

REPUBLIQUE DU SENEGAL

UN PEUPLE - UN BUT - UNE FOI

MINISTERE DE LA JEUNESSE ET DES SPORTS

INSTITUT NATIONAL SUPERIEUR DE L'EDUCATION

POPULAIRE ET DU SPORT

(I.N.S.E.P.S)

THEME
THERMOREGULATION
AU COURS DU MARATHON
(EXEMPLE DU MARATHON INTERNATIONAL
DE DAKAR

Par
ABDOUL AZIZ NDIAYE

MEMOIRE DE MAITRISE
ES - S.T.A.P.S.

DIRECTEUR DE MEMOIRE
Docteur Fallou CISSE



Année 88 - 89

D E D I C A C E S

=====

- . A ma grand-mère feu Maguette DIA
- . A ma tante feu Fatou CISSE
- . A mon oncle feu Pierre DIA dit Pedro
- . A toute ma famille, mon père et plus particulièrement ma mère Madjiguène FALL dite MADA, qui a été une source de motivation dans mes études
- . A mon grand frère Amadou NDIAYE dit Mandiaye qui m'a beaucoup aidé,

Ce Mémoire est dédié !

R E M E R C I E M E N T S

=====

Nos remerciements les plus sincères vont :

- Au Pr Fallou CISSE qui, malgré ses énormes charges, n'a ménagé aucun effort pour la direction de ce travail
 - A mon promotionnaire et voisin de chambre, Souleymane DIA pour les soutiens multiformes qu'il m'a toujours apportés aux moments difficiles
 - A Mr Mandiaye NDIAYE et à sa femme Khady GUEYE pour tout ce qu'ils ont fait durant ma scolarité
 - A ma mère Madjiguène FALL dite Nada, pour le soutien moral et affectif qu'elle a toujours manifesté à mon égard.
 - A tous mes promotionnaires
 - A tous mes Amis du Kajoor : Sérigne DIAGNE, Abdoul Aziz GUEYE, Mbaye DIAGNE, Moustapha DIAGNE dit Baye GUEYE, Habib GUEYE, Mader DIAGNE, Saourou FALL, Moussa NDONG, Mor Talla SECK ...
 - A Mlle Marie DIENE pour la qualité de ce travail
- A tous ceux qui de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

S O M M A I R E

Pages

INTRODUCTION	
<u>CHAPITRE I :</u>	LE MARATHON, ASPECTS HISTORIQUE ET TECHNIQUE
	1.1.- Aspect historique ----- 10
	1.2.- Aspect technique ----- 14
<u>CHAPITRE II.-</u>	LE MARATHON, ASPECTS PHYSIOLOGIQUES
	2.1.- Thermorégulation au cours du marathon-- 20
	2.2.- Evolution des grandeurs cardio-circula- toires au cours du marathon ----- 28
<u>CHAPITRE III.-</u>	PROFIL PHYSIQUE DU COUREUR DE MARATHON
	3.1.- Caractéristiques morphologiques - ---- 32
	3.2.- La capacité aérobie ----- 33
<u>CHAPITRE IV.-</u>	MATERIEL ET METHODE
	4.1.- Les sujets ----- 38
	4.2.- Conditions climatiques ----- 38
	4.3.- Niveau d'entraînement des athlètes ---- 39
	4.4.- Matériel utilisé ----- 39
	4.5.- Protocole ----- 39
	4.6.- Calculs statistiques ----- 40
<u>CHAPITRE V.-</u>	RESULTATS
	5.1.- Présentation des résultats ----- 43
	5.2.- Commentaire des résultats ----- 51
<u>CHAPITRE VI.-</u>	DISCUSSION
	6.1.- Estimation de la capacité aérobie des sujets étudiés ----- 56
	6.2.- Thermorégulation au cours du marathon -- 58
	RESUME ET CONCLUSION ----- 61
	BIBLIOGRAPHIE ----- 64

I N T R O D U C T I O N

=====

La course à pied est devenue un véritable phénomène des temps modernes. Il est l'objet d'un engouement particulier.

Elle entre aujourd'hui presque dans les habitudes d'une très grande partie des populations des cinq continents.

Considérée dans ses premières manifestations comme étant un moyen privilégié d'amélioration de la santé physique et morale, elle prend aujourd'hui une autre orientation avec l'entrée en jeu du gain financier.

En effet, le monde des affaires s'est emparé de la course à pied qui voit désormais se développer tout autour d'elle une véritable économie qui fait l'objet d'une attention particulière de la part des organisateurs.

Le marathon, discipline olympique à ses débuts, est une forme organisée de la course à pied. Il a la particularité de se courir sur une distance de 42,195 kilomètres et pendant un temps assez long qui est de l'ordre de deux heures.

La participation à cette épreuve, du fait des contraintes qu'elle exige, si elle n'est pas parfaite, expose à des dangers dont la plupart surviennent à la suite d'une mauvaise préparation des athlètes ou d'une organisation technique défectueuse.

Il s'agit durant la préparation physique de l'athlète d'amener à leur niveau de fonctionnement optimal, l'ensemble des organes qui interviennent au cours du marathon. Le participant devra par ailleurs, recueillir le maximum d'informations liées au déroulement de l'épreuve.

Le marathon a gagné le monde entier et le Sénégal n'est pas épargné.

On note une prolifération des marathons sur la planète et le plus impressionnant est sans nul doute celui de New York qui n'a cessé de prendre de l'importance au cours des années.

En effet, de 126 participants en 1970, on est passé en 1984 au chiffre de 16315 soit environ 129 fois le chiffre initial.

Parallèlement, on a noté une augmentation notable du pourcentage des arrivants.

De 57,1% à ses débuts (Partants 126 - Arrivants 72), il est passé à 89,4% en 1984 (Partants 16315 - arrivants 14590). (17)

L'explication de l'augmentation de la participation et du pourcentage des arrivants est à chercher dans les nouvelles méthodes de préparation découlant d'études faites dans le domaine particulier du marathon.

Le marathon international de Dakar a subi aussi la même évolution. En effet, le nombre de ses participants est passé de 230 en 1986 à 466 en 1988 avec une participation majoritaire des sénégalais.

Le nombre d'arrivants est aussi passé de 33 en 1986 à 142 en 1988.

La situation géographique du Sénégal en zone tropicale mérite une attention particulière concernant la pratique d'activités sportives en général et celle du marathon en particulier.

En effet, le sportif sénégalais se trouve exposé en permanence à des températures ambiantes élevées pouvant atteindre à l'intérieur du pays 47°C (Matam, Tambacounda, Diourbel) (3).

Par ailleurs, on sait que la pratique d'activités physiques en climat tropical expose le sujet à une double contrainte thermique :

- une contrainte exogène qui est représentée par la température ambiante élevée et qui est à l'origine de dépenses supplémentaires d'énergie pour la thermorégulation.

- une contrainte endogène due à l'augmentation de la température centrale induite par l'exercice musculaire.

Cela fait que la température centrale dans certaines épreuves, peut atteindre des chiffres élevés malgré l'efficacité des mécanismes de thermorégulation (3).

Cela est d'autant plus vrai quand il s'agit de marathon qui entraîne une sollicitation importante et prolongée de toutes les grandeurs de l'organisme. Les modifications induites par le marathon ont été étudiées en climat tempéré par différents auteurs qui ont relevé une augmentation non négligeable de la température centrale malgré la clémence du climat.

Qu'en est-il lorsque le marathon se déroule en climat tropical où la température ambiante est généralement au-dessus de la température de neutralité thermique.

Pour toutes ces raisons, étant optionnaire d'athlétisme et ayant le privilège de vivre en climat chaud, nous nous sommes intéressés à l'adaptation de la température centrale au cours du marathon international de Dakar qui était à sa troisième édition.

CHAPITRE I.- LE MARATHON : ASPECT HISTORIQUE ET TECHNIQUE
=====

I.1.- Aspect historique

1.1.1.- Origine

Situé sur une plaine à trente neuf kilomètres au Nord d'Athènes, Marathon est un village de l'Attique.

Considéré comme la patrie de THIBERIUS ATTIOUS, rheteur grec, il comptait deux mille habitants.

A cette époque, la GRECE était marquée par un bouleversement de toutes les structures sociales, économiques et politiques, à cause de la guerre médique qui l'opposait aux Perses. Les Grecs, sous la direction de MILTIADE, déclenchèrent une attaque avant même que l'armée Perse disposa de tous ses contingents.

Débordés à un endroit où ils ne disposaient que d'un faible cordon de troupes, les Perses, bientôt enveloppés par les soldats de MILTIADE, battirent en retraite après cinq heures d'une furieuse bataille en laissant plus de six mille morts sur le terrain.

Cette victoire de la plaine de Marathon, sauva les hellènes de l'invasion Perse, mit fin à la première guerre et accrut leur prestige.

Pour annoncer cette victoire, PHIDIPPIDES couvrit la distance de quarante kilomètres séparant le lieu de la bataille de l'Acropole d'Athènes.

A son arrivée, il tomba mort après avoir crié "victoire".

A sa mémoire, on institua la course sur cette distance qui empruntera son nom à la plaine de Marathon. (18)

1.1.2.- Le Marathon et les Jeux Olympiques

La course de Marathon ne figurait pas au programme des Jeux Olympiques antiques. Elle était simplement mi-légitime, mi-réelle, le symbole de la liberté et de la renaissance grecque

Un philosophe français, Michel BREAL (18), épris d'Hellénisme, va s'emparer de ce mythe et en faire l'une des pièces maîtresses des Jeux Olympiques modernes.

En 1895, constatant dans une discussion avec son fils cadet, la passion que la jeunesse a pour les luttes sportives, il dit "il serait beau de voir si nos athlètes modernes pourraient égaler Phidippides". (18)

C'est alors qu'il écrit à COUBERTIN (18) pour lui annoncer qu'il offrira une coupe en argent au premier coureur qui, parti de Marathon, arrivera à Athènes.

D'abord réticent, le Baron se laissa convaincre. C'est ainsi que la course de Marathon devient une épreuve officielle.

Dès 1896, Athènes abrite les premiers Jeux Olympiques de l'histoire de l'humanité.

L'idée du Baron Pierre de COUBERTIN de rénover les Jeux Olympiques, se réalisa. Le 29 Mars 1896, cinquième jour des jeux renouvelés, vingt-quatre concurrents sont réunis à Marathon près d'un petit pont où le départ de la première épreuve de Marathon a été donné.

L'épreuve fut remportée par le Grec Spiridon LOUIS avec un temps de 2H 55' 45". Depuis lors, elle ne quitta plus le programme des Jeux Olympiques.

Le marathon fut d'ailleurs marqué par des exploits qui méritent d'être cités.

- En 1956 à Melbourne, Alain Mimoun OULD KACHA réalisa un exploit. Pour sa première participation à l'épreuve, il remporta le marathon olympique en 2H 25', malgré son inscription au tout dernier moment. (12)

- En 1960 à Rome, pieds nus, l'éthiopien Abebe BIKILA franchit en vainqueur du marathon olympique, l'arc de Constantin marquant ainsi l'entrée triomphale des africains dans cette épreuve. (12)

Des premiers jeux olympiques d'Athènes aux vingt et unièmes olympiades de SEOUL en 1988, les performances n'ont cessé de s'améliorer.

En effet, le record olympique qui était de 2H 55'45" en 1896 à Athènes est passé à 2H 09'21" en 1984 à Los Angeles.

1.1.1.3.- Le Marathon dans le Monde, en Afrique et au Sénégal

Le marathon est désormais consacré et très tôt, il inspira d'autres organisateurs notamment à Boston en 1897. Les courses pédestres de longues distances connaissent une certaine vogue dans le monde.

./...

Ainsi, en juillet 1896, trois mois après la victoire du Grec LOUIS à Athènes, le Marathon de PARIS s'est tenu sur la distance de quarante kilomètres séparant la Porte Maillot à Conflans Sainte-Honorine.

Le britannique LÉONARD HURST triomphe avec un temps de 2H 31'02", soit près d'une demi-heure de moins que LOUIS à Athènes.

En 1898, avec l'entrée des professionnels, l'épreuve prend d'autres aspects.

Le français Francis CHAMPION s'impose, sur le même terrain devant HURST en 2H 30'10", temps remarquable qui suscite l'étonnement général.

En 1899, c'est CHARBONNEL, autre "as professionnel" qui inscrit son nom au palmarès.

En 1908 à Londres, le marathon olympique se dispute de la terrasse du Château de Windsor au Stade de White City sur vingt six miles trois cent cinq yards, soit 42,195 kilomètres, distance qui demeurera classique par la suite. (18)

Le déroulement du marathon est actuellement soutenu par une véritable organisation. Cela s'explique par les différents aspects qu'il comporte aujourd'hui :

- aspect économique
- aspect sociologique
- aspect physiologique.

Ainsi, dans presque toutes les grandes villes du monde, on assiste aujourd'hui à l'organisation de... marathons parmi lesquels on peut citer :

- le marathon de Moscou
- le marathon de Tokyo
- le marathon de Paris
- le marathon de New York
- le marathon de la francophonie à Niamey.

Sur le plan africain, le nombre de marathons augmente sans cesse à l'image de ceux du reste du monde.

Ainsi nous pouvons citer entre autres :

- le marathon de Marrakech (Maroc)
- le marathon de Douala (Cameroun)
- le marathon du Hoggar (Algérie)
- le marathon international de Dakar (Sénégal),

Concernant celui de Dakar sur lequel porte cette étude, il était à sa troisième édition. En 1989, la quatrième édition s'est déroulée. Depuis sa création en 1986, il a au fil des années gagné en ampleur, sur le plan national surtout.

En effet, de plus en plus, on assiste à une augmentation impressionnante du nombre de sénégalais qui prennent part à cette épreuve, qui présente des contraintes physiques importantes.

1.2.- Aspect technique

1.2.1.- Organisation générale du Marathon

Selon le Docteur Jean Pierre de MONDENARD dans le magazine *Jogging International* (17), l'organisateur du marathon doit respecter certains commandements pour le bon déroulement de l'épreuve.

./...

1.2.1.1.- Les Conditions climatiques

Pour donner le départ de la course, il faut s'assurer des valeurs de la température ambiante et de l'humidité de l'air.

La température ambiante, si elle dépasse 28°C peut devenir un facteur de risque pour les athlètes. De même si le degré hygrométrique est élevé, les possibilités d'évaporation de la sueur, donc l'élimination de la chaleur sont limitées.

Ainsi, on retiendra comme barrière à ne pas franchir sous peine de s'exposer à des accidents liés aux troubles de la thermorégulation, les chiffres de la température ambiante et de l'humidité relative indiqués dans le tableau suivant (17)

Température de l'air (°C)	Humidité relative (%)
28	40
26	50
24	60
22	70
20	80
18	90
16	100

./...

1.2.7.1.- Aspect technique de l'organisation

Toujours dans le souci de mettre les marathoniens dans de bonnes conditions de performance, l'organisation de l'épreuve ne peut se faire sans le respect de certains points techniques qui ont une base physiologique vérifiée.

Ainsi, sur le parcours où l'épreuve se déroule, il devra nécessairement y exister :

- Des postes de ravitaillement

Ils seront placés à tous les cinq kilomètres. Ils devront fournir aux athlètes des boissons faiblement sucrées (moins de 25 grammes par litre d'eau) et minéralisées (moins de 10 meq de chlorure de sodium et 5 meq de potassium par litre d'eau)

- Des postes d'épongement

Ils sont eux-aussi placés à tous les cinq kilomètres dans l'intervalle des postes de ravitaillement. Ils offrent la possibilité aux concurrents de se rafraîchir en s'aspergeant le visage et les membres et de s'éponger ensuite.

- Un personnel médical

Il devra être suffisamment nombreux et compétent pour traiter les éventuels accidents.

- Un jury : qui est ainsi composé :

- un directeur de réunion
- un directeur technique
- un jury arrivée
- un jury de chronométreurs qui notent les temps réalisés
- un speaker chargé d'informer les spectateurs et les athlètes
- des commissaires de course qui supervisent l'ensemble de l'épreuve
- des jalonneurs qui guident les athlètes dans la reconnaissance du parcours
- des officiels aux postes de ravitaillement et d'épongement.

Ces points doivent être l'objet d'une attention particulière. En France par exemple, la réglementation des courses sur route a fait l'objet d'un arrêté ministériel (17) datant du 19.10.1978 dans lequel il est dit ceci :

: le ravitaillement

- a)- lieu : postes tous les 5 kilomètres environ à partir du 6ème kilomètre et à l'arrivée, en des endroits signalés et adaptés.
- b)- composition : liquides (eau, thé, glucose, boisson énergétique) en fonction des conditions climatiques et en quantité suffisante en fonction du nombre de concurrents.

Substances solides (sucre, fruits frais et secs...)

- c)- Personnel : les concurrents qui le désirent doivent pouvoir confier à l'organisation un ravitaillement personnel qui sera déposé au poste souhaité en un emplacement réservé à cet effet placé bien en évidence.

: l'épongement

- a)- lieux : Postes tous les 5 kilomètres environ dans l'intervalle des lieux de ravitaillement, et répondant aux mêmes normes de situation.
- b)- composition : éponges en quantité suffisante et eau potable. Prévoir un bac de rinçage des éponges utilisées.

2.2.- Quelques records du marathon

Le record du monde du marathon est de 2H 06' 50" et il est détenu par l'éthiopien Belayneh Dinsamo.

Celui d'Europe est de 2H 07' 12" réalisé par le portugais Carlos LOPEZ.

Le meilleur temps au cours des différentes éditions du Marathon International de DAKAR est de 2H 20' 33" réalisé par Gabriel M.J.NDOUR de l'association sportive des Forces Armées (A.S.F.A.).

CHAPITRE II.- QUELQUES ASPECTS PHYSIOLOGIQUES DU MARATHON
=====

2.1.- Thermorégulation au cours du marathon

La thermorégulation est l'ensemble des facteurs qui interviennent pour le maintien de la température centrale à un niveau compatible avec le fonctionnement de l'organisme.

Cette valeur est en moyenne de 37°C.

Selon P.O. Astrand et K.Rodahl (1), l'homme protégé par des vêtements, peut tolérer des températures ambiantes comprises entre 50°C et 100°C, grâce aux mécanismes de régulation thermique.

Par contre, il est incapable de supporter une variation de plus de 4°C de sa température centrale.

2.1.1.- La production de chaleur

Au cours d'un marathon, la chaleur produite provient essentiellement de trois sources (19) :

- la combustion des carburants (glucoses, acides gras et acides aminés)
- la contraction musculaire elle-même
- la réception au sol qui provoque une conversion de l'énergie mécanique en chaleur.

A cet effet, Fox et Mathews (9) ont montré qu'au cours de l'exercice musculaire, un athlète de 80 kilogrammes qui consomme deux litres d'oxygène par minute, produit une quantité de chaleur égale à 580 kilo-calories.

Toute cette chaleur produite provoque un surchauffement normal de l'organisme et la température corporelle peut prendre sans grands risques des valeurs comprises entre 37,5 et 39,5 degrés celsius.



Si l'Homme ne possédait aucun système de refroidissement, toute la chaleur produite s'accumulerait dans son organisme dont la température augmenterait de façon considérable. Devant cette contrainte thermique endogène, il est nécessaire que l'organisme perde de la chaleur pendant la course pour rester dans cette fourchette (37,5 - 39,5°C).

2.1.2. - Les facteurs conditionnant le refroidissement

Le refroidissement pendant la course dépend de trois conditions :

- l'ensoleillement,
- la température de l'air ambiant ,
- l'humidité relative de l'air ambiant ou degré hygrométrique.

Avec la valeur de la température ambiante et celle de l'humidité relative de l'air, on définit des conditions de refroidissement faciles, difficiles et impossibles (figure 1).

La capacité de refroidissement d'un marathonien varie d'un sujet à l'autre. Elle tient à différents facteurs parmi lesquels :

- les dimensions corporelles et le pourcentage de graisses dans le poids corporel,
- le volume de liquide extracellulaire, le volume de sang et les capacités du système circulatoire,
- le nombre de glandes sudoripares, leur capacité à produire de la sueur et le type de sueur qu'elles secrètent.

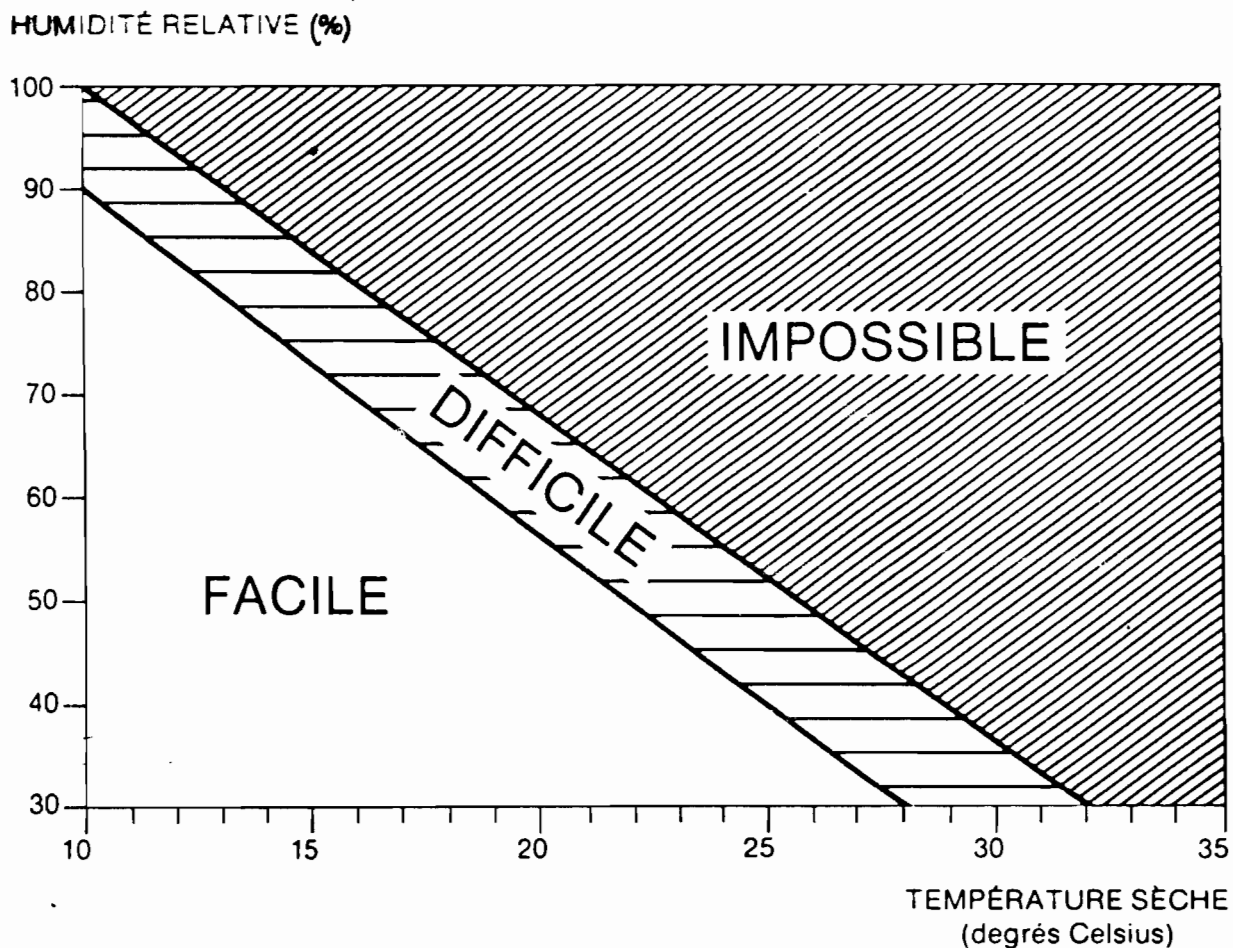


Figure 1 : Conditions de refroidissement en fonction de la température sèche et de l'humidité relative de l'air chez le marathonien.

Exemple : Pour une température sèche de 21°C, une humidité relative de 39% correspond à des conditions de refroidissement facile et une humidité relative de 75% correspond à des conditions de refroidissement impossibles.

2.1.2.1. : Les dimensions corporelles et le pourcentage de graisses dans le poids corporel.

La surface corporelle augmentant comme le carré des dimensions corporelles, "le petit" coureur a donc plus de potentialité que le coureur "grand".

De même, l'athlète qui a un pourcentage de graisses bas, a plus de facilités pour lutter contre l'augmentation de sa température (19).

2.1.2.2.-: Le volume de liquide extracellulaire, le volume de sang et les capacités du système circulatoire

Dans l'organisme du coureur, la chaleur produite par les muscles est transportée par le sang vers la peau où elle est dissipée.

Cela est rendu possible grâce à une augmentation du débit cardiaque distribué aux vaisseaux de la peau.

2.1.2.3.-: Le nombre de glandes sudoripares, leur capacité à produire de la sueur et le type de sueur qu'elles secrètent.

La quantité totale de glandes sudoripares varie beaucoup d'un individu à un autre. Un sujet normal en possède deux à trois millions environ.

Certains sujets en sont totalement dépourvus. Cela fait qu'ils sont très vulnérables à la chaleur et ne sont pas aptes pour la course sur route.

La sueur qui participe au refroidissement de l'organisme pendant la course est produite par les glandes sudoripares écrines.

Elles sont plus nombreuses et leur densité est la plus forte au niveau de la paume des mains et de la plante des pieds.

Les individus qui sont adaptés aux climats chauds ont plus de glandes sudoripares que ceux ayant toujours vécu dans les régions tempérées (19).

Cependant, il semble que le type de climat où l'individu a passé son enfance détermine également la densité de ses glandes sudoripares, indépendamment de sa race. Il est à noter qu'une trop grande production de sueur peut être un désavantage puisqu'elle s'accompagne d'une perte d'eau et de sels minéraux (19).

2.1.3.- Le refroidissement du coureur

Le refroidissement est consécutif à une déperdition de chaleur qui s'effectue tout au long de la course par :

- radiation
- conduction
- convection
- évaporation.

L'évaporation a elle seule, dissipe une grande partie de la chaleur produite au cours de l'exercice.

En effet, la transformation de la sueur produite à la surface de la peau en gaz, nécessite une certaine quantité d'énergie sous forme de chaleur qui, quand elle est utilisée, entraîne un refroidissement de l'organisme.

Ainsi, pour chaque gramme de sueur évaporée, est associée une perte d'environ 0,580 kilo-calorie de chaleur. Ce refroidissement peut faire perdre à l'organisme des quantités d'eau non négligeables.

Toutefois, selon Kerslake (14), la sueur produite commence à ruisseler sur la peau lorsque la production dépasse un tiers de la capacité maximale d'évaporation.

2.1.4.- : Les modifications de l'équilibre hydro-électrolytique .

Avant la course, le coureur possède une certaine quantité d'eau et d'électrolytes qui a tendance à se réduire au fur et à mesure que l'épreuve se déroule.

2.1.4.1.- : La déperdition hydrique :

Au cours du marathon, comme il a été mentionné plus haut, l'organisme perd de l'eau par sudation au niveau de la peau et par ventilation respiratoire.

Les pertes d'eau par la voie respiratoire sont en fonction du débit ventilatoire. Cependant il faut noter l'action déterminante de la température et de l'humidité de l'air inspiré

Selon P.O.Astrand et K.Rodahl (1), ces déperditions hydriques par voie respiratoire sont à peu de choses près compensées par l'eau produite lors des phénomènes oxydatifs.

./...

2.1.4.2.- : Le déficit hydrique :

Les sudations profuses avec déperdition hydrique importante au cours du marathon, peuvent provoquer un déficit hydrique au niveau de l'organisme, et être à l'origine d'une déshydratation. La priorité de la thermorégulation par rapport à la teneur en liquide de l'organisme, accentue ce déficit hydrique, qui peut même devenir dangereux si l'individu évolue en ambiance chaude sans possibilité d'approvisionnement en eau.

A cet effet, Costill et Fink, ont mesuré une diminution de 16 à 18% du volume plasmatique lors d'une déshydratation correspondant à une diminution de 4% du poids corporel (5). D'après les études de P.O.Astrand et K.Rodahl (1), la déshydratation diminue l'endurance.

Par ailleurs, Gisolfi et Copping (10) ont pu montrer également chez les sujets déshydratés une augmentation de température rectale directement proportionnelle à la quantité d'eau perdue. (Figures II et III)

Au cours du marathon, la sudation peut être intense atteignant deux litres par heure, dans certains cas.

2.1.4.3.- La déperdition électrolytique

La sueur produite au cours du marathon entraîne avec elle du chlorure de potassium et du chlorure de sodium. Ce qui peut provoquer des troubles graves. L'hypokaliémie au cours de la course est à l'origine des crampes et d'asthénie physique (8).

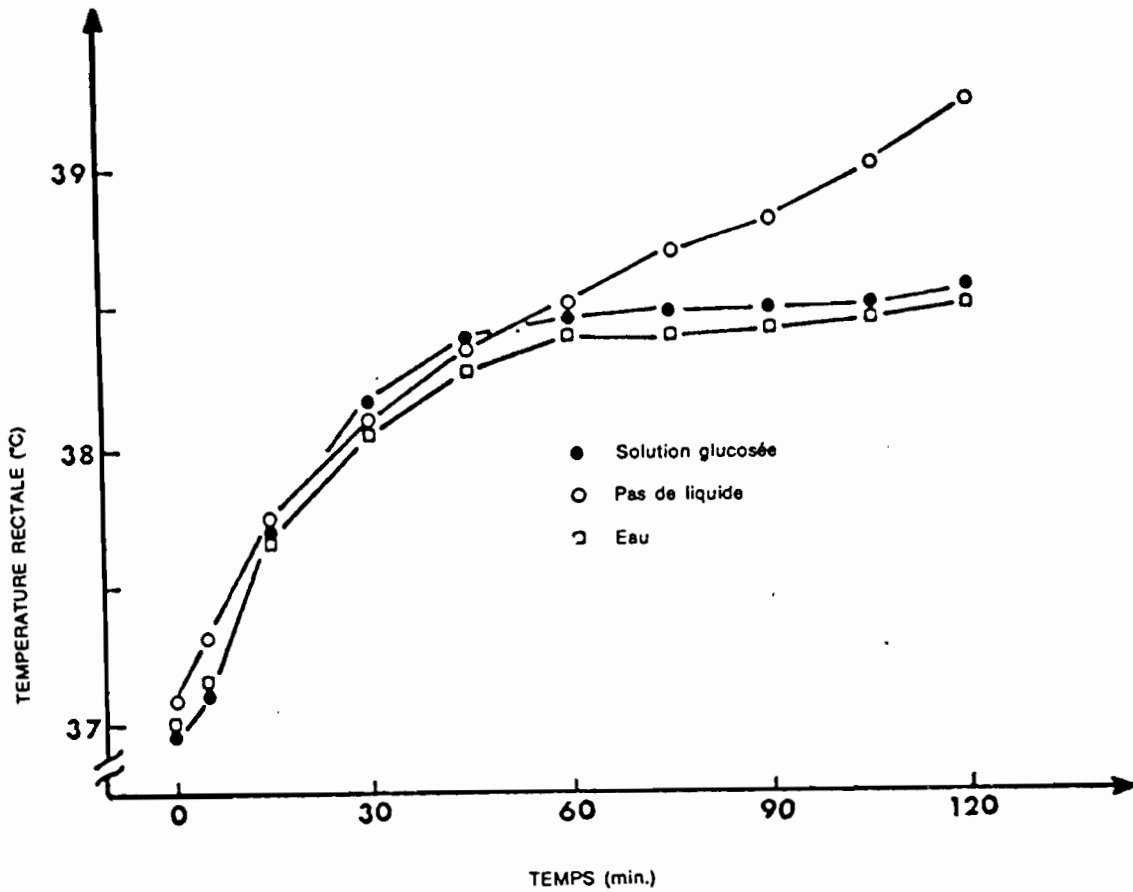


Figure II : Effet de l'ingestion ou non de liquide sur l'évolution de la température centrale au cours d'un exercice de longue durée.

- La non ingestion ou la perte excessive de liquide au cours de l'épreuve entraîne une augmentation considérable de la température centrale chez l'athlète.

2.2.- Evolution des grandeurs cardio-circulatoires au cours du marathon

On note une adaptation de toutes les grandes fonctions de l'organisme au cours du marathon. Celle de la fonction cardio-circulatoire en est la plus évidente.

2.2.1.- La pression artérielle du marathonien

2.2.1.1.- Valeur de repos :

La pression artérielle mesurée au repos par méthode manométrique indirecte, ne présente pas de corrélation significative avec l'endurance.

L'effet de l'entraînement chez le coureur de marathon est un abaissement de sa pression artérielle diastolique, la systolique ne variant presque pas (6).

2.2.1.2.- Pression artérielle au cours du marathon

Au cours du marathon, on note surtout une diminution de la pression artérielle diastolique.

Cette modification est surtout due à la vasodilatation active qui s'effectue au niveau des territoires en activité. La vasodilatation observée, est consécutive à la baisse de la pression partielle de l'oxygène et à l'augmentation de la pression partielle du gaz carbonique, à l'acidose locale et à la libération de bradykinine et d'histamine.

Autant de facteurs qui sont capables de modifier l'endothélium des artérioles.

2.2.2.- La fréquence cardiaque du marathonien

2.2.2.1.- Valeurs de repos :

Chez un sujet sédentaire en position verticale et au repos, la fréquence cardiaque a été évalué à 78batt.min⁻¹ environ.

La même opération faite chez un marathonien de haut niveau peut donner une valeur en dessous de 40 batt.min⁻¹ (6)

Si l'on écarte tous les facteurs susceptibles d'influencer la fréquence cardiaque de repos (environnement, émotion), il apparaît donc que les coureurs de fond présentent une fréquence cardiaque remarquablement basse, aussi bien dans les conditions basales (le matin au réveil) que pendant le simple repos.

A cet effet, D.L.Costill (7) a pu observer une assez bonne corrélation entre les performances au cross-country et les fréquences cardiaques basales ($r=0,61$) et de repos ($r=0,65$).

2.2.2.2.- Fréquence cardiaque au cours du marathon

Au cours du marathon, la fréquence cardiaque augmente dès le début pour atteindre un plateau qui se maintient tout au long de la course (figure III).

Cette augmentation est fonction de l'intensité de la course et du niveau d'entraînement de l'athlète.

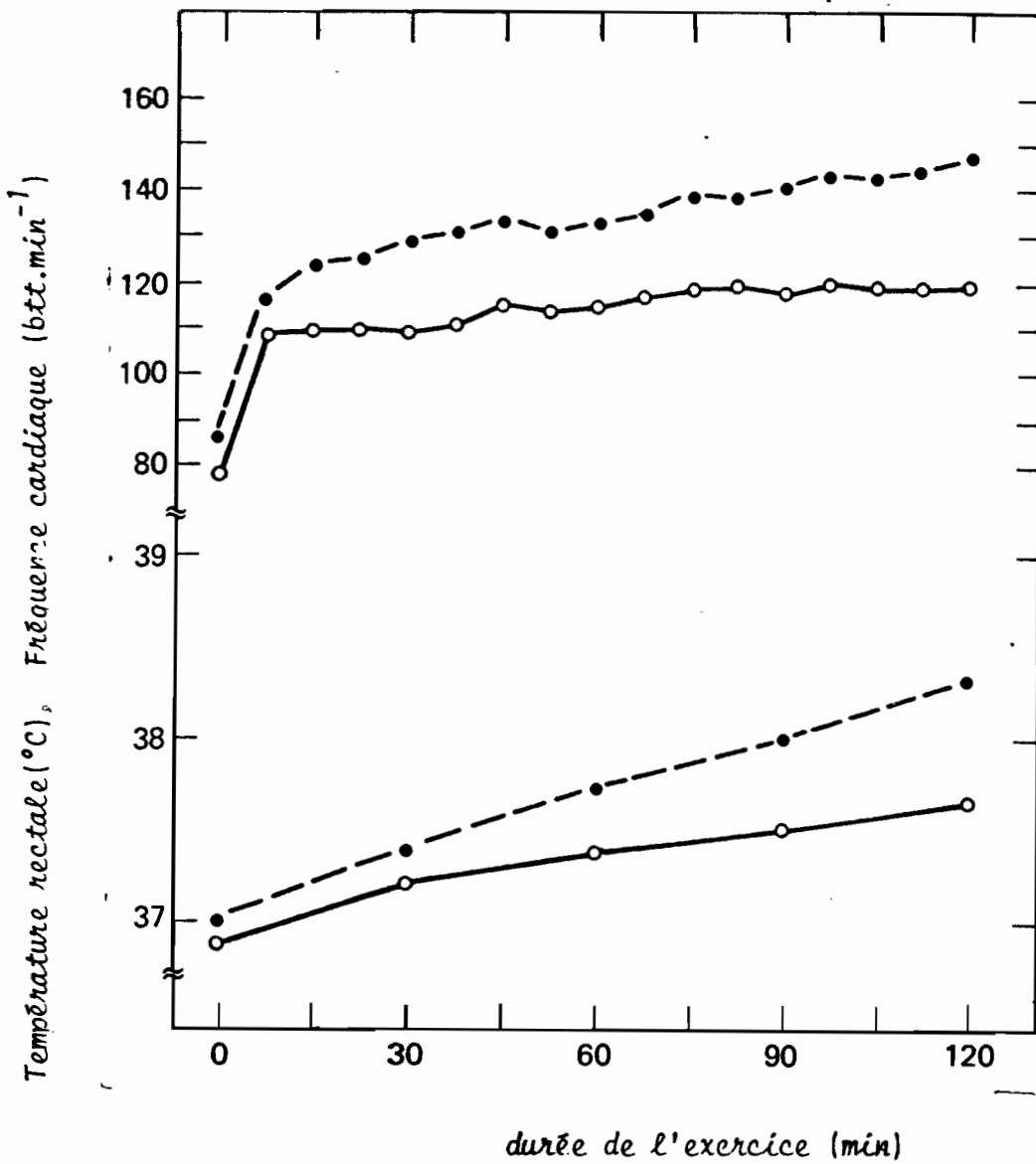


Figure III. - Effets de la déshydratation sur la température rectale et la fréquence cardiaque lors d'un exercice de longue durée.

- prise d'eau
- sans eau

La température rectale et la fréquence cardiaque augmentent plus chez le sujet qui fait l'exercice de longue durée sans prise d'eau que chez celui qui s'approvisionne en eau.

CHAPITRE III.- PROFIL PHYSIQUE DU COUREUR DE MARATHON

3.1.- Caractéristiques morphologiques

Le coureur de marathon a une morphologie qui lui est particulière.

En 1889 déjà, la dimension physique était considérée comme primordiale à la réussite aux courses de fond, ce qui laisse supposer que le succès dans certaines disciplines sportives est étroitement lié à une morphologie spécifique.

Par la suite, des études faites séparément par D.L.Cosmill, T.K.Cureton et J.H.Currens, ont permis de connaître davantage le poids, la taille et la composition corporelle idéaux du coureur de marathon (6).

Dès lors, les problèmes de l'orientation et de la sélection ont suscité de nombreuses recherches anthropométriques.

Ainsi, le constat a été fait sur la ressemblance de certains traits dominants chez les pratiquants de différentes spécialités sportives.

Les coureurs de longue distance comme le marathon sont en général de taille relativement petite (168 centimètres en moyenne), leur musculature est longue et grêle et leur poids est faible. Il faut cependant remarquer que le succès au marathon est plus en relation avec le poids qu'avec la taille (6). Cela est dû au fait qu'un excès de poids impose au coureur une dépense d'énergie supplémentaire tout au long du parcours, ce qui a pour effet la diminution du potentiel d'endurance de l'athlète.

Un autre élément biométrique important chez le marathonien est la teneur corporelle en graisse. Elle est faible.

La course sur route de longue durée et l'exercice musculaire soutenu en général augmentent la lipolyse et l'utilisation des acides gras. Ils peuvent donc contribuer à réduire le volume du tissu adipeux qui a tendance à s'accumuler chez le sujet sédentaire.

Le degré d'adiposité peut être mesuré au niveau des plis cutanés à l'aide d'un "compas de SKINFOLD CALIFER".
* Des recherches plus récentes ont permis de l'évaluer par mesure de la densité corporelle par immersion.

Chez Frank Shorter, vainqueur du marathon aux jeux olympiques de 1972 à Munich et médaillé d'argent à cette épreuve en 1976 à Montréal, on a pu noter par ce procédé une teneur corporelle en graisse de 1,6% (6) par rapport aux sédentaires qui peuvent avoir en moyenne 17%.

Les mesures réalisées chez les coureurs de haut niveau permettent de penser que chez ces individus très entraînés, les chances de succès sont plus élevées si la teneur en graisse est inférieure à 5% du poids du corps (6).

3.2.- La Capacité aérobie

Souvent appelée aptitude aérobie, elle représente l'efficacité du système de transport de l'oxygène depuis les poumons jusqu'aux tissus et des processus énergétiques aérobie. Elle est résumée par la formule suivante (15).

$$\text{Capacité aérobie} = \dot{V}O_2 \text{ max} \times \text{Rendement mécanique} \times \text{endurance aérobie.}$$

Le rendement mécanique est évalué en mesurant le coût énergétique de la course.

./...

L'endurance aérobie représente la capacité de maintenir le pourcentage le plus élevé de $\dot{V}O_2\text{max}$ le plus longtemps possible.

Le $\dot{V}O_2\text{max}$ ou consommation maximale d'oxygène est le volume maximal d'oxygène utilisé par unité de temps.

3.2.1.- Consommation maximale d'oxygène ($\dot{V}O_2\text{max}$) et performance au marathon

Le marathon est une course dans laquelle, la consommation maximale d'oxygène ($\dot{V}O_2\text{max}$) de l'athlète est un facteur non négligeable pour la réalisation de performance.

Il faut noter cependant que la condition physique est en majeure partie le fait d'aptitude naturelle. Les grandeurs anthropométriques, spirométriques, les conditions socio-économiques dans lesquelles vivent les athlètes sont différentes d'un athlète à l'autre dans une même race, et d'une ethnie à l'autre.

L'entraînement foncier ne peut améliorer le $\dot{V}O_2\text{max}$ que de 20% environ et sa valeur maximale est relevée à l'âge de 20 ans.

Des valeurs élevées de $\dot{V}O_2\text{max}$ ne sont pas synonymes de performances.

Les facteurs psychologiques y jouent un rôle prédominant. La volonté, le désir de vaincre, la motivation, le courage sont autant d'éléments capables de faire gagner un sujet dont le $\dot{V}O_2\text{max}$ n'est pas des plus élevés.

./...

Selon Costill [6], passé l'âge de 30-32 ans, le déclin des performances s'explique par la diminution progressive de l'aptitude à consommer de l'oxygène pendant l'exercice (figure IV).

Cela montre la part du $\dot{V}O_2\text{max}$ dans la performance.

Par ailleurs, François Peronet et Coll [19] affirment que les coureurs de marathon et de fond possèdent des consommations maximales d'oxygène beaucoup plus élevées que la moyenne, qui est de 46 millilitres par kilogramme de poids corporel et par minute, mais généralement, un peu plus basses que celles des coureurs de demi-fond. Le coureur de marathon doit ainsi combiner une consommation maximale d'oxygène ($\dot{V}O_2\text{max}$) élevée et une bonne endurance.

3.2.2.- Évaluation de la consommation maximale d'oxygène ($\dot{V}O_2\text{max}$)

Il faut noter ici l'existence de plusieurs méthodes pour évaluer la consommation maximale d'oxygène. Nous noterons entre autres celle d'Astrand et Ryhming qui nécessite l'utilisation d'une bicyclette ergométrique et celle de Cooper qui se fait sur piste.

La méthode la plus au point et qui correspond le plus à la réalité, est celle de la course navette sur vingt mètres, mise au point par Luc Léger [15].

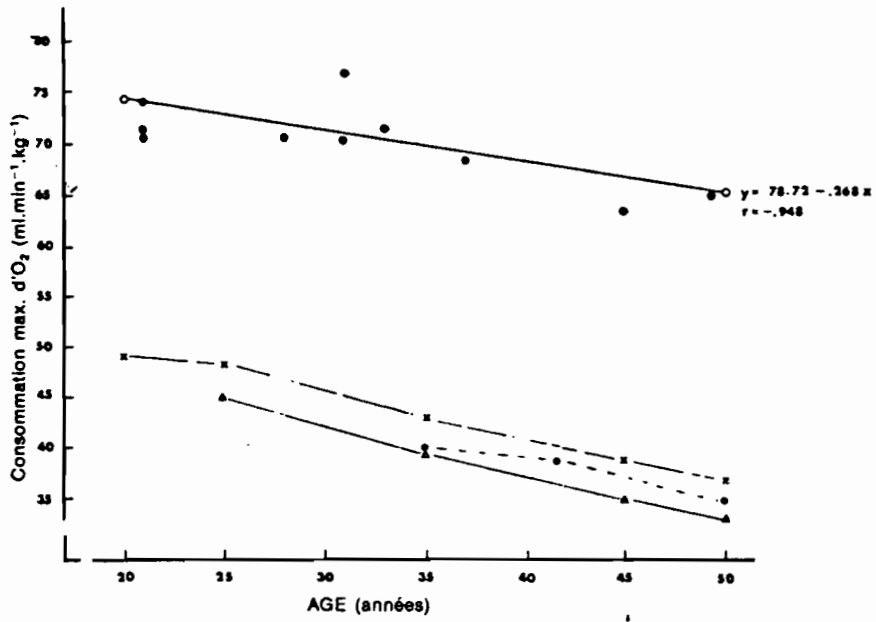


Figure IV : Comparaison de la consommation maximale d'Oxygène en fonction de l'âge chez un sujet normalement actif (cercles vides) et chez un marathonien (cercles pleins).

CHAPITRE IV.- MATERIEL ET METHODE
=====

4.1. - Les sujets

Cette étude a été faite sur douze sujets, tous sénégalais de sexe masculin, dont l'âge était compris entre 19 et 32 ans, avec un âge moyen de 25 ans. Ils se répartissaient de la manière suivante :

- trois athlètes de l'Association sportive des Forces Armées (A.S.F.A.)
- huit athlètes qui avaient compété à titre individuel
- un athlète de l'Association sportive et culturelle "Les Saltigués" de Rufisque.

Sur la population étudiée, huit (8) étaient à leur premier marathon. Les autres étaient des habitués de l'épreuve. Ils avaient tous pris part aux différentes courses de motivation pour la préparation de ce marathon. Les athlètes étaient tous de nationalité sénégalaise et ont toujours vécu dans la zone intertropicale. Cela nous permettait de les considérer comme parfaitement adaptés au climat chaud.

Ils avaient subi une visite médicale d'aptitude qui était un préalable à leur participation à la compétition.

4.2. - Les Conditions climatiques

L'épreuve s'était déroulée le matin du 17 janvier 1988 à 9 heures, période de la journée où les conditions climatiques sont les plus clémentes.

La température ambiante moyenne était de 20° C, l'humidité de l'air de 55% et l'ensoleillement faible.

Tous ces facteurs avaient fait que le marathon s'était déroulé dans des conditions climatiques permettant une thermorégulation correcte pour tous les coureurs.

4.3.- Le niveau d'entraînement des athlètes

L'ensemble des sujets sur lesquels notre étude a été faite, étaient des sportifs confirmés pratiquant régulièrement depuis cinq ans au moins une activité physique d'endurance dans leur club respectif ou s'adonnant à la course sur route.

Outre leur niveau de pratique sportive, ils se sont préparés à ce marathon de manière spécifique sur une durée moyenne de trois mois, d'octobre à décembre. Les courses de motivation organisées par la Fédération sénégalaise d'Athlétisme (FSA) avaient constitué des occasions de tester leur niveau d'entraînement.

4.4.- Matériel utilisé

Nous nous étions servis :

- de trois thermomètres à mercure gradués au 1/10^e de degré pour la mesure de la température centrale par prise rectale.
- d'un tensiomètre à mercure et d'un stéthoscope pour la prise de la pression artérielle
- d'un chronomètre pour la détermination de la fréquence cardiaque par la prise du pouls.

4.5.- Protocole

L'expérimentation avait consisté en trois séries de mesures. Au cours de chacune d'entre elles, la pression artérielle, la fréquence cardiaque et la température centrale avaient été prises chez chacun des sujets.

./...

La première mesure s'était déroulée lors de la visite médicale d'aptitude à dix heures du matin.

La deuxième avait été faite juste à l'arrivée du marathon au Stade Iba Mar Diop, dans une salle aménagée pour la circonstance.

En fin, la troisième était effectuée vingt quatre heures après l'épreuve toujours à dix heures du matin.

Les différents lieux de mesure étaient toujours ouverts à l'extérieur, ce qui faisait que la température qui y régnait avoisinait celle de l'ambiance extérieure.

Lors des prises de la température centrale, de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle, les sujets étaient tous en position couchée et au repos depuis trente minutes sauf pour les mesures faites après le marathon à l'arrivée.

Nous nous étions assurés du retour du mercure à son niveau zéro dans le thermomètre avant toute nouvelle prise de la température rectale.

Les mesures avaient été faites et relevées par deux seules et mêmes personnes.

4.6.- Calculs statistiques

La distribution de notre population, pour les différents paramètres étudiés, suit une Loi normale ; ce qui nous autorisait à utiliser la moyenne et l'écart type comme méthode d'exploitation statistique de nos résultats. (2, 11)

La comparaison des moyennes a été faite par le test de STUDENT qui donne pour onze degrés de liberté (11dl), la valeur critique $t_{0,01} = 3,106$

si $t < 3,106$, la différence n'est pas significative
si $t > 3,106$, la différence est significative.

Par ailleurs, nous avons constaté l'existence de relations entre certaines grandeurs et le temps réalisé à l'arrivée.

Aussi, avons-nous effectué l'étude de la corrélation entre le temps réalisé et les valeurs de la fréquence cardiaque, de la pression artérielle systolique, de la pression artérielle diastolique et de la température centrale, recueillies immédiatement à l'arrivée du marathon.

Nous avons utilisé le calcul du coefficient de corrélation (r) de PEARSON et de la variance commune qu'il présente.

Le coefficient de corrélation variant entre les valeurs -1 et $+1$;

- si $r = -1$, la corrélation est maximale et les deux variables étudiées varient en sens contraire.
- si $r = 0$, il n'y a pas de corrélation entre les deux variables étudiées.
- si $r = +1$, la corrélation est maximale et les deux variables étudiées varient dans le même sens.
- si $r < |0,5|$, la corrélation est mauvaise
- si $|0,5| < r < |0,8|$ la corrélation est moyenne.
- si $r > |0,8|$ la corrélation est bonne.

CHAPITRE V.- RESULTATS

5.1. Présentation des Résultats

	F.C (batt.min ⁻¹)	P.A.S (m.Hg)	P.A.D (m.Hg)	T _{re} (°C)
1	56	13	9	36,15
2	76	12	9	36,20
3	80	13	7	37,80
4	66	13,5	8,5	37,00
5	60	13	9	37,30
6	52	11	7	36,90
7	48	13	8	36,10
8	40	13	7	36,45
9	60	12	7	36,00
10	52	12	8	36,60
11	64	10	8	36,60
12	56	10	6	37,30

Tableau I : Valeurs individuelles de repos de la fréquence cardiaque (F.C), de la pression artérielle systolique (P.A.S), de la pression artérielle diastolique (P.A.D) et de la température rectale (T_{re}) des 12 athlètes examinés avant le marathon le matin.

Rang	Temps réalisé	F.C (batt min ⁻¹)	P.A.S (m Hg)	P.A.D (m.Hg)	Tr _{re} (°C)	
1	1er	2H 34'27"	100	17	10	39,7
2	2è	2H 40'28"	112	15	7	39,8
3	6è	2H 53'12"	100	12	7	39
4	13è	3H 03'22"	84	9	6	37,2
5	24è	3H 13'47"	92	10	6	38,2
6	29è	3H 20'18"	84	11	6	37,85
7	55è	3H 30'06"	96	10	7	38,2
8	57è	3H 33'40"	72	11	7	36,95
9	68è	3H 43'47"	88	12	8	37,85
10	86è	3H 58'48"	88	11	7	37,4
11	111è	4H 17'55"	84	10	7,5	38,3
12	139è	4H 58'48"	80	10	8	38,93

TABLEAU II : Valeurs individuelles immédiatement à l'arrivée du marathon, de la fréquence cardiaque (F.C), de la pression artérielle systolique (P.A.S), de la pression artérielle diastolique (P.A.D) et de la température rectale (Tr_{re}) en fonction du rang et du temps réalisé.

Rang	Temps réalisé	F.C (batt.min ⁻¹)	PAS (mm Hg)	PAS (mm Hg)	T _{re} (°C)
1	2H 34'27"	64	12	8	36,85
2	2H 40'28"	68	12	8	37,1
3	2H 53'12"	68	12	8,5	37,45
4	3H 03'22"	64	12	8	36,2
5	3H 13'47"	76	12	7,5	37,2
6	3H 20'18"	60	11	7	37,5
7	3H 30'06"	76	13	9	37,25
8	3H 33'40"	44	12	8	36,60
9	3H 43'47"	60	11	8	36,8
10	3H 58'48"	60	12	8	37,2
11	4H 17'55"	52	12	7	37,15
12	4H 59'48"	56	10	7	37,5

TABLEAU III : Valeurs individuelles vingt quatre heures après le marathon, de la fréquence cardiaque(FC), de la pression artérielle systolique(PAS), de la pression artérielle diastolique (PAD) et de la température rectale (T_{re}) en fonction du rang et du temps réalisé.

		Fréquence cardiaque (batt.min ⁻¹)	Pression artérielle systolique (m.Hg)	Pression artérielle diastolique (m.Hg)	
Avant marathon					
T.A. 19,9°C-21,4°C	Moyenne	58,32	12,12	7,79	
H : 73% - 83%	Ecart Type	+ 10,21 -	+ 1,15 -	+ 0,94 -	
A l'arrivée du marathon					
T.A. 19°C - 20°C	Moyenne	90	11,5	7,20	
H: 55%	Ecart Type	+ 10,26 -	+ 2,21 -	+ 1,06 -	
Variations des différentes gran- deurs étudiées		Moyenne	+ 31,68 = 18,47%	- 0,62 = 0,07%	- 0,59 (= 0,04%)
		Ecart Type	+ 10,23 -	+ 1,68 -	+ 1,63 -
Degré de signification		P < 0,01	N.S.	N.S.	

TABLEAU IV : Valeurs de la fréquence cardiaque (F.C), de la pression artérielle systolique (PAS) et de la pression artérielle diastolique (PAD) avant le marathon et immédiatement à l'arrivée.

A chacune des prises correspond une valeur de la température ambiante (T,A) en degré celsius (°C) et la valeur de l'humidité de l'air (H) en pourcentage (%).

		Fréquence cardiaque (batt.min ⁻¹)	Pression artérielle systolique (m.Hg)	Pression artérielle diastolique (m.Hg)
Avant le marathon				
T.A : 19,9°C 21,4°C	Moyenne	58,33	12,12	7,79
H : 73% - 83%	Ecart Type	+ 10,21 -	+ 1,15 -	+ 0,94 -
24 H après le marathon T.A. 18,7°C				
	Moyenne	62,33	11,75	7,83
H: 56 %	Ecart Type	+ 8,66 -	+ 0,72 -	+ 0,58 -
Variations des différents pa- ramètres étu- diés				
	Moyenne	4 = 0,02 %	- 0,37 = 0,04%	+ 0,04 (= 0,003%)
	Ecart Type	+ 9,43 -	+ 0,93 -	+ 1,39 -
Degré de signification!		N S	N.S	N.S.

TABEAU V : Valeurs de la fréquence cardiaque (FC), de la pression artérielle systolique (PAS) et de la pression artérielle diastolique (PAD) avant le marathon et vingt quatre heures après. A chacune des prises, les valeurs de la température ambiante (TA) en degré celsius et de l'humidité de l'air (H) en pourcentage ont été relevées.

		Température rectale (°C)
Avant le marathon		
T.A. : 19,9°C-21,4°C	Moyenne	36,7
H : 73% - 83%	Ecart Type	+ 0,54 -
A l'arrivée du marathon TA : 19°C-20,5°C		
	Moyenne	38,3
H : 55 %	Ecart Type	+ 0,87 -
Augmentation de la température rectale (°C)		
	Moyenne	1,6 (=0,58%)
	Ecart Type	+ 0,70 -
Degré de signification		P < 0,01

TABLEAU VI : Valeurs de la température rectale (T_{re}) avant le marathon et immédiatement à l'arrivée du marathon. A chacune des prises correspond une valeur de la température ambiante (TA) et la valeur de l'humidité de l'air (H) en pourcentage (%).

		Température rectale (°C)
Avant le marathon	Moyenne	36,7
T.A : 19°C - 21,4°C		
H : 73% - 83%	Ecart Type	± 0,54
24 H après le mara- thon T.A : 18,7°C	Moyenne	37,14
H : 56%	Ecart Type	± 0,33
Augmentation de la température recta- le (°C)	Moyenne	0,44 (=0,6%)
	Ecart Type	± 0,43
Degré de signification		N.S.

TABLEAU VII : Valeurs de la température rectale (T.re) avant le marathon et 24 heures après le marathon à 10 H.

A chaque prise, les valeurs de la température ambiante (T.A) et de l'humidité de l'air (H) ont été relevées.

Variables mesurées	Temps réalisé (minutes)			
	F.C. (batt.min ⁻¹)	P.A.S. (cm.Hg)	P.A.D (cm Hg)	T.re (°C)
Coefficient de correlation	0,69	0,57	0,02	0,29
Variance com- mune ($r^2 \times 100$) (%)	47,61%	32,49%	0,04%	8,41%

TABLEAU VIII : Présentation des résultats de la corrélation entre le temps réalisé et la Fréquence cardiaque (FC), la pression artérielle systolique (PAS), la pression artérielle diastolique (PAD) et la température rectale (T.re.)
Sur la dernière ligne sont présentées les valeurs de la variance commune.

5.2.- COMMENTAIRE DES RESULTATS

5.2.1.- La fréquence cardiaque

5.2.1.1.- Valeurs avant le marathon et immédiatement à l'arrivée :

La moyenne de la fréquence cardiaque à l'arrivée du marathon (90 batt.min⁻¹) est significativement plus élevée ($P < 0,01$) que celle qui était enregistrée avant le marathon (58,32 batt.min⁻¹).

Ceci se traduit par une augmentation en valeur absolue de la fréquence cardiaque, de 31,68 batt min⁻¹, soit en valeur relative 18,47%.

5.2.1.2 .- Valeurs avant le marathon et vingt quatre heures après :

Vingt quatre heures après le marathon, la fréquence cardiaque est pratiquement revenue à sa valeur de base, c'est-à-dire celle qui a été relevée avant le marathon (62,33 batt.min⁻¹ contre 58,33 batt.min⁻¹).

5.2.2.- La pression artérielle systolique

5.2.2.1.- Valeurs avant le marathon et immédiatement à l'arrivée :

Par rapport à sa valeur avant le marathon (12,12 cm.Hg) la moyenne de la pression artérielle systolique à l'arrivée connaît une légère diminution de 0,62 cm.Hg en valeur absolue, soit 0,07% en valeur relative, pour avoir à l'arrivée une valeur de 11,5 cm.Hg.

./...

5.2.2.2.- Valeurs avant le marathon et vingt quatre heures après :

La moyenne de la pression artérielle systolique avant le marathon (12,12 cm.Hg) et celle relevée vingt quatre heures après (11,75 cm.Hg) sont sensiblement identiques.

5.2.3.- La Pression artérielle diastolique

5.2.3.1.- Valeurs avant le marathon et immédiatement à l'arrivée

La moyenne de la pression artérielle diastolique à l'arrivée du marathon (7,20 cm.Hg) n'a pas connu de modification par rapport à sa valeur initiale qui était de 7,79 cm.Hg.

5.2.3.2.- Valeurs avant le marathon et vingt quatre heures après

Vingt quatre heures après le marathon, la pression artérielle diastolique (7,83 cm.Hg), retrouve sa valeur physiologique de repos (7,79 cm.Hg).

5.2.4.- La Température centrale

5.2.4.1.- Valeurs avant le marathon et immédiatement à l'arrivée

La moyenne de la température centrale avant le marathon (36,7°C) est très différente de celle mesurée immédiatement à l'arrivée (38,3°C) ($P < 0,01$).

Une augmentation de 1,6°C en valeur absolue soit 0,58% en valeur relative est notée.

5.2.4.2.- Valeurs avant le marathon et vingt quatre heures après

Après vingt quatre heures de repos, la température centrale retrouve sensiblement sa valeur d'avant marathon.

5.2.5.- La corrélation entre le temps réalisé et les différentes grandeurs mesurées à l'arrivée du marathon.

5.2.5.1.- Corrélation entre le temps réalisé et la fréquence cardiaque

Il y a une corrélation moyenne entre le temps réalisé et la fréquence cardiaque chez les sujets ($r = 0,69$). La variance commune montre que 47,61% des variations observées au niveau du temps sont associées à celles observées pour la fréquence cardiaque.

5.2.5.2.- Corrélation entre le temps réalisé et la pression artérielle systolique.

Cette corrélation est moyenne ($r = 0,57$) et 32,49% des variations observées au niveau du temps de course sont associées à celles observées pour la pression artérielle systolique.

5.2.5.3.- Corrélation entre le temps réalisé et la pression artérielle diastolique.

Il y a une mauvaise corrélation entre ces deux facteurs. Seulement 0,04% des variations observées au niveau du temps de course sont associées à celles notées pour la pression artérielle diastolique.

5.2.5.4.- Corrélation entre le temps réalisé
et la température centrale

Le coefficient de corrélation s'élève à 0,29, ce qui signifie qu'il n'y a pas une bonne corrélation entre les deux facteurs.

En effet, 8,42% seulement des variations observées au niveau du temps de course sont liées à celles relevées concernant la température rectale.

En résumé, seule la corrélation entre le temps réalisé et la fréquence cardiaque est significative.

CHAPITRE VI - DISCUSSION
=====

5.1.- Estimation de la Capacité aérobie des sujets étudiés

5.1.1.- A partir des grandeurs cardio circulatoires de repos

Les valeurs de repos de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle systolo-diastolique sont normales.

On sait qu'elles peuvent être modifiées par le climat chaud qui entraîne une augmentation du rythme cardiaque et une baisse de la pression artérielle diastolique.

Dans notre étude, les mesures ayant été faites à la température de neutralité thermique, les valeurs trouvées sont comparables à celles relevées en climat tempéré. Si l'on regarde de plus près ces grandeurs cardio-circulatoires, on constate que la fréquence cardiaque et la pression artérielle diastolique sont même abaissées par rapport aux valeurs habituellement observées. Ceci traduit un certain degré d'entraînement en faveur de l'amélioration de la capacité aérobie.

Il est maintenant admis par tous les auteurs que les efforts physiques pratiqués de manière soutenue et répétée entraînent chez l'athlète une bradycardie et une baisse de la pression artérielle diastolique résultant respectivement du renforcement du tonus vagal et de la vasodilatation induite par la diminution des résistances hémodynamiques (1,6,16). De plus la fréquence cardiaque est une grandeur qui constitue une référence valable pour apprécier le niveau d'entraînement : plus l'athlète est entraîné, plus sa fréquence cardiaque est basse.

./...

Si l'on tient compte de valeurs trouvées chez de grands coureurs de fond de renommée internationale, il s'avère que nos sujets sont d'un niveau d'entraînement inférieur. En effet, des chiffres de l'ordre de $32 \text{ batt. min}^{-1}$ ont été relevés pour la fréquence cardiaque chez de grands marathoniens (6).

5.1.2.- A partir des performances et des grandeurs cardio-circulatoires à l'issue du marathon

Immédiatement à l'arrivée du marathon, les valeurs atteintes par la fréquence cardiaque et la pression artérielle systolo-diastolique sont celles habituellement observées au terme d'une course de longue durée et d'intensité sous maximale.

Chez aucun de nos sujets, la fréquence cardiaque n'a jamais dépassé la valeur de $112 \text{ batt. min}^{-1}$ et la pression artérielle systolique n'a connu d'élévation que pour les deux premiers. Quant à la pression artérielle diastolique, elle a connu une baisse chez presque tous les concurrents. Pour ce qui concerne le temps mis par les sujets pour couvrir la distance de 42,195 km, les constatations suivantes ont été faites :

- seuls les trois premiers ont réalisés des temps inférieurs à 3 heures et le premier à l'arrivée est à 28 minutes du record du monde.

Une distance moyenne de 9 kilomètres sépare le premier du marathon international de Dakar du recordman du monde de cette épreuve. Ce qui constitue un retard non négligeable.

Ceci nous permet de confirmer ce qui a été déjà avancé quant au niveau d'entraînement des sujets que nous avons étudiés. Dans l'ensemble, il est moyen, en dehors des deux premiers.

5.2.- Thermorégulation au cours du marathon

5.2.1.- Valeurs de repos de la température centrale

Ces valeurs sont dans les limites de la normale. La température centrale mesurée à 9 heures du matin à une température ambiante de 20°C avec un degré hygrométrique de 73% est de 36,7°C. Cette valeur est en concordance avec les valeurs de repos de la température centrale habituellement mesurées en climat tropical, à la température de confort thermique (3). Elles sont aussi comparables aux valeurs trouvées en climat tempéré dans les mêmes conditions de mesure (1, 19).

5.2.2.- Valeurs à l'arrivée du marathon

La température centrale à l'issue du marathon a connu une augmentation notable. Ceci n'est pas un fait nouveau. On sait qu'au cours de toute activité physique et sportive de longue durée, la température rectale connaît une élévation proportionnelle à l'intensité de l'effort et au niveau métabolique engendré par la contraction musculaire prolongée.

Il est à noter que les valeurs atteintes par la température centrale dans notre étude sont inférieures à celles généralement observées dans une épreuve sportive identique (19).

La mesure de la température centrale au cours d'autres marathons de renommée internationale a permis de relever des valeurs de température rectale de l'ordre de 40°C.

Cette différence peut être due à deux facteurs : d'une part la diversité du degré d'entraînement des athlètes étudiés et d'autre part, la performance des coureurs à l'arrivée du marathon.

En effet, notre groupe est très hétérogène et on y retrouve des sujets du 1er au 139^e rang. Ceux qui sont arrivés les premiers et qui sont supposés avoir fait le maximum d'efforts, présentent une température centrale de l'ordre de 40°C.

Cette tendance change très rapidement à partir de la 12^e place. Les valeurs de la température centrale relevées deviennent inférieures à 39°C et des fois, elles descendent même aux alentours de 37°C. Nous retrouvons ainsi une notion bien connue : la température rectale au cours du marathon s'élève dès le début de l'exercice et se maintient au bout de 5 minutes environ à une valeur constante qui persiste pendant toute la course. Elle baisse à la fin de l'exercice pour retrouver sa valeur de base plusieurs heures après l'épreuve.

Le plateau et le retour au calme sont fonction de l'intensité de la course et du niveau d'entraînement des sujets (1).

Les postes de ravitaillement et de réhydratation mis en place lors du marathon international de Dakar ayant été fonctionnels et respectés tout au long du circuit, l'augmentation plus marquée de la température centrale chez les premiers arrivants est à mettre au compte de l'intensité du rythme de course et du niveau d'entraînement. Ceci est d'autant plus vrai que la meilleure corrélation trouvée entre le temps réalisé lors de l'épreuve et les différentes grandeurs mesurées à l'arrivée concernait la relation temps réalisé - fréquence cardiaque.

5.2.3.- Etude de la thermorégulation vingt quatre heures après le marathon

Au bout de 24 heures de repos physique, toutes les grandeurs étaient revenues à leur valeur basale, y compris la température centrale.

La thermorégulation qui a évolué en fonction des besoins métaboliques de l'organisme, n'a donc subi aucun dérèglement pendant la course et lors des 24 heures suivantes.

RESUME ET CONCLUSION

La température centrale, la fréquence cardiaque et la pression artérielle systolo-diastolique ont été mesurées chez 12 coureurs de fond dans trois circonstances : au repos avant une course de marathon, immédiatement à l'arrivée de la course et 24 heures après.

Ces grandeurs thermiques et cardio-circulatoires de repos nous ont permis de constater que le niveau d'entraînement des différents participants au marathon international de Dakar est inférieur à celui des coureurs de marathon de renommée internationale.

En fait, cela est vrai si l'on tient compte de l'ensemble des sujets qui ont été pris au hasard parmi les participants.

Au cours du marathon, toutes les grandeurs ont connu des modifications sensibles allant dans le sens normal des répercussions liées à l'exercice musculaire sur ces grandeurs : augmentation de la température rectale et de la fréquence cardiaque et baisse de la pression artérielle diastolique.

La température centrale et la fréquence cardiaque n'ont pas atteint les valeurs régulièrement observées dans des marathons de haut niveau.

Cela est aussi dû à la condition physique hétérogène des coureurs étudiés. Par contre, l'examen des valeurs individuelles permet de constater que les deux premiers arrivants présentaient des valeurs de température centrale et de fréquence cardiaque nettement plus élevées que les suivants et ce fait est en relation avec les efforts plus importants consentis et leur niveau d'entraînement plus élevé.

Le lendemain, toutes les grandes fonctions sollicitées pendant la course avaient déjà retrouvé leur mécanisme basal.

En conclusion, on peut avancer que le marathon international de Dakar, compte tenu des conditions climatiques dans lesquelles il est organisé, n'entraîne aucun effet néfaste sur l'organisme. Il s'avère donc qu'il n'existe aucune crainte quant à l'augmentation de l'effort pour l'établissement de nouvelles performances pour les coureurs locaux.

Personne parmi les sujets étudiés n'a montré des signes de troubles physiologiques à la fin de la course et 24 heures après.

L'absence de performance n'est donc pas liée au mauvais fonctionnement des systèmes thermorégulateur et cardio-circulatoire. Le frein viendrait de l'insuffisance de la capacité aérobie. Pour palier à cela, les individus qui présentent une aptitude naturelle, doivent être soumis à un entraînement foncier qui permettrait d'améliorer leur condition physique.

Notre étude a été faite à partir d'une épreuve physique qui s'est déroulée dans des conditions climatiques très clémentes. Il serait intéressant d'entreprendre une étude analogue pour des coureurs de fond à l'intérieur du Sénégal où les conditions climatiques peuvent représenter une contrainte sûre pour la pratique de l'activité physique et sportive.

BIBLIOGRAPHIE

=====

- 1.- P.O.ASTRAND et K.RODAHL
Précis de physiologie de l'exercice musculaire
Masson, Paris, 1980 pp.143 - 145, pp.392 - 424.
- 2.- V.BUSHAN.
Méthodes statistiques
Presse de l'Université Laval, Québec, 1978 p.94, 95, 101, 102.
- 3.- F.CISSE.
*Adaptation de la thermorégulation aux climats de la zone
i. tertropicale.*
Thèse de doctorat d'Etat en biologie humaine, spécialité
Physiologie. Université René Descartes, Paris, 1986.
- 4.- F.CISSE.
*Contribution à l'étude de l'adaptation cardiovasculaire à
l'exercice et l'entraînement en climat chaud.*
Mémoire pour l'obtention du DERBH
Université Paris V, 1984, pp.34 - 35.
- 5.- D.L.COSTILL et W.I.FINK.
*Plasma volume changes following exercise and thermal
déshydratation.*
J.Appl.Physiol, 1974, p.37, p.521
- 6.- D.L.COSTILL et W.I.FINK.
La course de fond, Approche scientifique
Edition Vigot, Paris, 1987 p.p. 1- 8, p.15.
- 7.- D.L.COSTILL
*The relationship between selected physiological variables
and distance runing performance.*
J.Appl- Physiol, 1970 p.p 251 - 255.

- 8.- C.CRAPLET et P.CRAPLET
Physiologie et activité sportive.
Editions Vigot, Paris, 1986, 427 pages.
- 9.- E.L.FOX et D.K.MATHEWS
Bases physiologiques de l'activité physique
Vigot, Paris, 1984, p.305
- 10.- C.U.GISOLFI et J.R.COPPING
Thermal effects of prolonged treadmill exercise in the heat
Med.sci-sports, 1974, p.6, p.108.
- 11.- P.GOUBOUT
Initiation à la recherche en sciences de l'activité physique
Stage à l'intention des étudiants de licence, organisé par
la CONFEJES et l'Institut national supérieur de l'Education
populaire et du Sport (INSEPS), Dakar, Octobre 1987.
- 12.- *L'Humanité et Humanité Dimanche.*
"Grande et petite histoire des jeux olympiques."
Numéro hors série. Août - Septembre 1988, pp.81 - 98.
- 13.- *Jogging International.*
Numéro 55, Avril 1988, p.p 51 - 82.
- 14.- D.MCK.Kerslake :
Monographie of the physiological society, The stress of
hot environment.
Cambridge University Press, Cambridge, 1972
- 15.- L.LEGER
Cours sur la physiologie de l'entraînement à l'intention
des étudiants de maîtrise de l'INSEPS
I.N.S.E.P.S., Dakar, du 30.01.1989 au 15.02.1989.

- 16.- J.P.MARTINEAUD.
Conférence sur la thermorégulation.
I.N.S.E.P.S., Dakar, Novembre 1988.
- 17.- J.P.de Mondenard.
*"Les dix commandements que doit respecter l'organisateur
d'une épreuve de longue durée (type marathon)"in
Jogging International.*
- 18.- R.PARIENTE.
La fabuleuse histoire de l'athlétisme.
Edition O.D.I.L, Paris, 1978, p.p 487 - 504.
- 19.- F.PERONET et Coll.
*Le marathon : équilibre énergétique, endurance et
alimentation du coureur sur route.*
Vigot éditions, Paris, Mai 1983; p.p 131 - 148, 149 - 195.

