiance thermique de 25°C. En outre, elle augmente dès les 15 premières minutes de l'exercice musculaire. De 67,91watts à la 5^e minute (1^{er} palier), elle passe à 73,63 watts pour une température ambiante de 35°C, tandis qu'à 25°C de température ambiante, la puissance développée passe de 84 watts à la 5^e minute à 92watts à la 15^e minute.

A partir de la 15^e minute, la puissance moyenne développée reste presque constante jusqu'à la fin de l'exercice musculaire dans les deux situations.

Il faut noter que cette phase constante est beaucoup plus nette à une température ambiante moyenne de 25°C.

2.2.4. La fréquence cardiaque. (tableau VI)

La valeur mesurée à 35°C de température ambiante (129,33 bat.mn⁻¹) est significativement plus élevée que celle notée à 25°C (120,42 bat.mn⁻¹).

2.2.5. La pression artérielle systolique. (tableau VII)

La valeur notée lors d'une ambiance thermique de 25°C (171 mm Hg) est significativement supérieure à celle enregistrée à 35°C de température ambiante (156,21 mm Hg).

2.3. Comparaison des augmentations.

Tout naturellement, l'exercice musculaire a entraîné des modifications parmi nos paramètres étudiés. Ainsi, toutes nos grandeurs étudiées au repos ont augmenté au cours de l'exercice.

Par contre, la pression artérielle diastolique a baissé à une température ambiante de 35°C, tandis que le poids moyen a baissé dans les deux situations.

Les différences entre la valeur de repos et la valeur maximale au cours de l'exercice musculaire ont été calculées individuellement et nous ont permis d'obtenir les valeurs moyennes dans chacune des deux situations (à 35° et 25°C de température ambiante). Puis, par le test " T ", nous avons procédé à une étude comparative des différentes valeurs moyennes de chaque paramètre. Cette comparaison donne les résultats suivantes.

2.3.1. La pression artérielle systolique.

L'augmentation de la pression artérielle systolique est plus importante à 25°C de température ambiante (46,67 mm Hg) qu'à 35°C (29,17mm Hg). La différence était significative.

Il faut noter au passage que les valeurs moyennes des augmentations de la température rectale, de la température cutanée, de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle diastolique sont pratiquement de même ordre pour les deux ambiances thermiques moyennes (35°C et 25°C). Le seul fait à noter, est peut-être la baisse de la pression artérielle diastolique à l'effort musculaire, observée lors d'une température ambiante moyenne de 35°C.

Sujets	Age (Années)		Poids (kg)		Taille (cm)	
	m	sd	m	sd	m	sd
n = 27						
T° Ambiante moyenne 35°C	21.25	2,59	61.03	5,50	174,5	6,24
T° Ambiante moyenne 25°C	23.87	1.63	74.8	8,26	183.13	6,17
Degré de signification	S P < 0 01		S P < 0 01		S P < 0.01	

T° = température.

Tableau I : Valeurs anthropométriques des sujets : moyenne (m) et écart-type (sd) de l'âge (en année), du poids (en kg) et de la taille (en cm);
En bas du tableau, figure le degré de signification.

Palier	Température ambiante 35°C			Température Ambiante 25°C		
	T.Rectale en °C	T. Cutanée en °C	Puissance (en watt)	T. Rectale en °C	T. Cutané en °C	Puissance (en Watt)
1	37.52	35.46	67.91	37.25	32.87	84
2	37.62	35.45	71.25	37.37	32.98	88
3	37.73	35.15	73.33	37.51	32.79	92
4	37.81	35.03	74.16	37.62	32.65	92
5	37.88	34.55	74.58	37.71	32.23	93
6	37.94	34.31	74.16	37.77	31.92	92
7	37.98	34.13	74.58	37.82	31.69	92
8	38.02	33.94	75	37.85	31.89	92
9	38.04	33.84	75.41	37.87	32.52	92
10	38.06	33.63	75.41	37.89	31.89	92
11	38.08	34.07	73.75	37.90	31.66	92
12	38.10	33.94	73.75	37.91	31.70	92
m	37.90	34.46	73.61	37.71	32.23	91.08
sd	0.18	0.62	2.02	0.21	0.48	2.43
Min	37.52	33.63	67.91	37.25	31.66	84
Max	38.10	35.46	75.41	37.91	32.98	93

Tableau II : Valeurs moyennes des grandeurs étudiées au cours de l'exercice musculaire à 35°C et 25°C de température ambiante. Ces valeurs ont été mesurées toutes les 5 minutes pendant 60 minutes.

Figure I : Evolution de la température Rectale
au cours de l'exercice musculaire

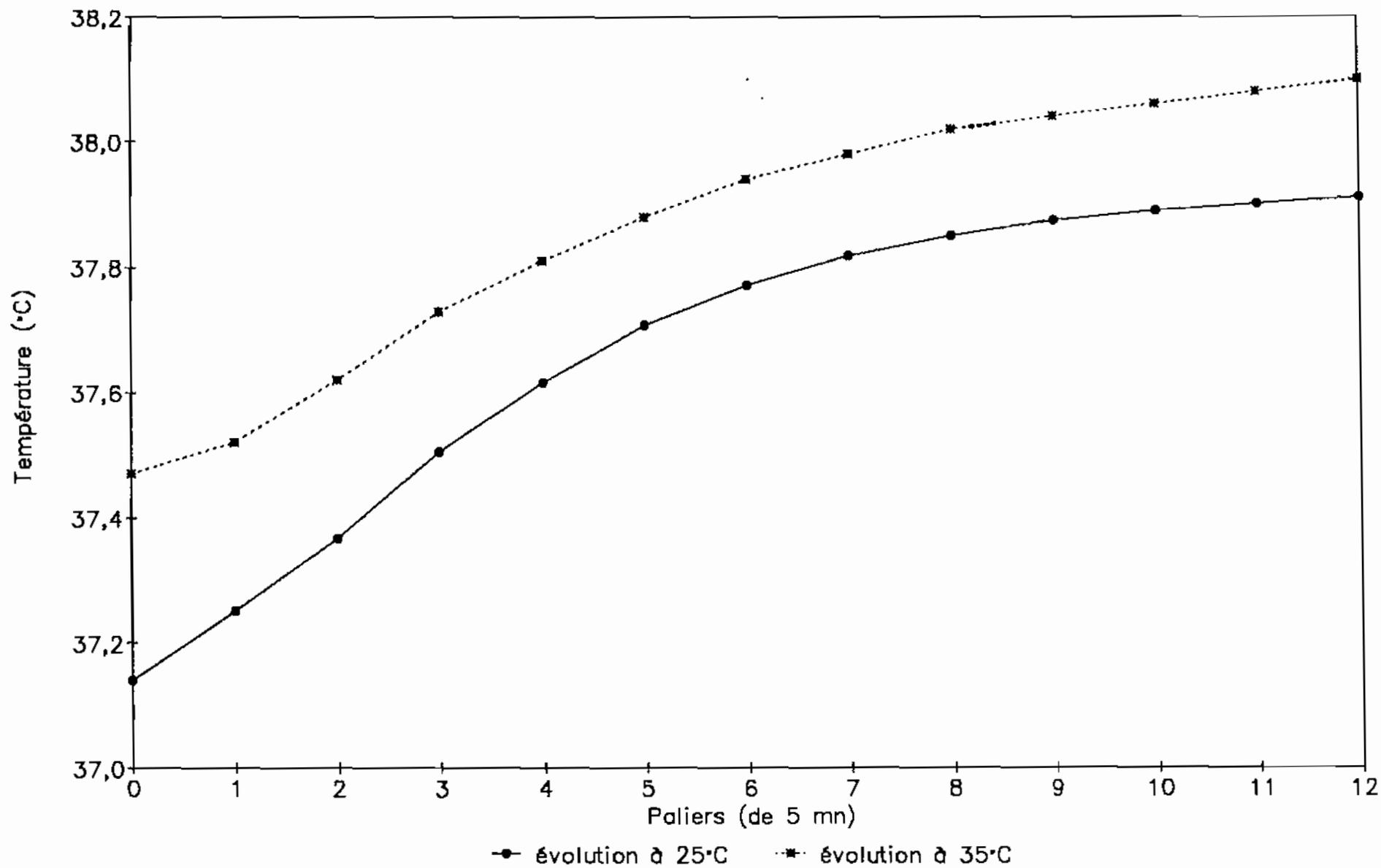


Figure II Evolution température Cutanée
au cours de l'exercice musculaire

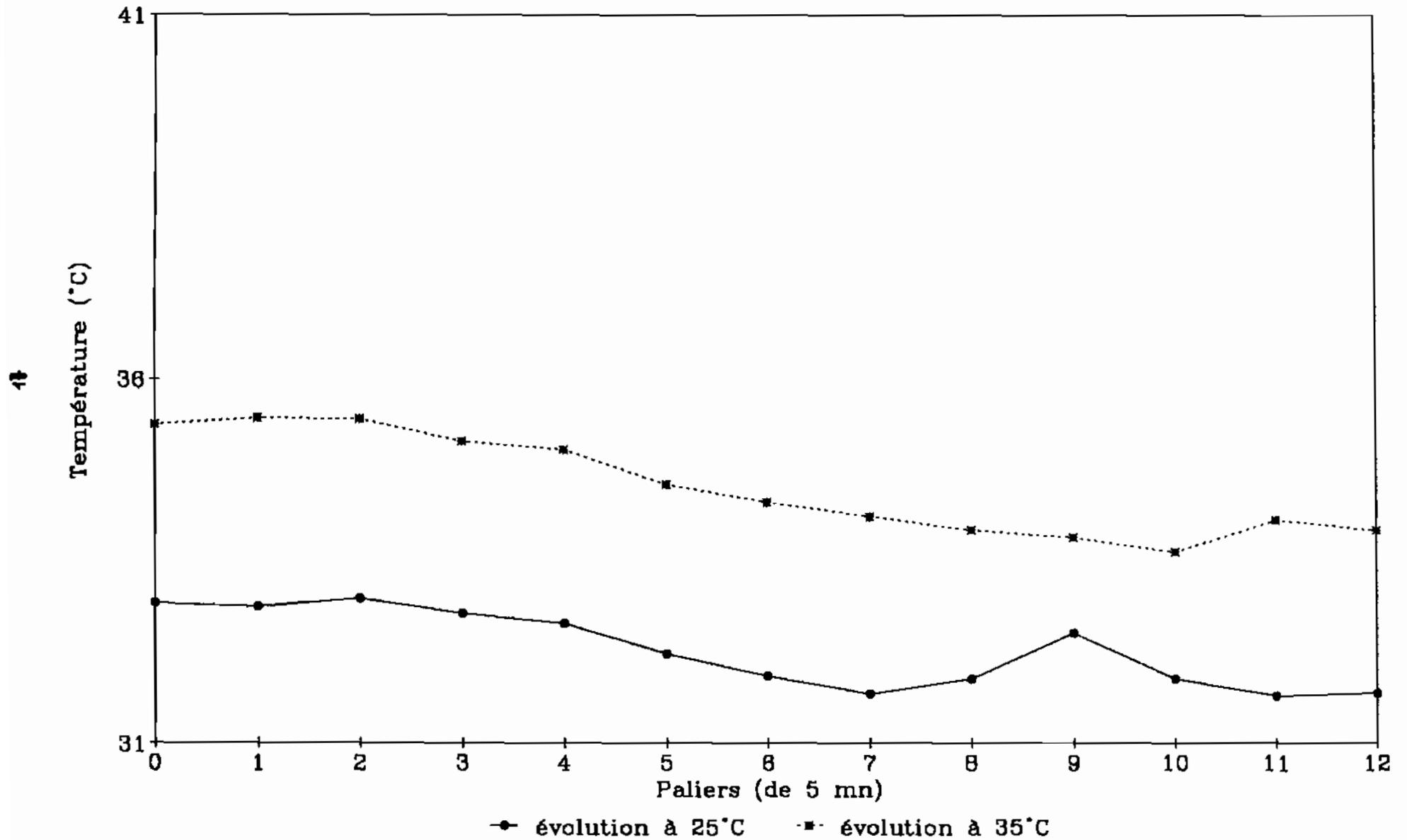
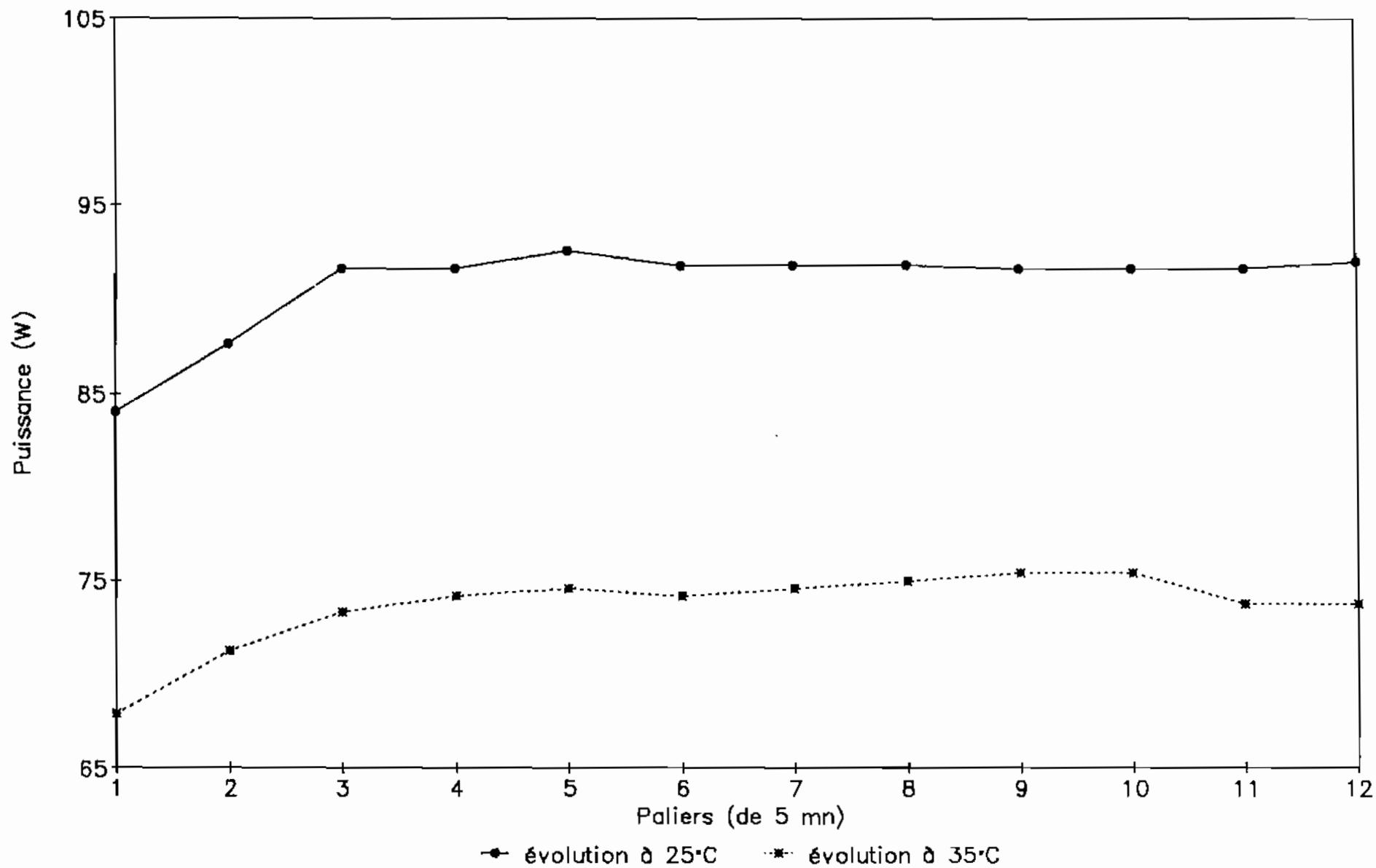


Figure II Evolution de la Puissance
au cours de l'exercice musculaire



	TEMPERATURE RECTALE (en °C)					
	Repos		Exercice		Augmentation	
	m	sd	m	sd	m	sd
Temp. Amb. moyen. 35°C	37,47	0,25	38,12	0,27	0,64	0,24
Temp. Amb. moyen. 25°C	37,14	0,24	37,91	0,27	0,77	0,21
Degré de signification	S P < 0.01		N.S		N.S	

Tableau III : Moyenne (m) et écart-type (sd) de la température rectale, au repos, à l'exercice musculaire et de l'augmentation induite par l'exercice musculaire à 35° et 25°C de température ambiante. En bas du tableau, est mentionné le degré de signification.

TEMPERATURE CUTANEE (en °C)						
	Repos		Exercice		Augmentation	
	m	sd	m	sd	m	sd
Temp. Amb. moyen. 35°C	35,38	0,88	35,63	0,57	0,25	0,91
Temp. Amb. moyen. 25°C	32,93	1,25	33,43	1,52	0,50	0,84
Degré de signification	S P < 0.01		S P < 0.01		N.S	

Tableau IV : Moyenne (m) et écart-type (sd) de la température cutanée, au repos, à l'exercice musculaire et l'augmentation de température induite par l'exercice musculaire à 35°C et à 25°C de température ambiante. En bas du tableau, est mentionné le degré de signification.



	FREQUENCE CARDIAQUE (bat mn ⁻¹)					
	Repos		Exercice		Augmentation	
	m	sd	m	sd	m	sd
Temp. Amb. moyen. 35°C	75	8,81	133	2,77	58	8,76
Temp. Amb. moyen. 25°C	68,26	6,20	127,53	6,35	59,27	9,13
Degré de signification	S P < 0.05		S P < 0.05		N.S	

Tableau V : Moyenne (m) et écart-type (sd) de la fréquence cardiaque au repos, à l'exercice musculaire et de l'augmentation de fréquence induite par l'exercice musculaire à 35° et 25°C de température ambiante
En bas du tableau, est mentionné le degré de signification.

	Température rectale (°C)		Température cutanée (°C)		Fréquence cardiaque (bat mn ⁻¹)		Puissance (watts)	
	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd
T.A moyenne 35°	37,90	0,18	34,46	0,62	129,33	0,56	73,61	2,02
T.A. moyenne 25°	37,71	0,21	32,23	0,48	120,42	1,50	91,08	2,43
Degré de signification	S P < 0.05		S P < 0.01		S P < 0.01		S P < 0.01	

T.A = Température Ambiante

Tableau VI : Moyenne (m) et écart-type (sd) de la température rectale, de la température cutanée, de la fréquence cardiaque et de la puissance au cours de l'exercice musculaire.
En bas, est mentionné le degré de signification.

	Pression artérielle systolique (en mm Hg)						Pression artérielle diastolique (en mm Hg)					
	Repos		Exercice		Variation		Repos		Exercice		variation	
	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	Sd
T° Amb. moyenne 35°C	127,08	11,44	156,25	14,01	29,17	18,32	80	6,77	75,83	6,40	4,17	8,23
T° Amb. moyenne 25°C	124,33	7,04	171	15,08	46,67	15,46	77	4,40	80	5,16	3	7,26
Degré de Signification	N.S		S P < 0.05		S P < 0.05		N.S		N.S		N.S	

- T° Amb. = Température Ambiante

Tableau VII : Moyenne (m) et écart-type (sd) de la pression artérielle systolique et de la pression artérielle diastolique au repos, à l'exercice musculaire et de leurs variations respectives à 35° et 25°C de température ambiante. En bas du tableau, figure le degré de signification.

Palier	T° Amb. moyenne 35°C		Degré de Signification	T° Amb. moyenne 25°C		Degré de Signification
	m	sd		m	sd	
P ₅	37,88	0,24	S P < 0.01	37,71	0,26	S P < 0.01
P ₆	37,94	0,24		37,77	0,26	
P ₆	37,94	0,24	S P < 0.01	37,77	0,26	N.S
P ₇	37,98	0,24		37,82	0,26	
P ₇	37,98	0,24	N.S	37,82	0,26	N.S
P ₈	38,02	0,25		37,85	0,26	
P ₈	38,02	0,25	N.S	37,85	0,26	N.S
P ₉	38,04	0,26		37,87	0,26	
P ₉	38,04	0,26	N.S	37,87	0,26	N.S
P ₁₀	38,06	0,27		37,89	0,26	
P ₁₀	38,06	0,27	N.S	37,89	0,26	N.S
P ₁₁	38,08	0,28		37,90	0,27	
P ₁₁	38,08	0,28	N.S	37,90	0,27	N.S
P ₁₂	38,10	0,28		37,91	0,27	

Tableau VIII : Degré de signification de l'augmentation de la température rectale au cours de l'exercice entre les différents paliers de 5 minutes (à partir de la 25e minute), à 35°C et 25°C de température ambiante.

	POIDS (en kg)					
	Avant exercice		Après exercice		Variation	
	m	sd	m	sd	m	sd
Temp. amb. moy. 35°C	61,03	5,50	60,37	5,36	0,66	0,39
Temp. amb. moy. 25°C	74,8	8,26	74,23	8,15	0,57	0,29
Degré de signification	S P < 0.01		S P < 0.01		N.S	

Tableau IX : Perte de poids moyen observé à la fin de l'exercice musculaire effectué à une température ambiante moyenne de 35°C et 25°C (moyenne et écart type). En bas du tableau, est mentionné le degré de signification.

D . COMMENTAIRE ET DISCUSSION

I. INFLUENCE DE LA TEMPERATURE AMBIANTE SUR LES VALEURS DE REPOS

1. Température rectale de repos. (tableau III)

La valeur de la température rectale de repos mesurée à une température ambiante moyenne de 35°C est supérieure à celle obtenue à 25°C de température ambiante. Elles sont respectivement de 37,47°C et de 37,14°C. La différence est significative. Ceci a déjà été démontré par des études.

Quels seraient alors les facteurs qui expliqueraient cette élévation thermique ? Nous ne retiendrons pas comme facteur les variations de la température au cours du nyctémère, car les deux tests ont été faits aux mêmes heures de la journée chez des sujets qui avaient pris leur repas aux mêmes heures. En plus, l'humidité relative était faible et l'évaporation se faisait normalement.

Il apparaît dès lors que le facteur qui est à l'origine de l'élévation thermique au repos pourrait être la température ambiante.

En effet, une température ambiante au dessus de la température de confort (18°-25°C) constitue une charge thermique externe qui augmente le gain de chaleur par conduction. Il s'en suit un apport de chaleur qui augmente la température rectale. Ce fait a d'ailleurs été décrit par de nombreux travaux qui démontrent : "Lorsqu'un sujet nu au repos, est exposé à la chaleur (c'est-à-dire à une température ambiante supérieure à 28°C), la quantité de chaleur présente dans l'organisme tend à augmenter".(9)

Par ailleurs, HOUDAS et GUIEU ont montré que l'élévation de la température ambiante entraîne un stockage calorique du fait de la charge thermique externe qui augmente la température interne du corps.(12)

D'autres travaux (6) ont démontré que les variations de la température rectale au repos pourraient être dues à la thermogénèse induite par l'alimentation (ADS).

Cependant, il faut souligner que les deux tests ayant été effectués dans les mêmes conditions, c'est-à-dire l'après-midi, après le déjeuner, cette influence de l'ADS (Action Dynamique Spécifique des aliments), ne peut être retenue pour expliquer la différence de température centrale au repos.

2. La température cutanée de repos. (tableau IV)

Nous constatons que la valeur moyenne de la température cutanée la plus élevée ($35,38^{\circ}\text{C}$) correspond à la température ambiante la plus élevée, et celle de la température cutanée la plus basse ($32,93^{\circ}\text{C}$) est enregistrée à la température ambiante la plus basse (25°C). L'élévation significative de la valeur moyenne à 35°C ($35,38^{\circ}\text{C}$) est à l'action de la température ambiante élevée. Ceci est habituel et a été décrit par plusieurs auteurs (5) : " La température cutanée demeure une fonction linéaire de la température de l'air ".

Le mécanisme des systèmes suiveurs (12) pourrait également permettre d'expliquer cette élévation de la température cutanée en fonction de la température ambiante.

En effet, sous la contrainte thermique, l'augmentation de la température rectale, due au gain de chaleur (stockage calorique), est perçue par les thermorécepteurs hypothalamiques qui, par voie réflexe, déclenche une augmentation du débit sanguin cutané permettant d'évacuer la chaleur interne vers la périphérie ; c'est à dire à la surface de la peau. Ce phénomène entraîne une augmentation de la température cutanée.

3. La fréquence cardiaque au repos. (tableau V)

La valeur moyenne de la fréquence cardiaque au repos pour une température ambiante moyenne de 35°C (75 bat. mn^{-1}), est significativement plus élevée que celle mesurée à 25°C ($68, 26 \text{ bat.mn}^{-1}$).

L'élévation significative de la valeur moyenne à 35°C s'explique par l'action de la température ambiante montante.

En effet, l'élévation de la température ambiante nécessite une augmentation du débit cardiaque qui assure une plus grande répartition du sang vers les tissus cutanés permettant une sudation. (2)

La valeur de la fréquence cardiaque au repos à 25°C de température ambiante est relativement basse par rapport à celle recueillie chez les sédentaires ($70-80 \text{ bat.mn}^{-1}$). Cette baisse pourrait s'expliquer par le niveau d'entraînement. Le groupe de sujets qui ont participé aux tests à 25°C de température ambiante seraient mieux entraînés que le groupe de sujets qui ont fait l'expérimentation à 35°C de température ambiante. Cet entraînement serait à l'origine du tonus vagal. Des travaux l'ont déjà montré : " Le sport

nécessitant une amélioration des conditions de transport d'oxygène, ralentit le coeur au repos en renforçant le tonus vagal ”.(13)

Par contre, la valeur moyenne de la fréquence cardiaque au repos (75 bat.mn⁻¹), à 35°C de température ambiante, se trouve dans les limites tolérables trouvées chez les sujets sédentaires. Ce fait peut sembler normal si l'on sait que, la chaleur peut influencer la fréquence cardiaque en l'élevant.

II. INFLUENCE DE LA TEMPERATURE AMBIANTE SUR LES DIFFERENTS PARAMETRES AU COURS DE L'EXERCICE MUSCULAIRE

1. La température rectale à l'effort.

La température rectale, mesurée au cours de l'exercice musculaire lorsque la température ambiante était de 35°C, est légèrement plus grande que celle mesurée à 25°C (37,90°C contre 37,71°C). La différence (0,19°C) est statistiquement significative.

Ce fait était prévisible, car déjà au repos, nous avons observé une différence significative. Dans les deux situations (35°C et 25°C), l'exercice musculaire a induit une augmentation progressive de la température centrale. L'élévation importante de la température rectale à l'effort musculaire, par rapport aux valeurs de repos dans les deux situations, a été montrée par de nombreuses études (10) : “ L'augmentation de la température rectale au cours de l'exercice musculaire, est proportionnelle à l'intensité du travail et ne dépend pas de la température environnementale si celle-ci est modérée ”. (sic).

Cette élévation thermique peut être interprétée comme le résultat d'une “ régulation active ” d'une part ; et d'autre part par le fait que le travail musculaire détermine une augmentation du niveau métabolique. Cela a été confirmé par BERNARD METZ (3), qui précise qu'au cours de l'exercice musculaire, une fraction de la dépense énergétique se transforme en énergie mécanique, qui est libérée à l'extérieur de l'organisme, tandis que l'autre fraction constitue une production de chaleur à l'intérieur du corps.

La relative stabilisation observée à partir de la 30^e minute n'est pas un fait nouveau, car des études l'ont déjà montrée : " Lorsqu'on fait un exercice dans un environnement confortable, la température interne s'élève durant les 30 premières minutes de travail, puis elle demeure constante jusqu'à la fin du travail ". (10)

Cependant, cette stabilisation est observée plus tardivement pour une température ambiante de 35°C. (Figure I).

Cette tendance à la stabilisation peut être interprétée comme étant le résultat d'une augmentation du gradient de chaleur entre la peau et le centre du corps, ce qui facilite la perte de chaleur. Les mécanismes thermorégulateurs ne sont donc pas débordés.

Cela a été mis en exergue par de nombreux travaux (7) qui ont montré, que la thermolyse s'effectuant par la vasodilatation des vaisseaux cutanés et la sudation, est un moyen de lutte efficace contre l'élévation de la température centrale pendant l'exercice musculaire en climat chaud.

En ce qui concerne le retard à la relative stabilisation observée pour une température ambiante de 35°C, le seul facteur qui pourrait l'expliquer, est l'élévation de la température ambiante, car les mécanismes thermorégulateurs étaient conservés et l'humidité relative faible. Ceci a fait l'objet de nombreuses publications : " La chaleur ambiante réduit le gradient de température entre l'environnement et la surface de la peau, et entre la surface de la peau et le centre du corps ". (10). Le résultat de cette insuffisance de perte totale de chaleur, par rapport à la production, est une élévation de la température rectale, témoin d'un stockage de chaleur proportionnel à la puissance de l'exercice.

L'entraînement peut avoir une influence sur la régulation thermique lors de l'exercice musculaire. **Monod H. et Flandrois R.** (15) l'ont démontré en affirmant que : " L'entraînement augmente l'efficacité thermorégulatrice en améliorant la capacité de thermolyse ".

En comparant les augmentations de la température rectale induite par l'exercice musculaire, à 35° et 25°C de température ambiante, nous constatons qu'elles sont de même ordre (respectivement 0,64°C et 0,77°C), et que la différence n'est pas significative.

Ceci nous conduit à dire, que l'élévation de la température ambiante n'a pas influencé significativement les modifications de la température rectale, au cours de l'exercice musculaire. Les résultats de notre étude sont conformes à ceux de NIELSEN selon lesquels : " La température rectale monte pendant l'exercice jusqu'à un niveau constant ; elle dépend de

l'intensité du travail, et non de la température ambiante et de l'humidité de l'air en mouvement ". (17). Il faut cependant préciser que l'ensemble des travaux de NIELSEN ont été effectués dans des laboratoires avec des conditions artificielles.

2. La température cutanée au cours de l'exercice musculaire.

La valeur moyenne de la température cutanée, mesurée au cours de l'exercice musculaire, à une température ambiante moyenne de 35°C, était plus grande que celle mesurée à 25°C (respectivement 34,46°C et 32,23°C). La différence (2,23°C) est statistiquement significative. Ce fait n'est pas surprenant, car déjà au repos, on avait observé une différence significative entre les valeurs obtenues dans les deux situations. En plus, la température cutanée n'atteignait pas 36°C au cours de l'exercice musculaire. Cette constatation a fait l'objet de nombreuses études :

“ L'élévation de la température cutanée, au cours de l'exercice musculaire, ne dépend que de la température ambiante, sans toutefois dépasser 36°C et reste indépendante de l'intensité des activités ”. (18)

Par ailleurs, il faut noter que la température cutanée, lors de l'exercice musculaire, n'est en aucun moment significativement différente de la valeur de repos dans les deux situations. Cependant, on note une légère chute de celle-ci après 10 minutes d'exercice (**Figure II**). **MARTINEAUD J. P. et CISSE F.** l'ont montré en précisant que : “ Lors de l'exposition à la chaleur, la température cutanée de repos sera élevée, mais ne sera pas modifiée au cours de l'exercice, même de longue durée et quelle que soit la puissance de celui-ci ”. (14)

La variation de la température cutanée, au cours de l'exercice, est un processus physiologique qui a fait l'objet de plusieurs travaux (10). Ces travaux montrent, que la température de la peau diminue légèrement au cours de l'exercice musculaire, surtout à cause du refroidissement par convection et par évaporation qui fait suite à la sudation. Cette sudation apparaît peu de temps après le début de l'exercice musculaire. La vaporisation de la sueur est l'unique procédé utilisable pour la déperdition de grandes quantités de chaleur lors des activités physiques. Elle ne connaît qu'une seule limitation, celle imposée par un degré hygrométrique élevé. Ce mécanisme de dissipation de la chaleur permet de maintenir la température rectale à des niveaux acceptables.

Cependant, nous remarquons que la température cutanée demeure pratiquement constante au début de l'exercice musculaire dans les deux situations. Ceci est en conformité avec les résultats trouvés par **PONSIN J. C. et collaborateurs (18)** : " Au début, la température cutanée reste stable à son niveau de repos au cours des activités musculaires, même prolongée, et ceci quelle que soit la température ambiante ".(sic)

L'entraînement peut avoir un effet sur la régulation thermique lors de l'exercice musculaire. En effet, un sujet entraîné a une sudation plus précoce, plus abondante, ce qui augmente sa capacité de thermolyse. (15)

Le gradient de température cutanée dû à l'exercice musculaire, dans les deux ambiances thermiques n'est pas statistiquement significatif. Il ressort de ces résultats, que l'élévation de la température ambiante, n'exerce aucune influence significative sur les modifications de la température cutanée, lors de l'exercice musculaire.

3. Puissance développée à l'exercice.

La valeur moyenne de la puissance développée au cours de l'exercice musculaire à 25°C de température ambiante (91,08watts), est plus élevée que celle mesurée à 35°C (73,61 watts). La différence est statistiquement significative. L'écart entre les valeurs enregistrées s'expliquerait par le fait que nos deux groupes de sujets étaient différents.

L'exercice musculaire devait se faire à une puissance correspondant à 60% de la fréquence cardiaque maximale théorique ($F.C_{max}$), $F.C_{max}$, donnée par la formule d'ASTRANG (220 - âge). (1) La puissance développée devra en permanence être ajustée pour maintenir les 60 % $F.C_{max}$. Cette puissance étant identique pour les deux groupes de sujets, la $F.C_{max}$ qui ne dépend que de l'âge des sujets, quelque soit la température ambiante, permettrait d'expliquer l'écart entre les valeurs de puissance développée par nos deux groupes de sujets.

En effet, du fait que les sujets qui ont fait les tests à une température ambiante de 35°C sont moins âgés que ceux ayant réalisé les tests à 25°C (voir **tableau I**), on comprendrait dès lors les raisons qui font que la puissance moyenne développée a une ambiance thermique de 25°C soit significativement plus élevée que celle développée à 35°C de température ambiante lors de l'exercice musculaire (**Figure III**).

Par ailleurs, la puissance développée dans les deux situations, étant adaptée à la fréquence cardiaque (qui, au passage doit demeurer fixe) et, étant donné l'augmentation de la fréquence cardiaque au cours de l'exercice

musculaire, il faudra développer une puissance moindre pour avoir les 60 % $F.C_{max}$

En outre, l'élévation de la température ambiante entraîne une perte importante de sueur majorée par l'exercice musculaire. Ceci fait baisser le volume sanguin.

4. La fréquence cardiaque au cours de l'exercice.

On note une différence significative entre les valeurs moyennes mesurées dans les deux situations. Celles mesurées à 35°C (129,33 bat.mn⁻¹) sont supérieures aux valeurs obtenues à 25°C de température ambiante (120,42 bat mn⁻¹). Ceci est une suite logique, car déjà au repos la différence était significative. L'accélération du rythme cardiaque au cours de l'exercice musculaire, par rapport à la valeur de repos, est normale. Elle permet de répondre aux besoins métaboliques du muscle, d'assurer une épuration efficace des déchets métaboliques et d'améliorer les mécanismes thermorégulateurs. La différence observée entre les valeurs de la fréquence cardiaque, dans les deux situations lors de l'exercice musculaire, serait due à l'âge (voir II.3).

Le gradient de fréquence cardiaque, au cours de l'exercice musculaire n'a pas été significatif dans les deux situations. L'influence de la température ambiante existe certes, mais n'est pas significative au cours de l'exercice musculaire.

D'autres auteurs (13) prétendent qu'indépendamment de l'intensité du travail, une accélération du rythme cardiaque est observée quand la température ambiante monte. Ce qui n'est pas conforme aux résultats de notre étude.

5. La pression artérielle au cours de l'exercice.

5.1. La pression artérielle systolique.

Comme pour les autres paramètres, l'exercice musculaire a entraîné une augmentation de la pression artérielle systolique dans les deux situations (voir tableau VII) pour répondre aux besoins du muscle et entraîner une meilleure déperdition calorifique.

Les hausses de la pression artérielle systolique au cours de l'exercice ne sont pas significativement différentes.

5.2. La pression artérielle diastolique.

D'une manière générale, il faut retenir que la pression artérielle diastolique se modifie très peu lors de l'exercice musculaire. Ceci a pour conséquence une augmentation de la pression artérielle moyenne du fait de l'augmentation de la pression artérielle systolique comme nous l'avons vu ci-dessus.

E. RESUME ET CONCLUSION

Cette présente étude a porté sur vingt sept (27) sujets composés de douze (12) militaires volontaires appartenant à la compagnie du camp **FODE BA** dans le département de Kédougou au Sénégal Oriental, et de quinze (15) étudiants de l'Institut National Supérieur d'Education Populaire et du Sport (I.N.S.E.P.S) de Dakar. Nous avons fait faire à ces deux (2) groupes de sujets un exercice sous-maximal sur cycloergomètre. L'exercice était fait à une puissance correspondant à 60% $F.C_{max}$ et il durait 60 minutes à des températures ambiantes différentes, l'une confortable (25°C en moyenne) et l'autre élevée (35°C en moyenne).

Nous avons recherché l'évolution de la température rectale au cours de cet exercice à des températures ambiantes différentes, et surtout de voir si la température centrale se stabilise pendant l'exercice.

L'ensemble des résultats montrent que la température rectale augmente au cours de l'exercice musculaire pour ensuite se stabiliser.

Cependant, cette stabilisation est observée presque en même temps, avec un léger retard à une température ambiante moyenne de 35°C.

En définitive, nous pouvons dire que la stabilisation relative de la température rectale au cours de l'exercice musculaire, dépend en particulier de l'intensité de cet exercice mais, elle est un peu retardée par l'élévation de la température ambiante.

Il serait intéressant dans des études ultérieures de voir l'effet de l'hypohydratation sur la température rectale au cours de l'exercice musculaire de longue durée et en climat chaud ; éventuellement, l'effet du jeûne alimentaire sur la température rectale.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 - **ASTRAND (P.O.) et RODHAL (R.)**
Manuel de physiologie de l'exercice musculaire.
Paris, Masson et Cie, 1973, p.82.86.
- 2 - **BAZETT (H.C.)**
Physiological responses to heat.
Physiol. Rev. 7, 1927, p.531.
- 3 - **BERNARD METZ et Centre d'Etude Bioclimatique du C.N.R.S.**
Adaptation cardio-vasculaire et thermorégulation au cours de
l'exercice musculaire.
p. 10-11.
- 4 - **BHUSHAN (V.)**
Les méthodes en statistiques.
Presse de l'Université de Laval, Québec, 1978, pp. 22-32, 89-104,
151.
- 5 - **CHAILEY-BERT (P.) et PLAS (F.)**
Physiologie des activités physiques.
Paris, J.B Baillière et fils, 1962, p.92.
- 6 - **CISSE (F.)**
Adaptation de la thermorégulation aux climats de la zone
intertropicale.
Thèse de biologie humaine, René Descartes, Paris V, 1986.
- 7 - **CISSE (F.) et SECK (G.)**
Défaillance de la thermolyse.
Dakar Médical, 28, 4, 1983, p.735-741.
- 8 - **CISSE (F.), MARTINEAUD (R.), MARTINEAUD (J.P.)**
La température centrale lors de l'exposition chronique au climat
chaud.
Archives Internationales de Physiologie, de Biochimie et de
Biophysique, 99, 1991, p.315-321.
- 9 - **EDHOLM (O.G.), FOX and WOLF (H.S.)**
Body temperature during exercise and rest in cold and hot climates.
Arch. Sci. Physiol. 27, 1973, p.339-355.
- 10 - **FOX (E.L.) et MATHEWS (D.K.)**
Bases physiologiques de l'activité physique.
Paris, Vigot, 1984, p. 301-316.
- 11 - **HALBERG (F.) and REINBERG (A.)**
Circadien variations in human thermoregulatory responses.
J. Physiol. Paris, 59, 1967, p.117-200.
- 12 - **HOUDAS (Y.), GUIEU (J.D.)**
La fonction thermique.
Simep édition, Lyon, 1977, p.196-208.

- 13 - KARPOVICH (P.V.), SINNING (W.E.)**
Physiologie de l'activité musculaire.
Paris, Vigot Frères, 1975, p.285-308.
- 14 - MARTINEAUD (J.P.), CISSE (F.)**
Les activités sportives en climat chaud et la régulation thermique.
Sport et Médecine, 47, 1990, p.25-36.
- 15 - MONOD (H.) et FLANDROIS (R.)**
Physiologie du sport.
Paris, Masson, 1985, p.192-203.
- 16 - NIANG (T.)**
Effets du jeûne alimentaire sur les grandeurs thermiques et leurs variations circadiennes en climat tropical.
Thèse de Pharmacie, UCAD, 1994.
- 17 - NIELSEN (B.), NIELSEN (M.)**
Influence of passive and active theathing on the temperature regulation in man.
Acta. Physiol. Scand. 64, 1965, p.323.
- 18 - PONSIN (J.C.), BAILLIART (O.), MARTINEAUD (J.P.)**
La thermorégulation au cours de l'exercice musculaire.
Sport et Médecine, 28, 1988, p.32-41.

