

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DE LA JEUNESSE ET DES SPORTS

INSTITUT NATIONAL SUPERIEUR DE L'EDUCATION POPULAIRE ET DU SPORT

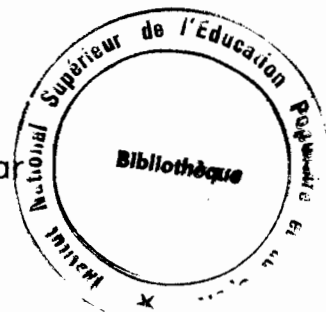
I. N. S. E. P. S.

MÉMOIRE DE MAITRISE

EN SCIENCES ET TECHNIQUES DES ACTIVITES PHYSIQUES ET SPORTIVES

EVALUATION DES PERTES HYDRIQUES AU COURS DES RENCONTRES DE FOOTBALL EN CLIMAT TROPICAL

présenté et soutenu par
Ibrahima THIAM
en 1988



Sous la direction du **Dr Fallou CISSE**
Maître assistant à la Faculté de Médecine et de Pharmacie
Université de Dakar
- Médecin de l'I.N.S.E.P.S. -

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

Mes remerciements vont à tous ceux qui, de près ou de loin, d'une manière ou d'une autre, ont contribué efficacement à la réalisation de ce document.

Ils vont particulièrement :

- au Docteur Fallou CISSE qui a accepté de diriger mon mémoire et n'a ménagé aucun effort pour sa rédaction ;
- à mon ami Idrissa CISSE, Sociétaire des Saltigués, qui a été sympathique et très reconnaissant vis-à-vis de mes démarches expérimentales ;
- à Laïty SAM, ex-entraîneur des Saltigués, qui m'a introduit et intégré dans son club, chaque fois que j'en avais besoin ;
- à Nafi PAYE, Secrétaire à l'INSEPS, pour sa générosité sans pareille ;
- à mon ami Mory DIOUSS à la Direction de la Statistique qui m'a toujours aidé à réussir le travail ;
- à Doudou SENE, élève-inspecteur à l'INSEPS qui n'a épargné aucun effort pour la rédaction de ce mémoire, toujours disponible pour contribuer à la réussite de ce travail.

- D E D I C A C E S -

Je dédie ce document à tous mes parents et amis, en particulier :

- . Falilou DIENG, cousin et ami exemplaire qui m'a toujours inspiré dans mon train de vie ;
- . Mamadou SOW avec qui je suis lié par une amitié et une fraternité confondues ; je lui serai toujours reconnaissant,
- . Moctar SOUGOU avec qui j'ai vécu une partie intéressante de mon existence,
- . Amar FALL, l'ami exemplaire, inséparable et inoubliable.
- . Ibrahima NDIAYE, l'ami compréhensif,
- . Babacar CISSE, l'ami de longue date,
- . Ndèye Marième THIAM, ma petite soeur à qui je dois une grande admiration et une reconnaissance toute particulière.
- . Mon grand frère Babacar THIAM pour son apport moral qui a contribué à l'édification de ma personnalité.

- S O M M A I R E -

	<u>PAGES</u>
INTRODUCTION	5
<u>CHAPITRE I</u> - PHYSIOLOGIE DU MILIEU INTERIEUR :	
MECANISMES DES PERTES HYDRIQUES AU COURS DE L'EXERCICE MUSCULAIRE	9
1.1. - Bilan hydrique à l'état de repos	10
1.2. - Pertes hydriques au cours de la pratique sportive en climat tropical	13
<u>CHAPITRE II</u> - EXPERIMENTATION	16
A. - Matériel et méthode	17
1. Choix de l'équipe	18
2. Matériel technique	19
3. Protocole expérimental	19
4. Calculs statistiques	20
B. - Résultats	22
C. - Commentaire des résultats	27
D. - Discussion des résultats	30
<u>CHAPITRE III</u> - CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	35
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	38

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

La pratique du sport dans le monde a pris beaucoup d'ampleur aussi bien en ce qui concerne les compétitions nationales et internationales que dans le domaine scolaire et universitaire.

En particulier, considéré comme sport-roi, le football, voyant de plus en plus ses adeptes augmenter, est devenu de nos jours un fait social de toute première importance.

Le football est un sport de longue durée qui peut être à l'origine de multiples modifications biologiques.

La dépense énergétique du footballeur est fonction de l'intensité de l'effort et de l'environnement dans lequel se déroule la rencontre. Les quatre vingt dix minutes de jeu comportent des phases d'accélération et de récupération active. Le joueur est donc toujours en mouvement ; cependant l'intensité est variable.

Outre les modifications cardio-circulatoires, respiratoires et humorales connues au cours de toute activité musculaire, on note au cours des rencontres de football comme dans tout autre exercice physique de longue durée une élévation de la température centrale due à l'élévation du niveau du métabolisme énergétique et ceci malgré les mécanismes efficaces de thermorégulation (7). Ceci a pour conséquence une perte d'eau et d'électrolytes par sudation même lorsque la rencontre se déroule en climat tempéré.

./...

Ces pertes sont encore plus marquées en climat tropical où les compétitions se déroulent très souvent à des températures allant de 30 à 45°C.

En effet, au cours des rencontres de football en climat tropical, le sportif est soumis à une double contrainte thermique : endogène due à l'exercice musculaire et exogène en relation avec l'élévation permanente des températures ambiantes.

Etant originaire d'un pays à climat chaud et de surcroît optionnaire de football, nous avons jugé nécessaire d'évaluer les pertes hydriques au cours des compétitions sportives en climat tropical et d'en tirer quelques recommandations.

Du fait des multiples fonctions qu'elle assume dans l'organisme, l'eau constitue un élément essentiel pour le corps humain même si elle n'a aucune valeur énergétique. L'eau est le plus impérieux et le plus important de tous les besoins biologiques : on meurt de soif plus vite qu'on meurt de faim (13).

Le contenu en eau d'un individu varie entre 50 et 70 % de la masse corporelle (1,15). Sa répartition dans l'organisme n'est pas uniforme, et on distingue :

- l'eau intracellulaire qu'on trouve dans les cellules ;
- l'eau extracellulaire qui se subdivise en deux compartiments :
 - . le liquide interstitiel baignant les cellules se répartit entre les tissus ;
 - . le liquide intravasculaire (ou plasmatique) circulant dans les vaisseaux sanguins.

(15)

L'eau est un constituant de l'organisme constamment soumise à des mouvements d'entrée et de sortie dont le but est l'osmo-régulation..

Le milieu intérieur a une importance capitale chez l'homme. Par conséquent, la perte massive d'eau par production accrue de sueur ne pourrait-elle pas nuire au fonctionnement normal des organes et engendrer des perturbations physiopathologiques si on n'intervient pas immédiatement ?

Nous tenterons de cerner ce problème au cours de notre développement que nous avons divisé en trois grands chapitres :

- Le premier chapitre traite de la physiologie du milieu intérieur : Mécanismes des pertes hydriques au cours de l'exercice musculaire.
- Le deuxième chapitre concerne la partie expérimentale et comprend :
 - A. Matériel et méthode où nous parlerons de l'appareillage utilisé dans notre expérimentation et de la démarche méthodologique suivie lors des expériences.
 - B. Résultats : ils seront donnés sous forme de tableaux;
 - C. Commentaire des résultats ;
 - D. Discussion des résultats.
- Enfin, nous terminerons par la conclusion et les recommandations dans le troisième chapitre.

**CHAPITRE I. - PHYSIOLOGIE DU MILIEU INTERIEUR :
MECANISMES DES PERTES HYDRIQUES AU COURS
DE L'EXERCICE MUSCULAIRE**

Dans ce chapitre nous traiterons d'abord du bilan hydrique à l'état de repos, ensuite des pertes hydriques au cours de la pratique sportive en climat tropical.

1.1 - Bilan hydrique à l'état de repos (2, 17)

L'équilibre hydrique de l'individu est assuré par une égalité des entrées et des sorties d'eau.

Les pertes d'eau se font principalement par :

- la perspiration insensible :

Au repos, il y a de l'eau qui s'évapore au niveau des voies respiratoires et à la surface de la peau sans pour autant qu'on ait l'impression de transpirer. Ces pertes d'eau sont insensibles et s'élèvent à 900 millilitres par jour.

- la sudation :

Quand la température ambiante est élevée, les pertes d'eau par sudation peuvent être énormes. La sudation constitue cependant le phénomène de déperdition hydrique le plus important quand le sujet se livre à une activité physique. Au repos on perd environ 50 millilitres de sueur par jour.

- l'élimination des selles :

Les aliments digérés arrivent au niveau de l'estomac sous forme de chyme gastrique. Lors de leur excrétion sous forme de déchets, ayant perdu leur état solide, ils contiennent une certaine quantité d'eau. On en perd en moyenne 100 millilitres par jour.

- l'excrétion urinaire :

Les urines proviennent du liquide extracellulaire

./...

par filtration glomérulaire du plasma sanguin. L'élimination urinaire est fonction des conditions climatiques : en climat chaud les urines sont peu abondantes et hyperconcentrées alors qu'en climat froid elles sont abondantes et claires.

Au repos, les reins constituent le système de régulation hydrique le plus efficace de l'organisme. Cette perte hydrique journalière s'élève à 1,5 litre en moyenne.

Ces pertes d'eau seront compensées par des apports de diverses façons :

- l'eau des boissons :

On boit beaucoup plus d'eau en climat tropical qu'en climat tempéré du fait des températures ambiantes élevées dans le premier cas, ceci dans le but de compenser les pertes hydriques. On consomme en moyenne 1,2 litre d'eau de boisson par jour.

- L'eau alimentaire :

Elle est particulièrement plus importante dans les aliments liquides. L'alimentation journalière comporte un litre d'eau en moyenne.

- L'eau produite par les phénomènes d'oxydation cellulaire appelée eau métabolique :

La combustion des glucides, des lipides et des protéines s'accompagne d'une formation d'eau qui est toujours disponible pour l'organisme. La quantité d'eau métabolique s'élève à 350 millilitres par jour.

./...

Le tableau ci-dessous résume les gains et les pertes d'eau par jour chez un sujet normal au repos.

Millilitres par jour	
<u>ENTREES :</u>	
Boisson	1 200
Alimentation	1 000
Métabolisme	350
Total	2 550
<u>SORTIES :</u>	
Pertes insensibles	900
Sueur	50
Selles	100
Urines	1 500
Total	2 550

Gains et pertes d'eau chez l'adulte

L'équilibre entre pertes et gains est réalisé dans ce tableau.

Quand les pertes excèdent les gains, le bilan est négatif.

Quand les gains excèdent les pertes, le bilan est positif.

Quand les gains et les pertes s'équilibrent, la balance est réalisée..

Toute modification du milieu intérieur produisant une diminution de l'hydratation cellulaire détermine l'apparition de la soif (2).

1.2 - Pertes hydriques au cours de la pratique sportive en climat tropical -

Le mécanisme de déperdition hydrique le plus efficace au cours de la pratique sportive est la sudation. Celle-ci sert essentiellement à réguler la température centrale.

Au repos, la température centrale est relativement constante ; elle est de l'ordre de 37°C. Au cours de l'exercice musculaire, elle augmente progressivement et peut atteindre 38,5°C du fait de la production de chaleur induite par la contraction musculaire. Cependant, afin que la température centrale ne dépasse pas la valeur critique qui est de l'ordre de 42°C, sans correction thermique, la sudation se déclenche et la maintient à un niveau supérieur à la valeur basale, et ceci tant que dure l'exercice musculaire (7). A l'arrêt de l'exercice la température rectale ne peut retrouver sa valeur antérieure qu'à une certaine période de récupération qui est fonction de la durée et de l'intensité de l'exercice.

La sueur est produite à partir du liquide extracellulaire par les glandes sudoripares qui se trouvent dans le derme. Ces glandes déversent la sueur par des canaux qui s'ouvrent à la surface de la peau.

Il faut noter qu'il existe deux types de glandes sudoripares (15) :

- les glandes apocrines qui se trouvent au niveau des aisselles et du pubis ne participent pas à la régulation thermique ;
- les glandes eccrines sont plus nombreuses et entrent en jeu dans la lutte contre la chaleur.

Selon PERONNET* et collaborateurs, la quantité totale de glandes sudoripares varie beaucoup d'un individu à un autre. Un sujet moyen en possède deux à trois millions.

La sudation est un mécanisme réflexe. En effet, l'élévation de la température centrale due à l'exercice musculaire stimule les récepteurs à la chaleur qui envoient un influx nerveux à l'hypothalamus antérieur. Celui-ci envoie un message aux vaisseaux sanguins cutanés ; il s'ensuit ainsi une vasodilatation et une excitation des glandes sudoripares. La sudation permet alors de parer aux éventualités fâcheuses pour l'organisme telles que :

- le coup de chaleur:

Il est d'origine exogène, lié à la contrainte imposée par la température ambiante. Il résulte essentiellement d'une défaillance des systèmes thermorégulateurs, provoquée par une très haute température corporelle due à l'arrêt de la sudation.

- l'hyperthermie maligne d'effort :

C'est une complication grave car si le sujet se livre à un exercice très intense en climat chaud, l'accumulation de chaleur risque de surpasser grandement la déperdition. Le sujet verra ainsi sa température centrale monter de manière continue. Il y a alors défaillance de la thermolyse (pas de vasodilatation donc pas de sudation). L'organisme ne pouvant pas supporter une température centrale supérieure à 42,5°C, la mort peut survenir rapidement par défaillance circulatoire (4).

./...

* PERONNET et Coll. : le MARATHON : équilibre énergétique, endurance et alimentation du coureur sur route - Vigot, éditions Paris, 1983.

La quantité de sueur émise par l'organisme est d'autant plus importante que la température ambiante est élevée et l'exercice intense, ceci du fait de la charge thermique externe et de la charge thermique interne due à l'exercice musculaire (13).

Cependant, le degré hygrométrique intervient en grande partie dans le refroidissement du corps. La perte d'eau par évaporation permet de lutter correctement contre l'élévation thermique au cours de l'exercice musculaire (13).

On peut également noter l'importance de l'acclimatation et de l'humidité relative dans la lutte contre la chaleur. En effet, un sujet acclimaté supporte mieux l'activité physique en milieu tropical si l'humidité relative est faible ; et dans ces conditions, la plus grande partie de la sueur produite s'évapore.

Par contre, si les conditions atmosphériques sont mauvaises, c'est-à-dire si l'humidité relative et la température ambiante sont élevées, même le sujet acclimaté s'expose à des risques en voulant pratiquer du sport.

Pour ce cas précis, on rapporte dans "Préparation aux sports et amélioration de la condition physique générale" de FOX et MATHEWS (8) l'exemple d'un sujet ayant trouvé la mort en pratiquant le football américain à une température ambiante de 17°C et une humidité relative de 100 %.

CHAPITRE II. - EXPERIMENTATION

A. - MATERIEL ET METHODE -

Nous parlerons dans ce chapitre du choix de l'équipe, du matériel technique, du protocole expérimental et des calculs statistiques.

1. Choix de l'équipe -

Notre étude a porté sur une équipe de football de première division en l'occurrence les Saltigués de Rufisque. Ce choix a été guidé par deux facteurs :

- nous sommes originaire de Rufisque,
- nous sommes intéressé par le football.

Les différentes mesures ont été faites sur le stade Ngalandou Diouf de Rufisque.

Les joueurs du Saltigués sont pratiquement tous nés au Sénégal, y ont toujours vécu et par conséquent sont exposés en permanence à la température ambiante de notre pays. De ce point de vue ils pouvaient être considérés comme adaptés aux conditions climatiques naturelles.

Compte tenu des résultats lors de l'expérimentation, l'équipe avait un niveau de pratique moyen et disposait de joueurs dont l'âge moyen était de vingt huit ans.

Concernant le niveau de préparation, l'équipe s'entraînait du lundi au vendredi à raison de quatre vingt dix minutes par jour et seulement les après-midi. Elle disputait généralement ses rencontres le samedi ou le dimanche, ce qui représentait au total vingt six rencontres pour le championnat national.

2. Matériel technique -

Nous avons utilisé le matériel suivant :

- un pèse-personne,
- un hygromètre qui servait à évaluer l'humidité relative de l'air et la température ambiante au moment de la rencontre.

3. Protocole expérimental -

Notre expérimentation s'était déroulée pendant le championnat national du Sénégal de première division, du mois de janvier au mois d'avril 1988. Nous l'avons commencée trois semaines après le début du championnat. Par conséquent, les joueurs pouvaient être considérés comme suffisamment entraînés ; et en outre, ceci nous avait permis de faire des expériences à deux périodes distinctes de l'année :

- une première période proche de la neutralité thermique avec une température ambiante sensiblement égale à 22°C,
- une deuxième période plus chaude avec une température ambiante sensiblement égale à 29°C.

L'expérimentation a consisté d'une part à prendre le poids des seize (16) joueurs inscrits sur la liste avant le début de la rencontre. Cette première prise de poids se faisait au lieu de regroupement, les sujets étant torse et pieds nus.

D'autre part, nous avons procédé, immédiatement après la rencontre, à une deuxième pesée dans les vestiaires. Celle-ci n'intéressait que les joueurs qui avaient pris part à toute la rencontre. Lors de cette

deuxième prise de poids, les mêmes conditions expérimentales avaient été respectées.

Un certain nombre de précautions avaient été prises lors de l'expérimentation. En effet, nous avons veillé à ce qu'après la rencontre, les joueurs ne boivent pas et n'urinent pas avant d'être pesés de nouveau.

Cependant, au cours de la rencontre ou à la mi-temps, ils pouvaient boire ou manger des fruits.

4. Calculs statistiques -

Nous avons utilisé pour les calculs statistiques la machine à calculer de marque MBO ALPHA 610 PR.

Nous avons exclu de notre exploitation les joueurs qui n'avaient pas pris part à la rencontre, les remplaçants et les remplacés. Nous n'avons pris en compte que les sujets qui avaient fait quatre vingt dix minutes de jeu.

La population ainsi étudiée suivait une loi normale, ce qui nous a permis d'utiliser la moyenne et l'écart-type pour deux périodes de températures ambiantes différentes : 22°C et 29°C.

Pour la comparaison de nos moyennes, nous avons utilisé le test "t" de Student. L'effectif était de vingt sept (27) joueurs pour chaque période et, dans chacune, nous avons trois rencontres pour lesquelles seuls neuf (9) joueurs avaient effectué quatre vingt dix (90) minutes étant entendu qu'on

./...

procédait toujours à deux remplacements. Le degré de liberté était constant. Ainsi donc, pour 52 degrés de liberté, la valeur critique $t_{0,01} = 2,6$.

Si $t < 2,6$ la différence n'est pas significative

Si $t > 2,6$ la différence est significative.



B. - RESULTATS -

	1er MATCH			2e MATCH			3e MATCH			4e MATCH			5e MATCH			6e MATCH		
	TA : 22°C, H.R. : 78 %			TA : 22°C, H.R. : 72 %			TA : 23°C, H.R. : 68 %			TA : 28°C, H.R. : 39 %			TA : 29°C, H.R. : 40 %			TA : 29°C, H.R. : 44 %		
1	64	62,5	1,5	66	65,5	0,5	65	63,5	1,5				65	63	2			
2	65	64	1							66	64	2	67	65	2	66	65	1
3	77	76	1	77	76	1	76	75	1	76	75	1	76	74,5	1,5	75,5	74	1,5
4	73	71,5	1,5	73	72	1	73	72	1	75	73	2	73	72	1	75	72	3
5	68	67	1							69	67	2						
6	72	71	1	73	71,5	1,5				72	70	2	74	72	2	71,5	69	2,5
7	52,5	52	0,5															
8																53	51	2
9				73,5	72,5	1	73	72	1				74	71,5	2,5			
10				65	64	1				65	64	1	65	63	2			
11				63	62	1										62	61,5	0,5
12							63,5	63	0,5	63	61	2				62	61	1
Σ	471,5	464	7,5	490,5	483,5	7	350,5	345,5	5	486	474	12	494	481	13	465	453,5	11,5
\bar{X}	67,35	66,28	1,07	70	69,07	1,00	70,10	69,10	1,00	69,42	67,71	1,71	70,57	68,71	1,85	66,42	64,78	1,64
e	7,41	7,24	0,31	4,91	4,82	0,26	4,92	4,90	0,31	4,68	4,77	0,45	4,37	4,50	0,44	7,57	7,26	0,83

TABLEAU I : Valeurs individuelles du poids des sujets.

Moyennes et écart-types des poids des sujets et de la différence de poids avant et après chaque rencontre.

Pour chacune la température ambiante (T.A.) et l'humidité relative (H.R.) sont mentionnées.

\bar{X} = Moyenne arithmétique

e = écart-type

Poids (kg) :	Moyennes :	Ecart-types :
Avant rencontre :	67,75 :	6,10 :
Après rencontre :	66,81 :	5,95 :
Différence de poids :	0,94 :	0,34 :

Tableau II - Moyennes et écart-type des poids des sujets avant et après la rencontre lors de la première période allant de janvier à février 1988 à la température ambiante de 22°C, l'hygrométrie allant de 68 à 78 %.
La colonne du bas indique la différence de poids.

Poids (kg)	:	Moyennes	:	Ecart-types
Avant rencontre	:	67,22	:	6,15
Après rencontre	:	65,55	:	6,04
Différence de poids	:	1,67	:	0,57

Tableau III - Moyennes et écart-types des poids des sujets avant et après la rencontre lors de la seconde période allant de mars à avril 1988.
à la température ambiante de 29°C, l'hygrométrie allant de 39 à 44 %.

La colonne du bas indique la différence de poids.

poids (kg)	T.A : 22°C, Humidité relative : 72 % : T.A : 29°C, Humidité relative : 41 % :				SIGNIFI- CATION
	Moyennes	Ecart-types	Moyennes	Ecart-type	
Avant rencontre	67,75	6,10	67,22	6,15	N. S.
Après rencontre	66,81	5,95	65,55	6,04	N. S.
Différence de poids	0,94	0,34	1,67	0,57	P < 0,01

Tableau IV - Moyennes et écart-types des poids des sujets avant et après la rencontre à deux périodes différentes de l'année :

- à la température ambiante (T.A) de 22°C et une hygrométrie moyenne de 72 %
- à la température ambiante (T.A) de 29°C et une hygrométrie moyenne de 41 %

La colonne du bas indique la différence de poids.

La colonne de droite mentionne le degré de signification.

C. - COMMENTAIRE DES RESULTATS -

- Le tableau I indique les valeurs individuelles du poids, la moyenne et l'écart-type des poids et de la différence de poids avant et après chacune des six rencontres. Pour chacune d'elles, la température ambiante et le degré hygrométrique sont mentionnés. Du fait des remplacements et de l'égalité des niveaux des joueurs, seuls deux joueurs ont disputé les six rencontres (il s'agit des n°3 et 4).

Dans ce tableau, nous n'avions pris en compte que les sujets ayant disputé au moins deux matches dont un à la température ambiante de 22°C ou 23°C et un à la température ambiante de 28°C ou 29°C ; ceci dans le but de faire une comparaison entre les deux périodes.

Pour chaque rencontre, il est mentionné sur la première colonne le poids avant rencontre, sur la deuxième colonne le poids après rencontre et sur la troisième colonne la différence de poids.

- Le tableau II représente les moyennes et écart-types pendant la période de janvier à février (les trois premiers matches) où nous constatons que le poids moyen pour les 27 sujets est de 67,75 kg avant la rencontre et 66,81 kg après la rencontre, ce qui fait une différence de 0,94 kg. Ici, la température ambiante est de 22°C, l'humidité relative de l'air variant de 68 à 78 %.

- Le tableau III représente les moyennes et écart-types pendant la période de mars à avril (les trois derniers matches), où la température ambiante est de 29°C environ et l'humidité relative de l'air

./...

varie de 39 à 44 %. Nous constatons que le poids moyen pour les 27 sujets est de 67,22 kg avant la rencontre et 65,55 kg après la rencontre ; ce qui fait une différence de poids de 1,67 kg.

- Le tableau IV indique les moyennes et écart-types pendant les deux périodes. Dans la première période nous avons une température ambiante de 22°C et une humidité relative moyenne de 72 %. Dans la deuxième période nous avons une température ambiante de 29°C et une humidité relative moyenne de 41 %. La dernière colonne indique les degrés de signification. Nous constatons là que les poids moyens avant la rencontre sont sensiblement identiques (67,75 kg pour la première période contre 67,22 kg pour la deuxième période).

Après la rencontre le poids moyen est plus bas à la température ambiante de 29°C qu'à la température ambiante de 22°C (65,55 kg contre 66,81 kg). Ce qui fait donc une perte de poids plus importante en période plus chaude.

D - DISCUSSION DES RESULTATS -

D'après nos expériences, nous constatons que la perte de poids est plus importante au Sénégal lors des rencontres de football qui se déroulent à une température ambiante très élevée, que lorsque les compétitions ont eu lieu à la température de neutralité thermique.

La perte hydrique au cours des rencontres sportives est un fait habituel qui survient même lorsque celles-ci se déroulent en climat tempéré.

Quelles que soient les conditions d'environnement, l'exercice musculaire augmente la température centrale. Cependant, en climat tropical chaud, du fait de la température ambiante élevée qui vient s'ajouter à la thermogénèse induite par l'exercice musculaire, la température centrale s'élève beaucoup plus rapidement et atteint des valeurs plus importantes (10).

D'après les expériences de FOX et MATHEWS (8) un joueur de football américain peut perdre 2 à 7 kg d'eau lors d'une rencontre qui dure une heure trente minutes. Ceci s'explique par le fait que le football américain est un sport qui se caractérise par le port de vêtements lourds, outre la durée et l'intensité de l'effort.

FOX et MATHEWS (8) nous rapportent également qu'une moyenne de cinq joueurs de football américain meurent chaque année des suites d'une activité intense par une journée très chaude, ceci du fait de l'absence d'évaporation des grandes quantités de sueur produites. Ils ont aussi relevé chez un joueur de football une perte de 9 kg dans une ambiance chaude et humide. Ce footballeur pesait 90 kg, ce qui représente une perte de 10 % de son poids total.

./...

Selon ces mêmes auteurs, un jeune joueur de football américain âgé de 17 ans, après une course de 3 km dans des conditions de grande chaleur et d'humidité, s'est écroulé et est mort quelques jours après surveillance médicale (8).

Les incidents que nous venons de relater mettent en exergue l'importance de l'évaporation de la sueur dans la lutte contre la chaleur.

L'évaporation de chaque gramme d'eau enlève environ une demi-calorie du corps. L'évaporation de 150 millilitres d'eau chaque jour est capable d'enlever toute la chaleur produite par l'organisme dans des conditions basales (9).

En fait, pour que les conditions atmosphériques prédisposent à une bonne pratique sportive sans danger, il faut des combinaisons idéales de température ambiante et d'humidité atmosphérique. C'est dire que ce n'est pas seulement la température ambiante qui constitue le facteur limitant exogène, car la sudation doit être associée à une bonne évaporation pour que l'organisme se refroidisse le mieux possible. Ceci est donc favorisé par une humidité relative faible.

Par ailleurs, Mc ARDLE (3) et collaborateurs ont constaté que chez un individu acclimaté, la perte d'eau par sudation peut atteindre 3 litres par heure durant un travail intense soit en moyenne 12 litres par 24 heures de travail.

Ils notent chez les marathoniens une perte d'eau de plus de 5 litres au cours d'une compétition, soit 6 à 10 % de la masse corporelle.

./...

Selon eux, des lutteurs d'écoles secondaires pouvaient perdre avant la saison de compétition, de 9 à 13 % de leur masse corporelle afin d'être acceptés dans une catégorie de lutteurs (13).

Il ressort de l'ensemble des différentes études citées que les troubles associés à la chaleur durant les activités sportives ne se limitent donc pas au seul cas du football. L'activité sudorale et le système thermorégulateur sont donc aussi déterminants dans la majorité des activités physiques de longue durée et peuvent entraîner une perte importante de poids résultant de la lutte contre l'hyperthermie.

Par ailleurs, on peut aussi se poser la question de savoir si nos résultats sont en concordance avec ceux décrits dans la littérature. Apparemment la perte de poids augmente en fonction de l'élévation de la température ambiante, ceci quel que soit le milieu où se déroule l'exercice.

Cependant, nous remarquons que généralement les pertes de poids que nous avons enregistrées dans les autres pays sont très importantes par rapport à notre étude. Ceci pourrait s'expliquer de deux manières. D'une part, les incidents que nous avons relevés dans la littérature ont été sûrement décrits au cours des rencontres sportives à des périodes très chaudes de l'année. Ces sujets, vivant la plupart du temps en climat tempéré, ne sont donc pas toujours acclimatés à ces variations importantes de la température ambiante. D'autre part, il s'agit du football américain qui est une activité sportive très astreignante.

La perte de poids est aussi liée à la durée de l'exercice. Ainsi, au Sénégal, nous avons constaté

dans une étude expérimentale réalisée au laboratoire de physiologie de la Faculté de Médecine une perte de poids de 0,5 kg à une température ambiante voisine de 29°C(4). Alors que dans notre étude, à la même température ambiante, on a enregistré une perte moyenne de 1,67 kg, donc plus élevée. Cela est lié à la différence de la durée de l'effort. La partie de football dure quatre vingt dix minutes alors que l'épreuve sur bicyclette ergométrique dans le travail que nous avons mentionné ne dure que trente minutes.

De manière générale, dans toute activité sportive pratiquée en climat tropical chaud, et même à une température égale à celle du confort, il y a toujours une perte de poids qui est d'autant plus accentuée que la température ambiante est élevée et la durée de l'exercice importante.

Cette perte de poids n'est que le reflet de la lutte de l'organisme contre la chaleur qui se fait essentiellement par déperdition sudorale.

La sudation est indispensable, car elle nous met à l'abri d'accidents graves qui seraient la conséquence d'une élévation continue de la température centrale due à un blocage du système thermorégulateur.

Cependant, la complication majeure de la sudation réside dans le fait qu'elle peut entraîner, lorsqu'elle est abondante, une baisse du volume sanguin circulant.

La diminution des liquides de l'organisme a une limite. Car, à partir d'un certain moment, la régulation volémique prime sur la régulation thermique.

CHAPITRE III. - CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Nous avons mesuré le poids des sujets avant et après plusieurs rencontres de football à deux températures ambiantes distinctes :

- d'abord à la température de neutralité thermique,
- ensuite à une température plus élevée que celle du confort.

A chaque mesure les résultats indiquaient une diminution de poids après l'effort, cependant plus marquée dans le second cas.

La sudation est le mécanisme essentiel capable de diminuer le poids après un effort physique, ceci au profit de la régulation thermique.

La sueur se faisant aux dépens du milieu extracellulaire, la sudation profuse risque de diminuer considérablement le volume liquidien de l'organisme et par conséquent le poids du sujet. C'est là donc un inconvénient certain découlant de la déperdition hydrique.

En plus de l'eau, la sueur contient des sels minéraux, particulièrement du chlorure de sodium dont le rôle est important dans la régulation osmotique. De ce point de vue, nous encourageons la compensation permanente et correcte des pertes hydriques et salines pendant et après une rencontre de football. Cela devrait être étendu à toutes les activités physiques en général, a fortiori si elles se déroulent dans une ambiance chaude.

La rééquilibration hydro-électrolytique ne pose pas de sérieux problèmes dans certaines disciplines sportives comme le basket-ball, le hand-ball, le volley-ball où les pauses sont assez fréquentes.

./...

Au football, en particulier, n'est-il pas possible d'aménager des pauses spéciales (dont le nombre et la durée seront fonction des conditions climatiques des pays) pendant lesquelles les joueurs se réhydratent convenablement ?

Nous pensons que cette solution mettrait les joueurs de football à l'abri des perturbations physiologiques fâcheuses telles que le coup de chaleur et l'hyperthermie maligne d'effort pouvant compromettre la vie de l'individu.

Dans le souci de prévenir le déséquilibre ou de rétablir éventuellement l'équilibre hydro-électrolytique, l'apport d'eau et de sels pourrait se faire :

- avant la rencontre, par l'ingestion de 400 à 600 ml d'eau trente minutes avant le début de l'activité (7);
- au cours de la rencontre, par l'utilisation de sachets spécialisés d'eau avec une petite quantité de sel, conçus pour la réhydratation ;
- après la rencontre, par la prise d'aliments liquides salés, outre l'ingestion d'eau de boisson.

Nous attirons l'attention de la Fédération internationale de Football association (F.I.F.A.) sur cette question primordiale ; et nous lui lançons un appel pour qu'elle étudie davantage les possibilités de réhydratation au cours des rencontres sportives afin de prévenir les perturbations précitées.

- B I B L I O G R A P H I E -

1. APFELBANN M., BOSTSARRON J., DURET F.

Le besoin d'énergie, le besoin protéique, eau * électrolytes * vitamines * oligo-éléments in "Physiologie2" (physiologie de la nutrition). - Vigot Frères, Paris 6e 1972, 113 pages, PP. 76-88.

2. ASTRAND P.O., RODAHL K.

Précis de physiologie de l'exercice musculaire - Masson, Paris, New York, Barcelone, Milan, 1980, 2e. Edition, 507 pages, PP. 97 - 101.
Traduit par Jean-René LACOUR.

3. BERTET D'E., FILLASTRE D'C., MANCIAUX D'M., MASSE N., PECHEVIS M., RAIMBAULT A.M., WILLOD Mlle M.T.

La santé de la famille et de la communauté N° 615 Editions St-Paul, 1976, 160 pages, P. 94.

4. CISSE F.

Adaptation de la thermorégulation aux climats de la zone intertropicale. - Thèse pour le doctorat en Biologie humaine, 1986 - 92 pages, PP. 29 - 44.

5. DIABY K.

Charge thermique externe et fréquence cardiaque maximale - Mémoire de maîtrise en Sciences et Techniques des activités physiques et sportives. - INSEPS/DAKAR, 1987 - 50 pages, PP. 7 - 13 ; 22 - 28 ; 46 - 50.

6. ESSALAI M.

Les adaptations cardiovasculaires à l'effort en milieu tropical. - Thèse de doctorat d'Etat en Médecine, Université de Dakar, 1974, N°9 - 95 pages, PP. 1 - 6 ; 41 - 74.

./...

7. FOX ET MATHEWS

Bases physiologiques de l'activité physique - Vigot
éditions Paris, 1981, 404 pages ; PP. 301 - 317 ;
339 - 355 ; 387 - 407.

Traduit et adapté par François PERONNET.

8. FOX et MATHEWS

Préparation aux sports et amélioration de la condition
physique générale in "Interval training" _ Edition Vigot
Paris 6e., 1977, 275 pages, PP. 221 - 230

Traduit et adapté par MOTTA D., BROWN P., LAHMY E.

9. GUYTON A.C.

Physiologie de l'homme

Edition HRW LTEE, Montréal, 4e. édition, 1974, 502 pages,
PP. 163 - 204.

10. HARICHAUX P., RISBOURG B., FREVILLE M., MAINGOURD Y.

Encyclopédie : l'enfant et le sport - Tome 1 : l'enfant
et l'aptitude au sport - Chiron collection A.P.S., 1986,
246 pages, PP. 99 - 107.

11. HERMANN H. ET CLER J.F.

Endocrinologie-Régulation thermique. - Adaptations
respiratoire et circulatoire de l'exercice musculaire
in "Précis de Physiologie". - 2e. édition, Masson
Paris, New York, Barcelone, Milan, 1976, volume 4
552 pages, PP. 445 - 500.

12. KATCH F.I. ET Mc ARDLE W.D.

Nutrition, masse corporelle et activité physique -
Vigot Editions, Paris, 9e.édition, 1985, 278 pages,
PP. 69-73 - Traduit et adapté par NADEAU M.

13. KATCH F.I., KATCH V. ET Mc ARDLE W.D.

Energie, nutrition, performance in "Physiologie de l'activité physique" - Vigot édition, Paris, 2e. édition, 1987, 536 pages, PP. 37 - 46 ; 353 - 369 - Traduit et adapté par NADEAU M.

14. NIASSY Y.

Influence de l'élévation de la température ambiante sur les modifications thermiques centrales et cardiovasculaires au cours de l'exercice musculaire en climat tropical.

Mémoire de maîtrise en Sciences et Techniques des Activités physiques et sportives, - INSEPS/DAKAR, 1986, 57 pages, PP. 19 - 24.

15. QUERAUVILLERS J., PERLEMUTER L., OBRASKA P., KOPP A.

Endocrinologie II - Digestion - Métabolisme Hydroélectrolytique - Glycémie in "Cahiers de Biologie" N°2, 3e. édition - Masson et Cie, Paris, 1972 - 180 pages, PP. 117 - 134.

16. SPENCE ET MASSON

Anatomie et Physiologie : une approche intégrée
Traduit par Borthayre, Guilbert, Ouellet et Roy -
Edition du renouveau pédagogique, Ine 1983, 855 pages,
PP. 733 - 747.

17. VANDER A.J., SHERMAN J.H., LUCIANO D.S.

Physiologie humaine
Mc Gram-Hill, Editions-Montréal, 1977 . - 600 pages
PP. 311 - 334.