

REPUBLIQUE DU SENEGAL

Un Peuple – Un But – Une Foi



MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

UNIVERSITE CHEIKH
ANTA DIOP DE DAKAR



INSTITUT NATIONAL
SUPERIEUR DE L'EDUCATION
POPULAIRE ET DU SPORT

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

DEPARTEMENT D'EDUCATION PHYSIQUE ET DU SPORT

MEMOIRE DE MAITRISE ES-SCIENCES ET TECHNIQUES DES ACTIVITES PHYSIQUES ET SPORTIVES (S.T.A.P.S)

THEME :

***Evaluation de l'aptitude physique et de la
thermorégulation des sujets porteurs du trait
drépanocytaire lors d'une épreuve endurante en
hypohydratation***

Présenté par :

Mr Papa Mamadou SOW

Sous la direction de :

Pr. Abdoulaye SAMB

Et la codirection de :

Pr. Djibril SECK

Année académique 2006-2007

DEDICACES

☞ Je rends grâce au Bon DIEU, le miséricordieux, le Tout Puissant, le Dieu des terres et des cieux.

☞ Paix et Salut à son Elu le prophète MOUHAMED

Je dédie ce travail à :

Mon père MAMADOU SOW

Vous êtes un exemple d'homme d'honneur et de franchise. Vous avez su nous guider et nous mettre dans le droit chemin tout en nous inculquant les valeurs tels la foi, le travail, le courage, le sérieux. Merci pour tout. Ce travail est pour vous.

Ma mère LYSSA DRAME

L'occasion m'est offerte pour te rendre hommage et te témoigner mon immense affection et ma profonde reconnaissance pour tous les sacrifices consentis rien que pour notre réussite ; je ne saurais vous le rendre. Ton affection, ta tendresse, ainsi que ta grande générosité nous à toujours couverts. Notre réussite n'est que le fruit de ton travail.

Je vous souhaite à tout les deux une santé de fer et une longue vie afin que vous puissiez bénéficier les fruits de l'arbre que vous avez planté et entretenu.

Mes frères et sœurs :

Awa Sow, Maryanne Sow, Babacar Sow, Pape Sambou Sow, Alioune Sow.

Restons confiant en l'avenir en entretenant cette entente familiale.

Mes grands parents, mes tantes, mes oncles :

Votre soutien, votre affection, vos conseils ne m'ont jamais manqué et m'ont toujours servi. Je vous exprime toute ma gratitude et je vous serais toujours reconnaissant.

Mes cousins et cousines :

Votre affection et votre gentillesse ne m'ont jamais fait défaut.

A mes amis (es) :

Pape Ousmane Fall, Bathie Faye, Alassane Badji, El Hadj Diop, Mayoro, Cheikh Mbacké Faye, Modou Fall, Massata, Mandiaye, Maoumi, Samba Diop, Diegane, Amadou Diop, Bakus, Djibril Lo, Seydou, Barka, Basse, Moustapha Niang, Mouhamet Sylla, Birane, Isseu, Dieynaba, Fatou, Adjil, Awa, Sékou, Mor Diouf, Insa, Ndiouma, Ass et Raymond.

Votre bonté, votre soutien, et votre sincérité m'ont beaucoup aidé. Vous êtes une source d'inspiration et de repère pour moi.

A tous mes camarades et promotionnaires de l'INSEPS

REMERCIEMENTS

C'est l'occasion pour moi de remercier et d'exprimer toute ma gratitude à tous ceux qui n'ont ménagé aucun effort pour la réalisation de ce travail.

-Mon directeur de mémoire : le Pr. ABDOULAYE SAMB.

Votre disponibilité, votre sympathie, et votre rigueur ont beaucoup prévalu pour la réalisation de ce travail.

-Mr MBARGOU FAYE

-Mon codirecteur de mémoire : Dr DJIBRIL SECK.

-Le Centre National de Transfusion Sanguine :

-Le Pr. LAMINE DIAKHATE, le Pr. SALIOU DIOP, Mme FALL et son équipe.

-Mention spéciale aux étudiants qui ont participé activement aux tests.

-Tous les professeurs de l'INSEPS ainsi que le personnel administratif

-Nos bibliothécaires : Grégoire et Anastasie

-Au Pr. ADO SANO, ASS NDIAYE, REMOND SAGNA, MARIE DIENE, DIOP NIANG, Mère AWA la Lilloise

-A tous les membres de la famille SOW, DRAME, SARR, GUEYE, NDIAYE, NDOUR.

RESUME

La drépanocytose hétérozygote AS est une anomalie génétique de l'hématie qui provient de la mutation d'un seul gène parental entraînant la substitution d'un acide glutamique de la chaîne bêta de la globine de l'hémoglobine par une valine.

Cette substitution d'un acide aminé modifie les propriétés de l'hémoglobine et provoque des désordres physiologiques tels que ceux observés lors du phénomène de falciformation (drépanocyte). Et ce phénomène se manifeste de façon préférentielle dans certaines conditions de pratique sportive (exercices intense et ou prolongés, exercices en altitude, exercices en ambiance chaude).

Au niveau de la population des sportifs on note un taux de prévalence d'athlètes porteurs du trait drépanocytaire (Hb AS) similaire à celui de la population générale qui est entre neuf (9) et douze pourcent (12%).

Plusieurs études ont montré que les sujets drépanocytaires hétérozygotes asymptomatiques AC et AS ne présentant pas de syndromes cliniques ou hématologiques spontanés telle que l'anémie, le sport sous toutes ses formes leur est permis.

Dans notre travail nous avons fait une étude comparative entre les sujets porteurs du trait drépanocytaire et des sujets normaux en condition de restriction hydrique lors d'une épreuve d'effort de laboratoire de longue durée en climat tropical.

Douze sujets porteurs du trait drépanocytaire et douze sujets témoins à hémoglobine normale, en hypohydratation, ont été étudiés lors d'une épreuve d'effort à 75% de leur FC max théorique, sur bicyclette ergométrique avec une température ambiante moyenne de 25°96 Celsius et une hygrométrie de 65 à 68%. Les sujets étaient jeunes et bien entraînés, tous étudiants à l'institut National Supérieur de l'Education Populaire et du Sport (INSEPS) de Dakar.

Pour les besoins du test, nous avons soumis les sujets en situation d'hypohydratation.

Lors de ce test, il s'agissait de faire pédaler un sujet porteur du trait drépanocytaire en même temps qu'un sujet témoin à 75% de leur FC max. La fréquence de pédalage était en moyenne de 65 à 68 tours/min. Le temps de pédalage était d'une heure réparti en 12 paliers. Les paramètres suivants étaient pris dans les 30 dernières secondes de chaque palier : la fréquence cardiaque – la puissance développée – la température cutanée – la température rectale. La pression artérielle était, elle, mesurée au repos et à la fin du douzième palier. Un deuxième prélèvement sanguin était effectué après dix minutes de récupération.

Les sujets hétérozygotes ont pu pédaler et terminer l'épreuve sans montrer de complication. Ils ne sentaient pas la fatigue plus que les sujets normaux et récupéraient aussi bien que les sujets témoins.

Nos résultats montrent que :

La fréquence cardiaque au cours de l'effort et pendant la récupération n'a pas de différence significative entre les deux groupes d'étude. La pression artérielle au repos, à la fin de l'effort et après récupération n'a pas montré de différence significative aussi.

Nous avons aussi étudié l'évolution de la température centrale et de la température cutanée au cours de l'effort et lors de la récupération, les sujets porteurs du trait drépanocytaire ne montraient pas de perturbation des mécanismes thermorégulateurs.

Nous avons observé une augmentation de la température centrale au cours de l'exercice du fait de la production de chaleur engendrée par le travail des muscles. Les températures centrales observées étaient restées dans des limites acceptables parce que les moyens de régulation de température sont restés efficaces durant tout l'exercice pour les deux groupes.

L'étude des paramètres hématologiques telles que les hématies, les plaquettes, et l'hématocrite avant et après l'exercice n'ont pas montré de différence significative entre les deux groupes ce qui suggère que les capacités de transport de l'oxygène pour les sujets drépanocytaires hétérozygotes étaient intacts.

Nous avons noté après l'exercice une augmentation significative des leucocytes des sujets témoins. Mais cela n'a pas apparemment d'influence sur nos résultats.

Dès lors nous pouvons dire que lors de l'épreuve d'endurance en condition de restriction hydrique, les sujets porteurs du trait drépanocytaire sont capables de réaliser les mêmes performances que les sujets normaux.

SOMMAIRE

TITRES:

PAGES

Introduction.....	1
CHAPITRE I : REVUE DE LITTREATURE	3
I.1. Définition et généralité sur la drépanocytose.....	3
I.1.1. La forme homozygote	4
I.1.2. La forme hétérozygote.....	5
I.2. Historique :	6
I.3.Quelques Rappels Physiologique.....	8
I.3.1. La thermorégulation.....	8
I.3.2. Le Rein	10
I.3.3. REIN et drépanocytose hétérozygote.....	10
I.4. Etat actuel de la recherche sur le trait drépanocytaire et le sport....	12
CHAPITRE II : METHOLOGIE	15
II.1. Matériels	15
II.1.1. Population d`étude	15
II.1.1.1 Sujets expérimentaux.....	15
II.1.1.2. Sujets témoins	15
II.2. Méthode	16
II.2.1 Protocole de recherche.....	16
II.2.1.1. Examen médical.....	16
II.2.1.2 Test d`effort	16

II.2.1.3. Hémogramme	17
II.2.1.3.1 Principe du comptage	18
II.2.1.3.2. Etape préanalytique	18
II.2.1.3.3. Mode opératoire	18
II.2.1.3.4. Paramètres étudiés	20
II.2.1.3.5. La numération des éléments figures.....	20
II.2.1.3.6. Etude des constantes hématologiques	20
II.2.1.3.7. Etude des cellules sur frottis sanguin	20
II.3. Précautions.....	20
II.4 Déroulement.....	21
II.5 Conditions Environnementales	22
II.6 Analyses Statistiques	22
CHAPITRE III : ANALYSE ET INTERPRETATION.....	23
III.1. MESURES ANTHROPOMETRIQUES	23
III.2. MESURES DES PARAMETRES CARDIOVASCULAIRES.....	24
III.3. MESURES DES PARAMETRES THERMOREGULATEURS ...	30
III.4 MESURES DES PARAMETRES HEMATOLOGIQUES	35
CHAPITRE IV : DISCUSSION.....	39
CONCLUSION :.....	43
BIBLIOGRAPHIE	45
ANNEXE	

INTRODUCTION :

Depuis l'antiquité, le sport est considéré comme partie intégrante de la médecine. Il est excellent de se maintenir en forme par des activités justement adaptées à l'état physique et à l'âge de l'individu.

Le sport Aujourd'hui avec l'avènement du professionnalisme et du spectacle lui donne un succès indéniable au sein d'une civilisation qui met en valeur le culte du succès et de la gloire. L'athlète dans ses activités professionnelles, subit des pressions si l'on sait l'importance de la manne financière mise en jeu dans des compétitions sportives.

La prouesse sportive est des lors considérée comme une fin en soit, le sportif essayant de se surpasser sans relâche au nom du profit financier immédiat.

Cela peut devenir dangereux si l'activité nécessite une dépense physique exceptionnelle, ou un effort trop violent .C'est le cas dans certains sports qui font parfois payer un lourd tribut dû à une certaine imprudence.

Le sport ne peut plus de nos jours être laissé au hasard ; il est indispensable aux athlètes de coopérer avec les psychologues, les diététiciens, les sociologues mais surtout avec les physiologistes pour la mise en évidence non seulement de leur aptitude physique, mais aussi de leur capacité à réaliser des performances tout en réduisant le risque d'accident éventuel pour l'organisme.

Au niveau de la population des sportifs on note un taux de prévalence d'athlètes porteurs du trait drépanocytaire (HbAS) similaire a celui de la population générale qui est entre neuf (9) et douze pourcent (12%). Cette tare pourrait être un facteur de risque potentiel auquel les sujets hétérozygotes pourraient s'exposer.

L'aptitude physique n'est pas une donnée universelle mais plutôt définie en fonction de la discipline et de l'activité physique et sportive bien déterminées ; nous nous sommes demandés jusqu'où un sujet drépanocytaire hétérozygote peut aller dans une épreuve d'intensité sous maximale utilisant principalement la filière aérobie qui exige un bon système de transport de l'oxygène du sang vers les tissus pour son utilisation.

Plusieurs études ont montré que les sujets drépanocytaires hétérozygotes asymptomatiques AC et AS ne présentant pas de syndromes cliniques ou

hématologiques spontanés telle que l'anémie, le sport sous toutes ces formes (rf) leur est permis.

Ce qui n'est pas le cas pour les drépanocytaires homozygotes ou drépanocytaires aux hémoglobines SS qui présentent des syndromes d'insuffisance spirométrique restrictive, rénale, hypoxémie artérielle et une réduction de la capacité de transporter l'oxygène.

Cependant des accidents ont été notés dans certaines circonstances dans la pratique d'activités physique surtout en cas d'épreuve endurante chez les sujets hétérozygotes. En effet l'épreuve d'endurance est un facteur de l'apparition des drépanocytes, favorisée par la diminution de l'approvisionnement en oxygène, l'acidose, la déshydratation liée à l'hyperthermie pouvant occasionner des manifestations cliniques telles que les crises occlusives.(13)

Notre travail a pour objectif de faire une étude comparative entre les sujets porteurs du trait drepanocytaire et des sujets normaux en condition de restriction hydrique lors d'une épreuve d'endurance en laboratoire. Cela nous permet de chercher d'éventuelles conséquences sur :
Les réponses cardio vasculaires (fréquences cardiaques, et pression artérielle) et sur la thermorégulation (température centrale) des sujets aux hémoglobines normaux (HbAA) et des sujets aux hémoglobines anormaux (HbAS et HbAC).

CHAPITRE I : REVUE DE La LITTERATURE

A/ DEFINITION ET GENERALITES SUR LA DREPANOCYTOSE

Du grec drepanê ou drepanon signifiant fausse serpe, la drépanocytose tient son nom des déformations en faucille des hématies (globules rouges). La drépanocytose est une maladie des gènes de l'hémoglobine, protéine du sang servant à la fixation et au transport des gaz respiratoires : oxygène et gaz carbonique. Elle est une maladie autosomale récessive due à une mutation unique, ponctuelle, du gène β de la globine, situé sur le chromosome 11 (11p 11-5). La mutation du 6^{ème} codon (GAG6GTG) entraîne le remplacement de l'acide glutamique en position 6 par de la valine (Glu6Val).

L'hémoglobine S est un tétramère de globine dont les deux globines bêta sont anormales. Le gène bêta normal est appelé hémoglobine A (HbA), le gène anormal est appelé hémoglobine S (HbS), caractéristique de la maladie drépanocytaire. Ces gènes conduisent à la formation d'une protéine d'hémoglobine anormale dont la présence dans les globules rouges peut entraîner leur destruction provoquant ainsi une anémie.

L'hémoglobine est constituée de l'association complexe d'une protéine, la globine, avec une substance pigmentée ferrugineuse, l'hème. Chaque molécule d'hémoglobine possède 4 atomes de fer qui peuvent, chacun, se lier réversiblement avec une molécule d'oxygène (15). La capacité de transport de l'oxygène est donc dépendante de la quantité d'hémoglobine dans le sang. Chez l'homme, le taux d'hémoglobine est d'environ 16% (16g par 100ml de sang) alors que chez la femme, il est de 14,5%.

C'est en Afrique centrale que les drépanocytaires sont les plus nombreux. Une personne sur trois serait atteinte. En République Démocratique

du Congo, par exemple, 40% des habitants sont malades. Au Sénégal, la prévalence de l'hémoglobine S est de l'ordre de 10 à 12% (2). Les deux manifestations les plus fréquentes sont les formes homozygote et hétérozygote.

1/ La forme homozygote

C'est la forme grave de la maladie. Elle est caractérisée par des globules rouges contenant essentiellement d'hémoglobines S (HbSS). L'hémoglobine S, désoxygénée, a une solubilité réduite. Elle forme des cristaux allongés à l'intérieur du globule, lui conférant sa forme en faucille (phénomène de falciformation). La falciformation est une conséquence érythrocytaire de la polymérisation de l'hémoglobine S (à l'état désoxygénée seulement). Elle ne concerne que les syndromes drépanocytaires et, elle est en grande partie responsable de leur sévérité clinique. Le drépanocyte, hématie rigidifiée par ce phénomène, quand il obstrue les micros vaisseaux, provoque une ischémie voire un micro infarctus tissulaire. Heureusement, ce phénomène n'est ni permanent ni irréversible, dans certaines limites. A chaque passage dans les tissus, l'hématie qui vient de livrer son oxygène commence à falciformer. Mais, si elle regagne assez vite le poumon, échappant ainsi au blocage périphérique, la réoxygénation lui permet de reprendre sa forme normale. Les facteurs favorisant la polymérisation de l'HbS, et partant les manifestations aiguës, sont anciennement connus (29) : hypoxémie, acidose, déshydratation, hyperthermie, hyperviscosité.

Par ailleurs, dans la forme homozygote, les membranes cellulaires sont fragilisées, ce qui conduit à une destruction précoce des hématies. Cette modification des cellules provoque une augmentation de la viscosité du sang pouvant aboutir à des crises vaso-occlusives douloureuses....C'est pourquoi, toute activité sportive de compétition n'est pas à prescrire à ces sujets, ainsi que

les activités sous-marines ou en montagne (à plus de 1500 mètres d'altitude). Les séjours en altitude sont dangereux ; et la pratique du sport intensif leur est interdite. L'effort, résistif et/ou prolongé, expose au risque de myolyse (13). Toute condition, désassurant l'hémoglobine en oxygène, est un facteur de risque de falciformation chez les sujets drépanocytaires

2/ La forme hétérozygote

Communément appelée trait drépanocytaire, elle est la forme la moins grave. Les caractéristiques hématimétriques du sang périphérique des patients drépanocytaires hétérozygotes sont identiques à celles du sang normal, tant en ce qui concerne la lignée érythrocytaire que les lignées leucocytaires que plaquettaires (3). Chez les hétérozygotes, les globules rouges contiennent un mélange d'hémoglobines A et d'hémoglobines de type S ne conduisant pas, dans les conditions physiologiques habituelles, à la formation de drépanocytes. En effet, chaque être humain possède en principe tous les gènes de son patrimoine génétique en double exemplaire et possède donc deux gènes bêta, en combinaison pouvant être AA, AS, ou SS. Seuls les individus SS sont malades. Ceux qui ont un des deux gènes malades, par exemple AS, sont dits hétérozygotes. Chez eux la maladie ne s'exprime pas parce que le gène normal présent, suffit à contrebalancer l'effet du gène malade. Il permet de fabriquer assez d'hémoglobine normale pour empêcher la destruction des globules rouges. Les AS sont des transmetteurs sains mais peuvent donner naissance à des enfants drépanocytaires.

Cependant, les globules rouges des porteurs du trait drépanocytaire peuvent également subir la polymérisation avec la falciformation des hématies à la saturation de l'oxygène (24-14). La quantité de polymérisation avec la désoxygénation est réfléchissante de la concentration en hémoglobine S, approximativement entre 35% et 70%. Le trait drépanocytaire, habituellement,

n'est pas considéré comme un état de la maladie parce qu'il a les complications qui sont rares. Néanmoins, dans des circonstances peu communes, la morbidité ou la mortalité peut résulter des complications, liées à la polymérisation de l'hémoglobine S, tels que les problèmes de l'infection de l'appareil urinaire, l'hématurie, l'[infarctus splénique](#) avec l'hypoxie ou l'exercice d'altitude. Ces complications représentent un danger pour la vie lors de l'exercice (rhabdomyolyse, coup de chaleur, ou trouble de la fonction rénale ou de la mort soudaine idiopathique) (33-28). Les processus pathologiques ou physiologiques qui causent l'hypoxie, l'acidose, la déshydratation, l'hyperosmolalité ou l'hyperthermie peuvent transformer le trait drépanocytaire en maladie comparable à la forme homozygote avec les crises vaso-occlusives.

Alors qu'on accueille, de plus en plus de sujets porteurs du trait drépanocytaire dans le milieu sportif, de nombreuses études se sont intéressées au comportement de ces malades asymptomatiques à l'effort et les effets de l'activité physique à cause des risques potentiels auxquels ils pourraient s'exposer.

B/ HISTORIQUE :

Maladie génétique, et donc héréditaire, la drépanocytose est l'hémoglobinopathie la plus fréquente dans le monde (2). Connue depuis très longtemps dans la tradition médicale africaine (Konotey AHULU 1974,160), la drépanocytose n'a été étudiée qu'au 20^{ème} siècle (3):

C'est en 1910 qu` HERRICK observe, chez un étudiant jamaïcain, la présence d'hématies déformées en forme de faucille. Rapportant le premier cas de drépanocytose homozygote, il note déjà chez son patient la présence d'une albuminurie, d'une leucocytose et d'une faible osmolalité des urines

Le caractère familial de la maladie fut évoqué par EMMEL qui remarqua la déformation des globules rouges chez un parent de malade drépanocytaire; ce qui lui permit de soupçonner la transmission génétique de la maladie

En 1927 HAHN et GILLEPSIE notent que la falciformation des cellules n'apparaît qu'à basse tension d'oxygène ($PO_2 < 50 \text{ mmHg}$)

DIGGS introduit en 1933 la notion des deux états cliniques complètement différents

- 1947 : NEEL interprète les observations de DIGGS comme les formes hétérozygote et homozygote et établit le mode de transmission selon la loi mendélienne

SINGER et Coll. en 1948 dont les études portèrent sur la durée de vie des hématies démontrèrent que celle-ci était plus raccourcie chez le malade drépanocytaire alors qu'elle était normale chez le porteur du trait.

Le fait majeur en 1949 unifiant l'ensemble des observations précédentes est la mise en évidence d'une différence électrophorétique entre l'hémoglobine A de l'adulte et l'hémoglobine S par PAULING, ITANO SINGER et WELLS. Ceci constitue le premier exemple, démontré d'une maladie moléculaire

En 1950 HARRIS observe la formation d'un gel tactoïde par désoxygénation d'une solution d'hémoglobines S concentrée par HARRIS. Cette même année, PERUTZ met en évidence une diminution de la désoxygénation.

INGRAND démontra en 1959 l'anomalie de structure biochimique de cette hémoglobine anormale (S) et précisa que la différence positive de charge, observée en électrophorèse, est due à la substitution en position 6 de la chaîne bêta d'un acide glutamique par une valine.

Puis il a été démontré en 1960 des études par diffraction de rayon X montrèrent une différence conformationnelle entre les formes oxygénée et désoxygénée de l'hémoglobine expliquant que cette dernière peut polymérisée.

- 1962 : MONOD et JACOB, grâce à leurs travaux sur la synthèse protéique, précisèrent le déterminisme génétique de la synthèse protéique en général. Ils montrèrent qu'un type de gène bien déterminé, est responsable de l'apparition d'anomalie qualitative ou quantitative de l'hémoglobine.

C/ QUELQUES RAPPELS PHYSIOLOGIQUES

I/ LA THERMOREGULATION

L'homme comme tous les mammifères, est un homéotherme. Il maintient constante la température des parties profondes du corps, malgré la variation de la température extérieure (32). La fonction de thermorégulation comprend l'ensemble des mécanismes qui produisent de la chaleur (thermorégulation chimique), des mécanismes qui transportent et ceux qui évacuent la chaleur (thermorégulation physique) d'après des conditions thermiques de l'environnement de telle sorte que la température centrale reste constante (32).

Cependant au cours d'un exercice musculaire, la température centrale augmente, habituellement, jusqu'à un niveau dépendant de l'intensité relative

du travail. Cette augmentation de la température est bien contrôlée car la température centrale est maintenue dans certaines limites permettant les fonctionnements métaboliques de l'organisme. L'ajustement de la température se fait essentiellement par sudation – évaporation. La sudation réduit les réserves liquidiennes de l'organisme créant un ainsi un état relatif de déshydratation. Si la sudation est excessive, et les liquides corporels non remplacés, le volume sanguin chute et la température corporelle peut atteindre un niveau fatal.

Un exercice, par temps chaud et humide, constitue un défi de thermorégulation, car les importantes quantités de sueur excrétée par temps humide, contribuent très peu au refroidissement de l'organisme. Une perte d'eau supérieure à 4 ou 5% de la masse corporelle nuit grandement à la déperdition de la chaleur et au fonctionnement cardio-vasculaire, réduisant la capacité de travail.

En effet l'eau constitue 40 à 60% de la masse corporelle. Le muscle renferme 72% d'eau, la graisse n'en contient que 20 à 25%. Son entrée normale est d'environ 2,5 l/jour et provient de l'eau de la boisson (1,2l), l'eau des aliments, et l'eau du métabolisme (0,35l) produite par le catabolisme énergétique (15). Cette eau est évacuée du corps chaque jour dans l'urine (1 à 1,5l), la sueur (0,5 à 0,7l), l'air expiré (0,25 à 0,30l) et les matières fécales, constituées par 70% d'eau. L'eau joue un rôle extrêmement important dans la régulation de la température. Ainsi, l'exercice, par temps chaud, augmente de beaucoup les besoins en eau de l'organisme. Cependant, la quantité d'eau perdue, par sudation dépend de l'intensité de l'effort et de la température ambiante. L'humidité relative conditionne l'efficacité de la sudation, mécanisme thermorégulateur.

II/ LE REIN

Au nombre de deux, les reins sont richement vascularisés, recevant 1000ml de sang par minute, soit 333ml par minute et par 100g de tissu. Au repos, le rein est l'organe le plus richement irrigué (20 à 25%), en valeur relative par rapport à la masse, permettant ainsi à l'organisme d'excréter ces molécules gênantes à travers les urines et d'assurer l'homéostasie. Son fonctionnement anormal se répercute sur quatre substances : l'urée, la créatine, le sodium et le potassium. Le sodium et le potassium sont tous des électrolytes car ils sont dissous dans l'organisme sous forme d'ions chargés électriquement (32).

La concentration du sodium dans l'urine est de 3,5g/litre soit 150millimoles. Le sodium participe à l'équilibre acido-basique, à l'équilibre hydrique et la fonction nerveuse. Sa source est le sel de table. Sa carence est synonyme de crampe musculaire, apathie cérébral, et son excès peut entraîner une hypertension artérielle.

Le potassium est l'ion dominant de la cellule musculaire. Il a une concentration de 3g/l, soit 75mmol dans l'urine. Il a les mêmes fonctions que le sodium. Son manque peut occasionner une faiblesse musculaire allant jusqu'à la paralysie et l'excès de potassium peut entraîner la mort.

III/ REIN ET DREPANOCYTOSE HETEROZYGOTE

L'atteinte rénale est habituellement l'unique expression de la drépanocytose hétérozygote, symptomatique. Les conditions d'hypertonie et d'hypoxie déclenchent la falciformation dans la vasa recta (22), qui s'accroît avec l'accroissement de l'osmolalité ralentissant le flux sanguin, puis l'arrêtant, en provoquant l'infarctus médullaire et l'extravasation sanguine, responsable des hématuries. L'altération des vasa recta ampute le gradient cortico - médullaire. La baisse de l'osmolalité dans la médulla entraîne une diminution de la réabsorption passive de l'eau à partir du tube collecteur, en présence d'hormones anti-diurétiques hypophysaires (ADH). Cette « papillectomie fonctionnelle » expliquerait le trouble du pouvoir de concentration et la baisse du pouvoir d'acidification des urines.

L'hypoosmolarité, c'est-à-dire l'incapacité de concentrer l'urine, a été bien démontrée chez les sujets porteurs du trait drépanocytaire (7-17). Elle est présente chez 70% des hétérozygotes, qui ont un défaut d'acidification des urines sans charge acide. Le début initial de ce défaut de concentration est variable mais se produit habituellement tôt dans la vie. Il tend à être intermittent et réversible au commencement et graduellement peut devenir structural et irréversible (27). En raison de cette capacité limitée de concentrer l'urine, il y a une capacité, diminuée, de compenser l'équilibre négatif de l'eau pendant l'exercice.

L'hématurie est au moins aussi fréquente chez les porteurs du trait que chez les homozygotes (27). Elle a été assez bien décrite dans des études multiples des individus avec HbAS (14-16). Dans une étude faite à Atlanta sur 40 patients, porteurs du trait drépanocytaire, hospitalisés pendant une période de 14 mois, 7 (18 %) ont été admis en raison de l'hématurie (6). Une étude

jamaiquaine a montré que l'hématurie non expliquée a exigé une hospitalisation seulement une fois en 10 ans chez 119 patients présentant le trait drépanocytaire (23). Le mécanisme à l'origine de l'hématurie dans le trait drépanocytaire serait en relation avec les conditions hypertoniques, hypoxiques et acidosique dans la médullaire rénale, qui clairement favoriserait le phénomène de falciformation.

D/ ETAT ACTUEL DE LA RECHERCHE SUR LE TRAIT DREPANOCYTAIRE ET LE SPORT

La drépanocytose hétérozygote est une anomalie génétique du globule rouge. Cette anomalie modifie les propriétés de l'hémoglobine et peut provoquer des désordres physique et physiologique sous des conditions nécessitant des efforts intenses et de longue durée, même si les sujets porteurs du trait drépanocytaire sont considérés sur le plan clinique comme des sujets asymptomatiques.

L'aptitude physique à la pratique sportive des sujets à HBAS est un problème de santé publique important dans la mesure où elle pourrait être un facteur de risque des accidents. Et cela a incité la recherche pour tenter d'expliquer les causes de la mort soudaine qui a été imputée à la tare. Ainsi en dehors des études faites précédemment, montrant toutes de la capacité des porteurs du trait drépanocytaire à réaliser les mêmes performances que les sujets aux hémoglobines normaux, d'autres études sont venues, ces trois dernières années, enrichir la recherche dans ce domaine.

- Sara F et coll. (25) ont évalué la réaction lactique durant un test d'exercice physique sur bicyclette ergométrique sur une population, composée d'hommes et de femmes qui ont la drépanocytose hétérozygote.

- Bergeron et coll. (4) ont fait deux tests, l'un avec ingestion de fluide et l'autre sans ingestion de fluide. Ils remarquèrent que les résultats étaient inférieurs lors du test où ils avaient administré du fluide, comparé au test où ils (sujets porteurs du trait drépanocytaire) n'avaient pas pris de fluide, avec un résultat qui ne disposait pas de différence statistique significative par rapport à l'ensemble d'efforts fournis. Ainsi, ils dénotent une progression constante des drépanocytes avec un pourcentage de 3,5% - 5,5% chez les porteurs de l'HbAS seulement pendant l'exercice où ils n'avaient pas pris de fluide, alors qu'aucun signe de fièvre n'a été détecté au sein des participants dans le groupe des HbAA.
- Samb.A et coll. (26) ont fait un test d'effort submaximal, d'une heure de pédalage à 75% de la FC max sur une bicyclette ergométrique. Dans ce test, il était question de comparer, entre deux groupes de sujets (HbAS et HbAA), l'évolution des paramètres tels que la fréquence cardiaque, les températures cutanée et centrale, la pression artérielle. Au terme de leur étude, les résultats ne montrèrent aucune différence significative entre les deux groupes. Ils ont conclu que ces sujets ont des performances comparables à celles des sujets aux hémoglobines normaux.
- Fagnete et coll. (11) comparaient l'activité de transport du lactate des globules rouges lors d'un test d'effort progressif à un niveau maximum entre deux groupes de sujets (porteurs du trait drépanocytaire et témoins (HbAA)) et la consommation maximale d'oxygène. Ils n'ont remarqué aucune différence entre les deux groupes pour ce dernier paramètre. Cependant pour ce qui concerne le transport du lactate, ils ont fait observer que les globules rouges des sujets AS avaient produit plus de lactate à concentrations basses et élevées que ceux des sujets témoins.

- Connes. P et Coll. (7) ont fait une étude consistant à évaluer et à comparer la viscosité du sang et du plasma, l'hématocrite et la rigidité des globules rouges. L'étude consistait à un test d'effort supra maximal. Au terme de cette étude, aucune différence n'a été signalée entre les deux groupes concernant la viscosité du plasma et l'hématocrite. Mais la viscosité du sang et la rigidité des globules rouges étaient plus élevés chez les porteurs du trait drépanocytaire pendant tout le temps que ces points furent vérifiés. Ainsi, selon Connes et coll. (février 2006), le taux, élevé de la rigidité des globules rouges et de la viscosité du sang au repos, et, en réponse, à un bref exercice supra maximal, pourrait être un facteur de risque en rapport avec les complications micro circulatoires.

Cette étude vient confirmer celle de Monchanin.G et coll. (35). Les études, de ces derniers, comparaient les paramètres hématologiques entre un groupe d'athlètes, porteurs du trait drépanocytaire, avec ou sans l'alpha thalassémie et un groupe témoin dans un exercice de test progressif et maximal sur une bicyclette ergométrique. Outre les désordres de la micro circulation, ils ont fait observer que ces modifications sont limitées par la présence d'alpha thalassémie.

CHAPITRE II: METHODOLOGIE

I/ Echantillon d'étude

Il s'agit d'un échantillon de 24 sujets choisis parmi les étudiants de l'Institut National Supérieur de l'Education Populaire et du Sport (INSEPS de Dakar). Cet échantillon se compose de deux groupes de 12 sujets, un groupe de sujets porteurs du trait drépanocytaire (groupe expérimental), et un groupe de sujets aux hémoglobines normaux AA (groupe témoin).

Ils sont tous sénégalais, de race noire et de sexe masculin, parfaitement adaptés au climat tropical. Ils ont volontairement accepté de participer à l'étude après qu'ils aient été informés du protocole de recherche.

1°) Sujets expérimentaux

Ce sont des sujets, sélectionnés sur la base du test d'Emmel et de l'électrophorèse de l'hémoglobine, effectués lors de la visite médicale d'aptitude pour une admission définitive à l'INSEPS. Le taux d'hémoglobines S était en moyenne de $40,1\% \pm 3,36$, celui de l'hémoglobine A₁ de $57,4\% \pm 4,05$, et de l'hémoglobine A₂ de $2,7\% \pm 1,02$ (Cf. Tableau I).

L'âge de ces sujets était en moyenne de 25 ans $\pm 2,1$; leur poids de $67,125\text{kg} \pm 5,82$ (écart-type) en moyenne et leur taille de $177\text{cm} \pm 4,27$.

2°) Sujets témoins

Leur choix a été fait en fonction des résultats des tests, cités précédemment. Ils sont dans la même promotion que les sujets AS choisis pour les études. Ce sont des sujets aux hémoglobines normaux (HbAA), et ne présentent aucune pathologie leur contre indiquant la pratique du sport. Leur moyenne d'âge était de 25ans $\pm 1,91$; leur poids de $67,21\text{kg} \pm 6,45$; et leur taille était de $177 \pm 4,58$.

II/ MATERIELS :

Pour la réalisation de cette expérience, nous avons utilisé les instruments suivants :

- Deux (2) bicyclettes ergométriques de type MONARK 818, comportant une tablette électronique incorporée sur laquelle se lit directement le nombre de tours de pédalage par minute. La bicyclette est dotée d'une selle réglable en fonction de la taille, permettant ainsi aux sujets de pédaler confortablement. Son pédalier est relié par l'intermédiaire d'une chaîne et d'un pignon à un volant d'inertie sur lequel s'applique une sangle dont la tension est réglable. La force de frottement développée par la rotation de cette zone, s'applique par l'intermédiaire de la sangle tangentiellement à une poulie solidaire d'un contre poids. La connaissance précise des caractéristiques mécaniques de ce système et de la vitesse de la roue permet d'étalonner directement en puissance le déplacement du contre poids.
- Deux (2) cardio fréquence - mètres, de marque Polar où l'on peut lire directement la fréquence cardiaque ;
- Un (1) appareil de mesure des températures : « Thermistor Thermomètre » 400/OTO série 700. Cet appareil, fabriqué par YSI (Incorporated Yellow Springs Instruments), comporte cinq (5) canaux de sortie permettant de mesurer pour deux sujets, la température rectale, la température cutanée et la température ambiante.
- Un (1) tensiomètre à brassard doté d'un stéthoscope ;
- Une (1) toise graduée, en centimètres, pour mesurer la taille du sujet
- Un (1) pèse-personne de type SECA ;
- Deux (2) chronomètres pour mesurer la durée des phases d'exercice (de l'échauffement à la récupération) ;
- Des tubes à essai permettant de recueillir les prélèvements de sang pour chaque sujet avant et après effort pour mesurer l'hématocrite.

III/ METHODE

III-1/ PROTOCOLE DE RECHERCHE

Le protocole de recherche s'est déroulé en trois étapes :

- un examen médical
- un test d'effort
- l'hémogramme

III-1-1/ L' examen médical

IL comprend :

- un interrogatoire sur les antécédents médicaux en rapport avec la maladie drépanocytaire (céphalée, douleur ostéo-articulaire, crises vaso-occlusives)
- une analyse de la radiographie pulmonaire
- l'électrophorèse de l'hémoglobine.

III-1-2/ Le test d'effort

IL s'agit d'un test, de longue durée d'intensité sous maximale effectué en laboratoire. Lors de celui-ci, il s'agissait pour les sujets (expérimentaux et témoins) de :

Pédaler sur une bicyclette ergométrique pendant une heure de temps (1h) à 75% de la fréquence cardiaque maximale théorique, donnée par la formule d'Astrand : $FC \text{ max} = 220 - \text{âge (ans)} \pm 10$

La fréquence de pédalage était en moyenne de 65 à 68 tours/min

Maintenir une charge permettant de maintenir constant les 75% de la Fréquence Cardiaque après un échauffement de 5min

Le temps de pédalage était reparti en 12 paliers de 5min et à la fin de chaque palier les paramètres suivants étaient pris :

- la fréquence cardiaque
- la puissance développée

- la température centrale
- la température cutanée

III-1-3/ l'hémogramme

Les prélèvements de sang sont effectués au repos et dix minutes après l'arrêt de l'effort.

Il permet de faire l'étude quantitative et qualitative des éléments figures du sang. Il comporte :

- la numération des éléments figurés (globules rouges, globules blancs, plaquettes),
- l'étude des constantes hématologiques,
- l'étude du frottis sanguin (formule leucocytaire, étude morphologique des cellules).

La procédure en vigueur au laboratoire d'hématologie immunologie de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de l'université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD) recommande de recueillir le sang sur un anticoagulant facilement soluble dans le sang, ne modifiant pas la taille des hématies, n'entraînant pas la formation d'agrégats plaquettaires, n'entraînant pas d'hémolyse et n'altérant pas les globules blancs.

Un ensemble de critères retrouvé dans l'EDTA, d'où son utilisation dans l'hémogramme.

L'analyseur utilisé est le Beckmann coulter R A C.T diff. TM.

a/ PRINCIPE DU COMPTAGE

Le passage de cellules entre deux électrodes génère une impulsion électrique.

- Le nombre d'impulsions indique le nombre de cellules
- L'amplitude des impulsions produites est proportionnelle au volume de la cellule.

La formule leucocytaire est aussi automatisée

Volume, conductivité, diffraction cellulaire

Les techniques de cytochimies permettent la mise en évidence des estérases pour différencier les monocytes et des peroxydases pour différencier les polynucléaires.

A-1/ ETAPES PRE –OPERATOIRE

Le recueil du sang se fera dans un tube EDTA par une piqûre franche au niveau du pli du coude.

Les échantillons sont traités dans les vingt quatre heures qui suivent le prélèvement comme le recommande le fabricant.

Si l'échantillon n'est pas traité immédiatement, il est conservé entre 2-8°C au frigo, et à charge pour le technicien de le porter à la température ambiante avant de l'analyser.

Il faut aussi noter qu'une température de 16-22°C est nécessaire pour un bon fonctionnement du système.

A-2/ MODE OPERATOIRE

1-Sur l'écran de l'appareil sélectionner le mode SANG ENTIER

2-Sur l'icône principale on appuie sur l'icône ECRAN DES RESULTATS

3-On sélectionne les valeurs limites patients adéquates en appuyant sur l'icône correspondante jusqu'à ce que la valeur limite voulue s'affiche (1,2 ou 3) noter que 0 n'est pas une valeur limite, mais la page de linéarité de l'instrument.

4-Vérifier que l'identification de l'échantillon est correcte.

5-Si la fonction auto séquence est activée le numéro ID de l'échantillon s'incrémentera automatiquement d'une unité.

6-Si la fonction auto séquence est inactivée entrer manuellement l'ID de l'échantillon et appuyer sur l'icône sauvegarder tout en prenant le soin de ne pas dupliquer un numéro ID qui a pu être auparavant utilisé dans une séquence automatique.

7-On mélange l'échantillon selon la procédure au sein du laboratoire c'est à dire par retournement successif environ huit fois.

8-Avant de présenter l'échantillon au bec de prélèvement on vérifie si on est bien dans le mode SANG ENTIER.

9-Ensuite on présente l'échantillon bien mélangé sous le bec de façon à ce que son extrémité plonge bien dans le liquide et appuyer sur la touche d'aspiration.

10-On retire l'échantillon lorsqu'on entend le signal sonore et on rebouche le tube.

11-Les résultats de l'échantillon seront automatiquement sauvegardés par l'instrument et affichés à l'écran.

12-La fonction d'auto impression étant activée les résultats s'impriment automatiquement.

Si la fonction d'auto séquence est activée l'instrument est prêt à analyser l'échantillon suivant.

A-3/ PARAMETRES ETUDIÉS

Le BECKMAN COULTER permet l'étude qualitative et quantitative des éléments figurés du sang en quinze paramètres hématologiques pouvant être divisés en trois parties :

A-3-1/ La numération des éléments figurés

Il s'agit de compter chaque type d'éléments figurés (globules blancs, globules rouges, plaquettes) contenu dans le sang défini, diluer dans un liquide approprié, à une dilution connue.

A-3-2/ Etude des constantes hématologiques

- Hémoglobine (Hb)
- Hématocrite (Ht)
- Volume Globulaire moyen (VGM)
- Concentration Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine (CCMH)
- Teneur Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine (TCMH)

A-3-3/ Etudes des cellules sur frottis sanguin

Formule leucocytaire

Morphologie des globules rouges et blancs et des plaquettes.

III-1-4/ Précautions

Dans le cadre de l'expérimentation, les sujets :

- ne devaient pas effectuer d'effort physique important la veille et le jour du test
- étaient regroupés dans l'enceinte de l'établissement le jour du test. Ils partageaient le même repas et prenaient la même quantité d'eau entre 12h et 13h

- ne devaient boire qu'un verre d'eau après la prise du petit déjeuner et du déjeuner, et, ne devaient plus se réhydrater jusqu'à la fin des tests c'est-à-dire, après le deuxième prélèvement urinaire
- devaient se présenter en tenue de sport.

Les tests débutaient à 15h

- le premier prélèvement urinaire est fait entre 14h et 15h (avant le début de l'épreuve)
- les sujets pédalaient torse nu ; seul le port d'un short et des chaussures était permis
- l'épreuve s'est déroulée en présence d'un médecin
- les paramètres tels que : la fréquence cardiaque, la pression artérielle, la température cutanée, la température rectale, le poids et la taille des sujets, de même que la température ambiante étaient pris avant le test (au repos), après trois minutes, et cinq minutes de récupération.

III-1-5/ Déroulement

Le test se déroulait suivant le protocole, défini précédemment .Ainsi nous avons tenu à respecter les paramètres suivants :

- quatre sujets (deux sujets témoins et deux sujets expérimentaux) passaient le test dans la même journée
- les sujets urinaient avant de commencer le test d'effort (1^{er} prélèvement urinaire)
- Les sujets subissaient le premier prélèvement sanguin avant le test d'effort
- Le poids, la taille étaient pris avant le début de l'épreuve
- un sujet porteur du trait drépanocytaire pédalait en même temps qu'un sujet témoin pendant une heure
- la puissance de pédalage était, régulièrement, ajustée pour maintenir les 75% de la FC max théorique de chaque sujet ;

- durant toute la durée de l'épreuve, on prend la fréquence cardiaque, la température rectale, la température cutanée, la charge de pédalage affichée dans les 30 dernières secondes de chaque palier (12 paliers de 5 minutes)
- ces paramètres étaient repris à la fin du douzième palier, après une récupération de trois minutes et de cinq minutes
- la pression artérielle finale est mesurée dans les trois dernières minutes du douzième palier
- le poids des sujets était repris à la fin de l'exercice
- le deuxième prélèvement sanguin était effectuée dix minutes après l'effort

III-1-6/ CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES

Les températures ambiantes étaient presque identiques au cours des journées de tests. Elle était en moyenne de 25°C 96 avec un pourcentage d'humidité de l'air qui variait entre 65 et 68 %

III-1-7/ ANALYSES STATISTIQUES

Pour les besoins du traitement des données, recueillies lors de l'expérimentation, les moyennes et les écarts-types ont été calculés pour tous les paramètres étudiés.

Le test 't' de Student de comparaison de moyennes a été utilisé pour déterminer le degré de significativité des différences qui existent entre les deux groupes de sujets, expérimentaux et témoins.

P est la probabilité

- Si $P > 0,05$ la différence n'est pas significative
- Si $P < 0,05$ la différence est significatif

CHAPITRE III : PRESENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS

1- MESURES ANTHROPOMETRIQUES

TABLEAU I : Comparaison des résultats des valeurs anthropométriques

	GROUPE EXPERIMENTAL		GROUPE TEMOIN		DIFFERENCE
	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	
POIDS (Kg)	68,92	5,82	69,88	6,45	NS P= 0,73
TAILLE (cm)	178,25	4,27	176,42	4,58	NS P=0,32
AGE (ans)	25,33	2,1	25	1,91	NS P=0,68

Analyse : Le tableau de comparaison des données anthropométriques ne montre pas une différence significative. Les deux groupes ont pratiquement les mêmes valeurs moyennes pour le poids, la taille et l'âge.

2- MESURES DES PARAMETRES CARDIOVASCULAIRE

TABLEAU II: Comparaison de la fréquence cardiaque de repos, après trois et cinq minutes de récupération

	GROUPE EXPERIMENTAL		GROUPE TEMOIN		Différence
	Moyenne (batt./min)	Ecartype	Moyenne (batt/min)	Ecartype	
AU REPOS	68,08	6,13	65,33	6,00	0,27
APRES 3min DE RECUPERATION	98,25	5,08	98,25	4,99	1
APRES 5min DE RECUPERATION	91,58	6,79	90,83	6,22	0,78

Analyse : La comparaison faite sur la fréquence cardiaque pour les sujets témoins et des sujets expérimentaux au repos, après trois minutes et cinq minutes de récupération ne montre pas une différence significative des valeurs moyennes même si celle des sujets drépanocytaire est sensiblement élevée que celle des témoins.

TABLEAU III : Comparaison de la pression artérielle au repos (avant l'exercice)

PRESSION ARTERIELLE	GROUPE EXPERIMENTAL		GROUPE TEMOIN		Différence
	Moyenne (mmHg)	Ecart – type	Moyenne (mmHg)	Ecart –type	
Pression artérielle systolique	11,58	1,73	12,25	1,29	0,29
Pression artérielle diastolique	7,17	1,11	7,25	1,22	0,86

Analyse : La comparaison des valeurs moyennes de la pression artérielle au repos ne montre pas une différence significative pour les deux groupes.

**TABLEAU IV : COMPARAISON DE LA PRESSION
ARTERIELLE FINALE AU REPOS**

PRESSION ARTERIELLE	GROUPE EXPERIMENTAL		GROUPE TEMOIN		DIFFERENCE
	Moyenne (mmHg)	Ecartype	Moyenne (mmHg)	Ecartype	
Pression artérielle systolique	11,83	1,19	12,67	0,98	0,07
Pression artérielle diastolique	7,92	0,90	7,67	1,67	0,65

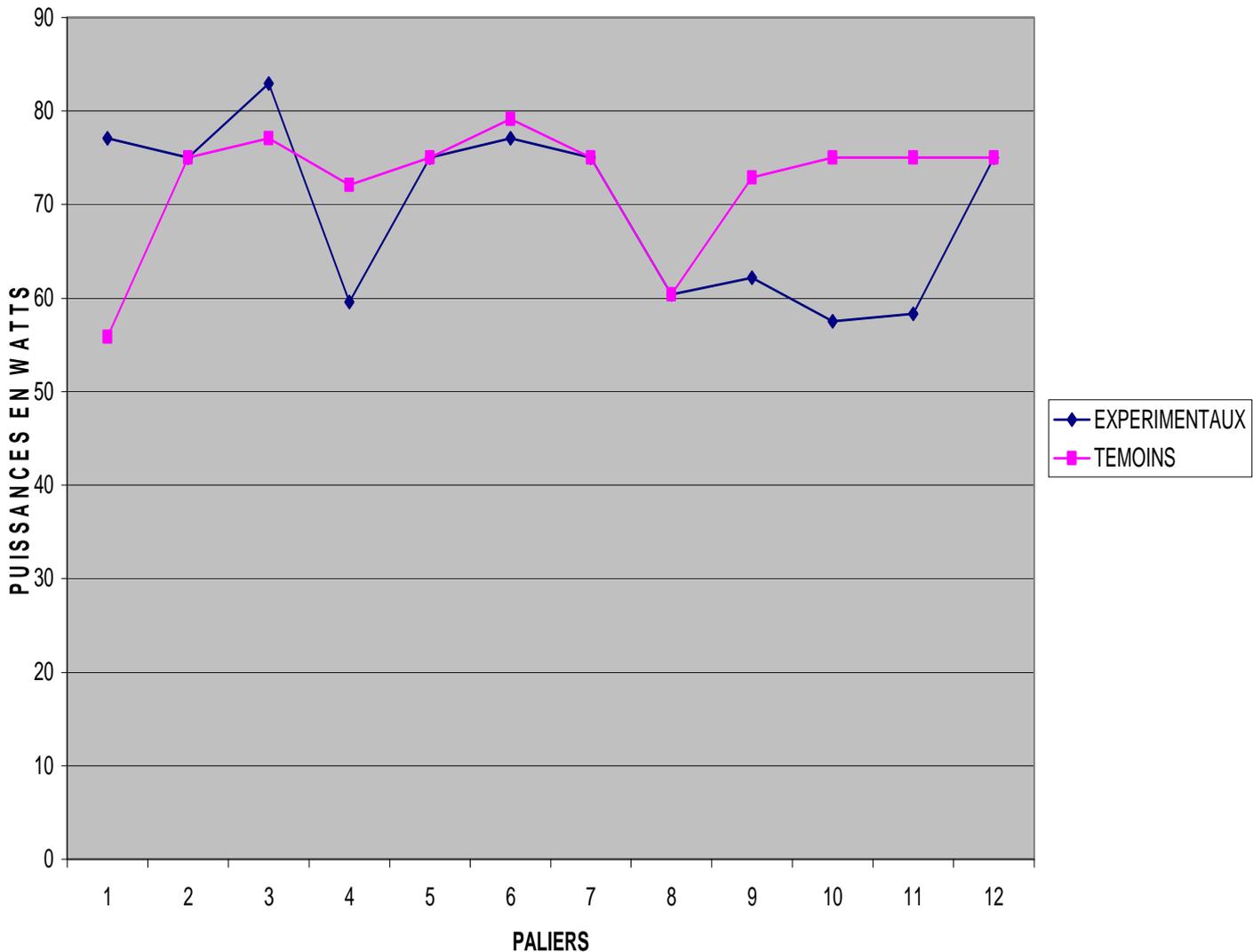
Analyse : On ne note pas aussi une différence significative au niveau de la pression artérielle finale. Les valeurs moyennes sont presque identiques pour les deux groupes

TABLEAU V : COMPARAISON DU TRAVAIL FOURNI ENTRE LES SUJETS TEMOINS ET LES SUJETS EXPERIMENTAUX

	GROUPE EXPERIMENTAL		GROUPE TEMOIN		Différence
	Moyenne (KJ)	Ecartype	Moyenne (KJ)	Ecartype	
A L'exercice	20,87	2,73	21,81	2,12	0,95

Analyse : Les valeurs moyennes du travail fourni ne montrent pas une différence significative entre les sujets témoins et expérimentale.

EVOLUTION DE LA PUISSANCE DEVELOPEE PAR LES SUJETS DREPANOCYTAIRES ET TEMOINS A L EFFORT



Analyse : Les courbes d'évolution de la puissance développée à l'effort par les sujets drépanocytaires et témoins ne montrent pas une différence significative.

Les variations de puissance s'expliquent par le fait d'un ajustement opéré pour obtenir la fréquence cardiaque maximale convenue dans le protocole expérimental.

TABLEAU VI : Comparaison de la consommation d`oxygène des sujets porteurs du trait drépanocytaire et des sujets témoins

	GROUPE EXPERIMENTAL		GROUPE TEMOIN		Différence
	Moyenne l⁻¹/min	Ecartype	Moyenne l⁻¹/min	Ecartype	
A L'exercice	0,99	0,14	1,03	0,10	0,43

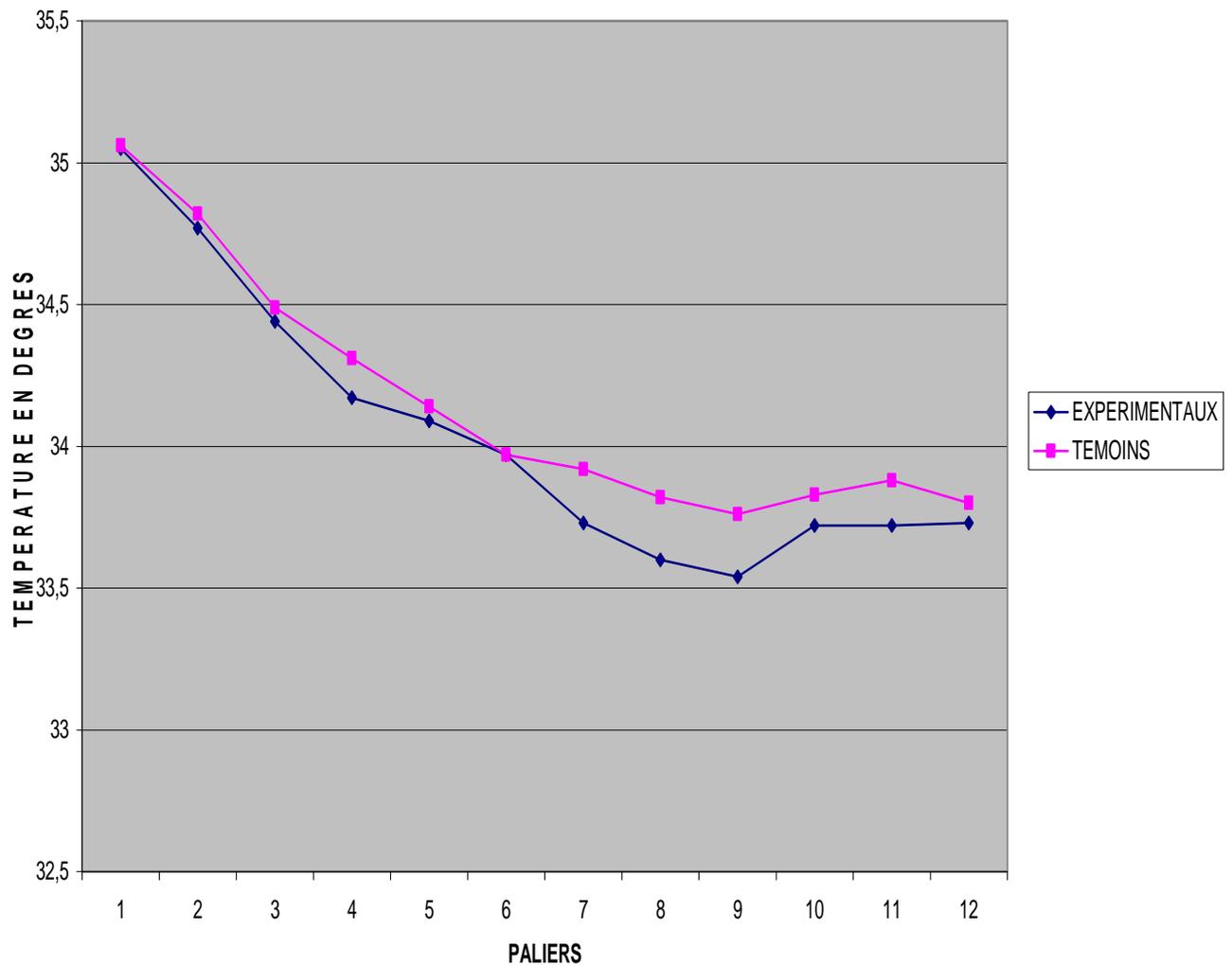
Analyse : On note pas de différence significative a voir les valeurs moyennes de la consommation d`oxygène entre les sujets drépanocytaires et les sujets témoins.

TABLEAU VII: Comparaison de la température cutanée

	GROUPE EXPERIMENTAL		GROUPE TEMOIN		Différence
	Moyenne (°C)	Ecartype	Moyenne (°C)	Ecartype	
AU REPOS	34,84	0,46	34,75	0,82	0,74
A l'exercice	34,04	0,48	34,15	0,43	0,57
Après 3min de récupéra	33,89	0,79	34,24	0,93	0,33
Après 5min de récupéra	33,80	0,82	33,80	0,99	1

Analyse : La température cutanée au repos, a l'exercice, après trois minutes, et cinq minutes de récupération ne montre pas une différence significative. Néanmoins on remarque que les valeurs moyennes de la température cutanée a l'effort est légèrement élevée chez les drépanocytaires que chez les sujets témoins.

COURBES D'EVOLUTION DE LA TEMPERATURE CUTANE DES SUJETS DREPANOCYTAIRES ET TEMOINS



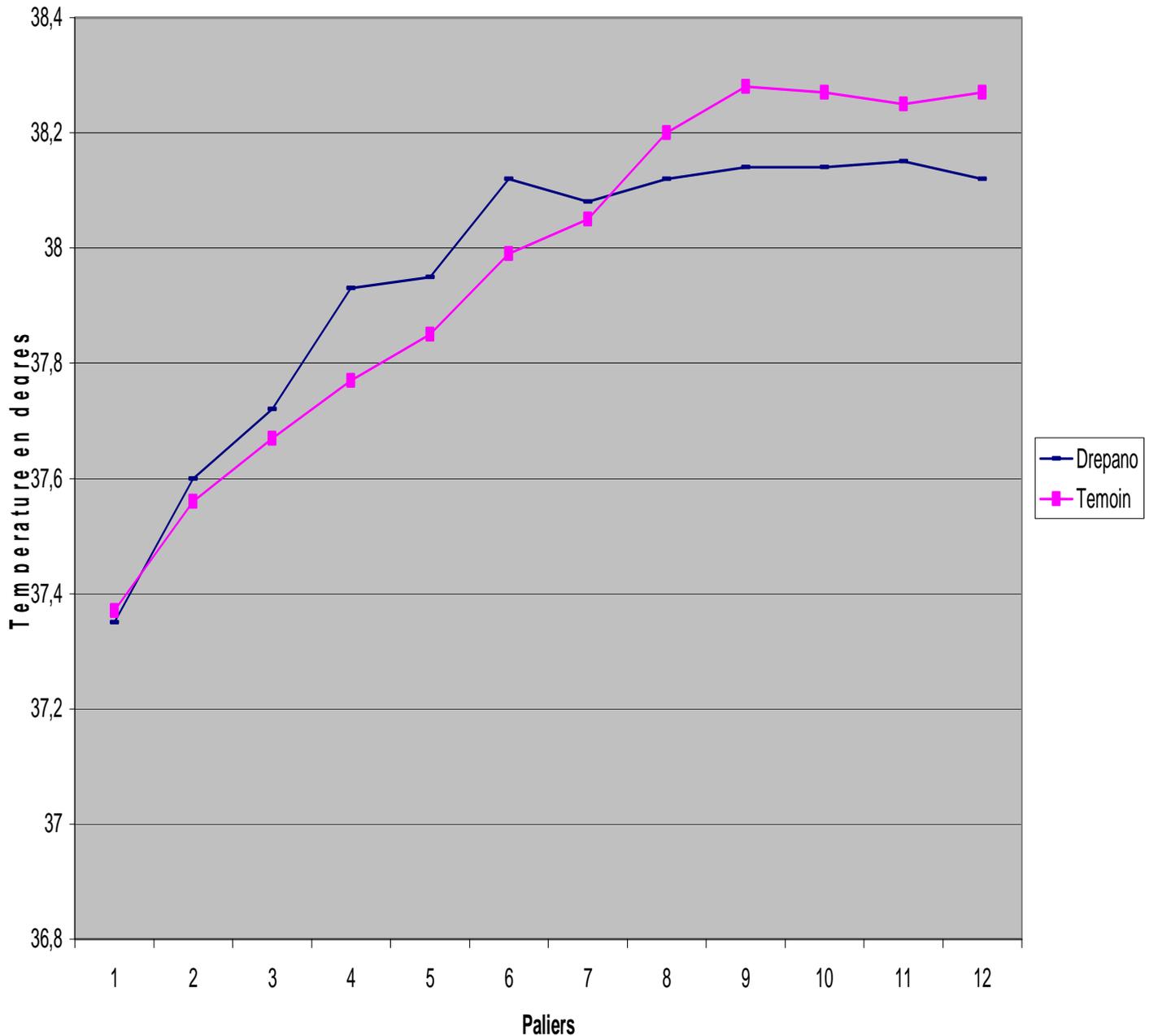
Analyse: Les courbes d'évolution de la température cutanée des sujets expérimentaux et témoins ont une allure descendante du fait de la diminution de la température pour les deux groupes. Mais on note cas même une timide élévation de la température cutanée chez les sujets témoins par tout ailleurs.

TABLEAU VIII: Comparaison des températures rectales

	GROUPE EXPERIMENTAL		GROUPE TEMOIN		Différence
	Moyenne (°C)	Ecartype	Moyenne (°C)	Ecartype	
AU REPOS	37,10	0,34	37,05	0,48	0,80
Au cours de l'exercice	37,96	0,27	37,96	0,31	0,27
Après 3min de récupération	38,04	0,3	38,23	0,28	0,10
Après 5min de récupération	38	0,27	38,15	0,3	0,15

Analyse : Les valeurs moyennes de la température rectale au repos, après trois minutes et cinq minutes de récupération ne montrent pas de différence significative pour les deux groupes de sujets. Cependant au cours de l'effort on note une augmentation progressive de la température rectale.

Courbes d'evolution de la temperature rectale des sujets temoins et des sujets drepanocytaire



Analyse : Les valeurs moyennes des températures rectales des sujets drépanocytaires et des sujets témoins augmentent progressivement au cours de l'effort. Les courbes d'évolution montrent que la température rectale des sujets

expérimentaux est plus élevée celle des témoins jusqu'à la trentième minute de l'exercice.

Après le sixième palier les valeurs moyennes de la température rectale des sujets témoins deviennent plus élevées que celles des drépanocytaires qui ce sont presque stabilisées.

**TABLEAU IX : COMPARAISON DU POIDS DES SUJETS
EXPERIMENTAUX ET DES SUJETS TEMOINS APRES EFFORT**

	GROUPE EXPERIMENTAL		GROUPE TEMOIN		DIFFERENCE
	Moyenne (Kg)	Ecartype	Moyenne (Kg)	Ecartype	
Perte de poids	1,29	0,75	1,63	0,61	0,24

Analyse : Les valeurs moyennes des pertes de poids sont plus élevées chez les sujets témoins que chez les sujets porteurs du trait drépanocytaire. Mais cette différence de perte de poids n'est pas significative.

TABLEAU X : Comparaison de la numération sanguine des sujets expérimentaux avant effort et après effort

	AVANT EFFORT		APRES EFFORT		DIFFERENCE
	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	
Leucocytes	5144	1190	4722	859	0,40
Hématies	4881111	405568	4904444	479351	0,91
Hémoglobines	14,4	1,4	14,5	1,4	0,79
Hématocrite	43,8	5,1	44,4	5	0,81
V.G.M	90,2	11,9	91,1	11,7	0,87
T.C.M.H	29,4	1,8	29,7	1,7	0,75
C.C.M.H	33,00	3,66	32,99	3,8	0,99
Plaquettes	228444	93440	236444	101474	0,86

Analyse : L`étude comparative des paramètres hématologiques avant et après effort chez les sujets porteurs du trait drépanocytaire n`ont pas montré de différence significative.

TABLEAU XI: Comparaison de la numération sanguine des sujets témoins avant effort et après effort

	AVANT EFFORT		APRES EFFORT		DIFFERENCE
	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	
Leucocytes	5744	2058	6111	1532	0,67
Hématies	4814444	323809	4908888	484340	0,63
Hémoglobines	14,9	0,6	15,3	1,6	0,51
Hématocrite	44,4	5,2	45,3	7,0	0,76
V.G.M	92,6	12,5	92,3	11,8	0,97
T.C.M.H	31,0	1,8	31,2	2,1	0,87
C.C.M.H	34,00	3,9	34,1	3,7	0,93
Plaquettes	233777	75398	481445	737984	0,33

Analyse : L'étude comparative des paramètres hématologiques avant et après effort chez les sujets témoins n'ont pas montré de différence significative.

TABLEAU XII : Comparaison de la numération sanguine des sujets expérimentaux et témoins avant effort

	DREPANOCYTAIRES		TEMOINS		DIFFERENCE
	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	
Leucocytes	5144	1190	5744	2058	0,46
Hématies	4881111	405568	4814444	323809	0,71
Hémoglobines	14,4	1,4	14,9	0,6	0,29
Hématocrite	43,8	5,1	44,4	5,2	0,82
V.G.M	90,2	11,1	92,6	12,5	0,68
T.C.M.H	29,4	1,8	31	1,8	0,08
C.C.M.H	33,00	3,7	33,9	3,9	0,60
Plaquettes	228444	93440	233777	75398	0,90

Analyse : L'étude comparative de la numération sanguine entre les sujets porteurs du trait drépanocytaires et les sujets témoins avant effort n'ont pas montré de différence significative.

TABLEAU XIII: Comparaison de la numération sanguine des sujets expérimentaux et témoins après effort

	DREPANOCYTAIRES		TEMOINS		DIFFERENCE
	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	
Leucocytes	4722	860	6111	1533	0,03
Hématies	4904444	479351	4908888	484340	0,98
Hémoglobines	14,5	1,4	15,3	1,6	0,30
Hématocrite	44,4	4,9	45,3	7	0,76
V.G.M	91,1	11,6	92,3	11,8	0,82
T.C.M.H	29,7	1,7	31,2	2,1	0,12
C.C.M.H	33	3,7	34,1	3,8	0,53
Plaquettes	236444	101474	481445	737984	0,33

Analyse : L'étude comparative de la numération sanguine entre les sujets porteurs du trait drépanocytaire et les sujets témoins montre une différence significative pour un paramètre. On note en effet une hyperleucocytose à l'état d'équilibre et en absence de toute infection chez les sujets drépanocytaires.

II- DISCUSSION

L'examen médical fait pour les deux groupes en vue de respecter notre protocole de recherche n'a montré aucune autre pathologie pouvant les différencier en dehors de la tare du trait drépanocytaire dont sont porteurs les sujets expérimentaux.

Les paramètres anthropométriques (age, poids, taille) que nous avons étudiés à travers notre étude n'a pas montré de différence significative. Nous notons une certaine homogénéité staturo pondérale entre les deux groupes de sujets.

En ce qui concerne les paramètres cardio-vasculaires, les valeurs moyennes de la fréquence cardiaque et des pressions artérielles, mesurées, au repos, à l'exercice, après trois minutes et cinq minutes de récupération, sont comparables entre les deux groupes de sujets malgré une légère élévation de la fréquence cardiaque des sujets porteurs du trait drépanocytaire. Le test de comparaison n'a pas révélé de différence significative. Les résultats, obtenus par notre étude, montrent que la restriction hydrique n'a pas eu d'incidence sur les grandeurs cardio-vasculaires (fréquence cardiaque et pression artérielle). Ces résultats confirment ceux d'une étude de Boutros-Toni et coll. (34). Toutefois, nos sujets porteurs du trait drépanocytaire ressentaient plus précocement et plus intensément la fatigue que lors de l'étude de Samb et coll. (26) où la fatigue se faisait moins ressentir. Ceci expliquerait le fait que les sujets porteurs du trait drépanocytaire affichaient une moins bonne récupération après trois (3) minutes et cinq (5) minutes. A ces deux périodes, la fréquence cardiaque était plus élevée chez les sujets porteurs du trait drépanocytaire que chez les témoins comme les travaux de Le Gallais et coll. (19) sans que la différence ne soit significative. La moins bonne adaptation cardio-vasculaire chez les sujets porteurs du trait drépanocytaire pourrait être en rapport avec leur hémoglobinopathie.

L'étude des valeurs moyennes de la température cutanée tant au repos, à l'exercice et après récupérations n'a pas montré de différence significative entre les deux groupes. Mais on note cas même une légère élévation de la température de celle des sujets témoins après la trentième minute au cours de l'exercice.

L'étude de la température rectale au repos et après récupération n'a pas montré de différence significative dans les deux groupes malgré une légère élévation de celle des sujets porteurs du trait drépanocytaire. Ce qui est intéressant de signaler ici est que l'augmentation de la température rectale des sujets porteurs du trait drépanocytaire coïncide avec la diminution de la température cutanée.

L'hypohydratation soumise aux sujets drépanocytaires montre une élévation de la température centrale mais n'entraîne pas de troubles particulières

Il est admis que l'exercice musculaire de longue durée entraîne, si les pertes hydriques ne sont pas compensées, une déshydratation qui s'accompagne d'une hypo volémie (8 – 13). La chute du débit sudoral intervient dans le processus qui dans les cas extrême laisse se développer une hyperthermie (1, 3,12). Nos résultats sont conformes avec le principe de la thermorégulation qui dit que quand un athlète transpire sans remplacer l'eau qu'il perd, de l'eau quitte le sang pour maintenir l'équilibre osmotique. Mais si la perte devient excessive, la sudation s'arrête pour maintenir le volume sanguin. Ceci fait que la température interne monte en flèche. Ces résultats obtenus dans notre étude viennent confirmer les travaux de Bergeron (4) qui affirme que la restriction hydrique à une incidence sur les données thermorégultrices des patients porteurs du trait drépanocytaire. Elle pourrait être un facteur de risque et un handicap dans la pratique des activités physiques et sportives surtout dans nos régions tropicales.

Les moyennes faibles et pas significatives des pertes de poids observées chez les sujets porteurs du trait drépanocytaire peuvent témoigner de l'effet de l'hypo hydratation sur la thermorégulation. Si nous comparons nos résultats à ceux des travaux antérieurs de SAMB A et coll. (26) où les sujets étaient en hydratation normale, on voit que les pertes hydriques chez les sujets porteurs du trait drépanocytaire étaient supérieures lors de leurs tests contrairement aux nôtres. De même si on observe nos résultats, on voit que la valeur moyenne des pertes de poids des sujets témoins (1,04kg) est supérieure à celle des sujets drépanocytaires (0,83kg) sans que la différence ne soit significative.

Les paramètres hématologiques étudiés chez les sujets porteurs du trait drépanocytaire et chez les sujets témoins n'ont pas montré de différences significatives au repos. Les paramètres hématimétriques du sang des sujets drépanocytaires hétérozygotes sont presque identiques à celles du sang des sujets témoins mis à part la lignée leucocytaire.

Les capacités de transport de l'oxygène pour les sujets drépanocytaires hétérozygotes seraient intactes la différence pourrait se trouver dans la baisse d'affinité de l'oxygène pour l'hémoglobine AS (E. BITANGA, JD ROUILLON).

Cependant on note une différence significative en ce qui concerne la lignée leucocytaire chez les sujets témoins après l'exercice. Le nombre de leucocytes est significativement plus élevé chez les témoins que les drépanocytaires. Mais nous n'avons pas noté de signe clinique pouvant indiquer une infection.

Ainsi on pourrait dire, d'après notre étude, que la tare ne semble pas être un handicap dans la pratique de l'activité physique du fait que les sujets porteurs du trait drépanocytaire ont pu terminer l'épreuve en même temps que les sujets normaux. Ces résultats viennent confirmer ceux d'autres travaux sur

l'aptitude physique des porteurs du trait drépanocytaire : SAMB et coll. (26); LE GALLAIS et al (19).

Cependant, cette conclusion optimiste quant à la bonne tolérance à l'effort musculaire des sujets porteurs du trait drépanocytaire, doit être tempérée pour deux raisons :

- la première, est liée aux caractéristiques de la population étudiée. En effet les conclusions ne peuvent pas être généralisées à une population qui serait moins homogène, où l'âge, la sédentarité... pourraient modifier la tolérance à l'exercice musculaire des sujets porteurs du trait drépanocytaire
- la seconde, liée aux conditions environnementales dans lesquelles s'est déroulée le test. Sous une température ambiante plus élevée, et une restriction hydrique beaucoup plus sévère comme on l'observe durant le mois de ramadan ce type d'exercice pourrait être un facteur déclenchant l'apparition des drépanocytes (19) et provoquant des accidents graves.

CONCLUSION:

Dans notre travail, nous avons étudié l'aptitude physique chez les sujets porteurs du trait drépanocytaire au cours d'une épreuve de laboratoire d'intensité sous maximale de longue durée.

Les sujets hétérozygotes ont pu pédaler et terminer l'épreuve sans montrer de complication. Ils ne sentaient pas la fatigue plus que les sujets normaux et récupéraient aussi bien que les sujets témoins.

Nous avons étudié les paramètres cardiovasculaires suivants :

La fréquence cardiaque au cours de l'effort et pendant la récupération et nous n'avons noté aucune différence significative entre les deux groupes d'étude. La pression artérielle au repos, à la fin de l'effort et après récupération n'a pas montré de différence significative.

Nous avons aussi étudié l'évolution des températures centrale cutanée au cours de l'effort et lors de la récupération. Les sujets porteurs du trait drépanocytaire ne montraient pas de perturbation des mécanismes thermorégulateurs.

Nous avons observé une augmentation de la température centrale au cours de l'exercice du fait de la production de chaleur engendrée par le travail des muscles. Les températures centrales observées étaient restées dans des limites acceptables parce que les moyens de régulation de température sont restés efficaces durant tout l'exercice pour les deux groupes.

L'étude des paramètres hématologiques telles que les hématies, les plaquettes, et l'hématocrite avant et après l'exercice n'ont pas montré de différence significative pour les deux groupes, ce qui suggère que les capacités de transport de l'oxygène pour les sujets drépanocytaires hétérozygotes étaient intacts.

Nous avons noté après l'exercice une augmentation significative des leucocytes des sujets témoins. Mais cela n'a pas apparemment d'influence sur nos résultats.

Alors nous pouvons dire que lors de l'épreuve d'endurance en condition de restriction hydrique, les sujets porteurs du trait drépanocytaire sont capables de réaliser les mêmes performances que les sujets normaux.

Il serait intéressant de continuer cette étude en essayant par exemple d'augmenter la durée de l'exercice imposé, ou de travailler dans un environnement plus contraignant (augmentation de la température ambiante et augmentation de l'humidité ambiante).

Par ailleurs une restriction hydrique plus importante comme on l'observe durant la période du mois de Ramadan pourrait avoir des conséquences sérieuses sources d'accidents pouvant parfois mettre en jeu le pronostique vital.

BIBLIOGRAPHIE

- 1-Ashcroft MT.** Mortality and morbidity in Jamaican adults with sickle cell trait and with normal hemoglobin followed for 12 years. *Lancet*. 1976; 2:784.
- 2- Bangre Habibou :** Dans l'ombre de la drépanocytose : le drame d'une maladie inconnue. Dossier drépanocytaire. Juillet 2003
- 3- Begue Pierre :** la maladie drépanocytaire.1984
- 4- Bergeron MF, PhD, Joseph G. Cannon, PhD, Elaina L. Hall, BS, and Abdullah Kutlar, MD:** Erythrocyte Sickling During Exercise and Thermal Stress. *Clin J Sport Med* volume 14, Number 6, November 2004
- 5- Camille Craplet et Pascal Craplet:** Physiologie et activité sportive Ed Vigot PARIS 1986
- 6- Chapman AZ, Reader PS, Friedman IA, et al:** Gross hematuria in sickle cell trait and sickle cell hemoglobin-C disease. *Am J Med*. 1955; 19:773.
- 7- Cochran RT, Jr.** Hyposthénurie in sickle cell states. *Arch Intern Med*. 1973; 112:222.
- 8- Connes P, Sara F, Hardy Dessources MD, Marlin L, Etienne F, Larifla L, Saint-Martin C, Hue O:** Effect of short supramaximal exercise on hemorheology in sickle cell trait carriers
- 9- Diakhaté Mamadou N:** Contribution à l'étude de l'aptitude des sujets porteurs du trait drépanocytaire. Mémoire de maîtrise
- 10- Edward L. FOX , Donald K Mathews.** Bases physiologiques de l'activité physique.1981 Ed Vigot. Paris. p 305-307

- 11- Fagnete S, Philippe C, Olivier H, Mona MH, Maryse EJ, Marie-Dominique HD:** Faster lactate transport across red blood cell membrane in sickle cell trait carriers. *J Appl physiol* 2006 feb;100
- 12- Galactéros F :** Drépanocytose, physiopathologie et diagnostic. *Revue du Prat* 1995 ; 45 : 351-60
- 13- Hamilton RW et al:** Acute tubular necrosis caused by exercise-induced myoglobinuria. *Ann. Intern. Med* 1972;
- 14- Heller P, Moneer Y. Clinical Problems:** the usual and unusual. *Sickle Cell disease, Diagnosis, Management, Education, and Research* (Abramson H. Bertles JF, Wethers DL, eds.) St. Louis, C.V. Mosby C., 1973, p 39
- 15- Jürgen Weineck :** *Biologie du sport*. Ed Vigot 4^e édition 1997
- 16 - Kark JA et al.** Sickle cell trait as a risk factor for sudden death in physical training. *N Engl J Med* 1987 ; 317 : 781-87.
- 17 - Kerle KK et al.** Sickle cell trait and sudden death in athletes. *JAMA* 1996 ; 276 (18) : 1472
- 18- Koppes GM, Daly JJ, Coltman CA, Butklis O.E.** Exertion induced rhabdomyolysis with acute renal failure and disemia intravascular coagulation in sickle cell trait. *The Am. J. Med.* 1977.63,313-317
- 19- LE Gallais D, Lonsdorfer J, Buguet A, Daures JP, Mercier J, Macabies J, Prefaut C.** Aptitude physique des porteurs du tyrait drépanocytaire. *Sci Sport.* 1987 ;2 :269-277.

20- Lucas WM, Bullock WH: Hematuria in sickle cell disease. *J Urol.* 1960; 83:733Lucas

21- Oster JR, Lea SM, Vaamonde CA.: Renal acidification in sickle cell trait (HgbAs). Proceedings of the first national Symposium on Sickle Cell Disease (Hercules JI, Schechter AN, Eaton WA, Jackson RE, eds). DHEW Publication No. (NIH) 75-723, 1974, p 319.

22- Perillie.PD, Epstein.FH: Sickling phenomena produced by hypertonic solution: a possible explanation of the hypostenuria of sickle cell anemia, *J. CLIN.Invest.*42.570.1963

23-Ramirez A, Hartley LH, Rhodes D, et al.: Morphological features of red blood cells in subjects with sickle cell trait: Changes during exercise. *Arch Intern Med.* 1976; 136:1064-1066.

24- Rodgers PG. Overview of pathophysiology and rationale for treatment of sickle cell anaemia. *Semin Hematol.* 1997; 34:2-7.

25- Sara F, Hardy Dessources MD, Voltaire B, Etienne-Julan M, Hue O : Lactic response in sickle cell trait carriers in comparison with subjects with normal hemoglobin. Université des Antilles et de la Guyane, Pinte a Pitre, Guadeloupe. *Clin J Sport Med .* 2003 Mars ;13 (2) :96-101

26- Samb A, Kane MO, BAA, Gadjji M, Seck D, Badji L, Sarr FB, Sarr M, Dieng SA, Diakhaté EMN, Gueye L, Cissé F, Martineaud JP.: Etude de la performance physique et de la thermorégulation des sujets porteurs du trait drépanocytaire au cours d'un exercice sous maximal. *Dakar medical* 2005,50,2

27-Sears D.A: The morbidity of SC trait a review of literature. Am J Med Sci 239.773-778.1960

28-Sears DA.Sickle Cell trait.In: Embury SH, Hebbel RP, Mohandas N, Steinberg MH, eds. Sickle cell disease: basic principles and clinical practice. New York, Raven Press, 1994: 381-94.

29- Serjeant GR: Sickle cell disease. Oxford University Press 1992, 2e édition, 1 vol. 631 p.

30- Sesso R, M.A Almeida, MS. Figueiredo, J.O Bordin: Renal dysfunction in patients with sickle cell anemia or sickle cell trait. Braz J.Med Bio Res 31(10) 1998

31- Thiriet P, Le Hersan JY, Wouassi D, Bitanga E, Gozal D. Sickle cell trait performance in a prolonged race at high altitude. Med Sci Sport Exerci.1994;26(7):914-918.

32-W.D.Mc Ardle, F. Katch, V.Katch: Physiologie de l'activité physique énergie, nutrition et performance Ed Vigot PARIS 1987

33- The morbidity of sickle cell trait: a review of the literature. Am J Med 1978; 64: 1021-36

34- Boutros Toni F, Dosso Y, Freminet A, Leclerc I, Poyart C. Réactions cardiovasculaires et métaboliques à un exercice sous-maximal de sujets africains porteurs du trait drépanocytaire. Nouv Rev Fr Hématol. 1980 ; 22 :37-45.

35- Monchanin G, Connes P, Wouassi D, Francina A, Djoba B, Banga PE, Owona FX, Thiriet P, Massarelli R, Martin C. Hemorheology, sickle cell trait, and alpha-thalassemia in athletes: effect of exercise. Med Sci Sport Exerc. 2005 Jul; 37 (7): 1086-92

**TABLEAU 1 : RESULTATS DES MESURES ANTHROPOMETRIQUES DES
SUJETS TEMOINS**

SUJETS TEMOINS	POIDS AU REPOS (KG)	TAILLE EN CENTIMETRE (cm)	AGE EN ANNEE (ans)
1	64	183	25
2	67	168	25
3	78	176	24
4	78	180	27
5	63	177	27
6	74	181	22
7	63	174	28
8	75.5	176	27
9	72	176	23
10	69.5	169	23
11	83.5	176	25
12	65.5	181	24
MOYENNE	69,88	176,42	25
ECARTYPE	6,45	4,58	1,91

TABLEAU 2 : RESULTATS DES MESURES ANTHROPOMETRIQUES
DES SUJETS DREPANOCYTAIRES

SUJETS DREPANOCYTAIRES	POIDS AU REPOS EN KILOGRAMME (Kg)	TAILLE EN CENTIMETRE	AGE
1	69	177	24
2	68,5	172	28
3	74	180	24
4	60	177	24
5	65	179	25
6	61	182	25
7	63	179	23
8	73,5	175	24
9	70	184	29
10	76	186	29
11	69	174	24
12	78	174	25
MOYENNE	68,92	178,25	25,33
ECARTYPE	5,82	4,27	2,1

TABLEAU 3: RESULTATS DE LA TEMPERATURE RECTALE AU REPOS, APRES TROIS (3) MINUTES ET APRES CINQ (5) MINUTES DE RECUPERATION DES SUJETS DREPANOCYTAIRES

SUJETS DREPANOCYTAIRES	TEMPERATURES RECTALES AU REPOS (°C)	TEMPERATURES RECTALES APRES 3MN DE RECUPERATION	TEMPERATURES RECTALES APRES 5MN DE RECUPERATION
1	37,37	38,00	37,92
2	37,05	38,47	38,29
3	37,07	37,81	37,74
4	37,41	37,61	37,60
5	37,37	38,30	38,28
6	36,63	37,59	37,56
7	37,00	38,28	38,21
8	36,98	38,01	37,96
9	36,51	37,73	37,70
10	36,75	38,32	38,28
11	37,43	38,07	38,01
12	37,57	38,23	38,18
MOYENNE	37,10	38,04	38
ECART-TYPE	0,34	0,3	0,27

**TABLEAU 4 : RESULTATS DE LA TEMPERATURE RECTALE AU REPOS,
APRES TROIS (3) MINUTES ET APRES CINQ (5) MINUTES DE
RECUPERATION DES SUJETS TEMOINS**

SUJETS TEMOINS	TEMPERATURES RECTALES AU REPOS (°C)	TEMPERATURES RECTALES APRES 3MN DE RECUPERATION	TEMPERATURES RECTALES APRES 5MN DE RECUPERATION
1	37,34	38,43	38,35
2	37,17	38,63	38,44
3	35,96	38,59	38,55
4	37,30	37,97	37,89
5	37,32	38,20	38,14
6	36,72	38,09	38,06
7	37,02	38,07	38,04
8	37,23	38,03	38,00
9	36,61	38,47	38,45
10	36,74	38,02	37,96
11	37,71	38,50	38,37
12	37,50	37,81	37,52
MOYENNE	37,05	38,23	38,15
ECARTYPE	0,48	0,28	0,3

**TABLEAU 5: RESULTATS DE LA TEMPERATURE CUTANEE AU
REPOS APRES TROIS (3) MINUTES ET APRES CINQ (5) MINUTES
DE RECUPERATION DES SUJETS TEMOINS**

SUJETS DREPANOCYTAIRES	TEMPERATURES CUTANEEES AU REPOS (°C)	TEMPERATURES CUTANEEES APRES 3min DE RECUPERATION	TEMPERATURES CUTANEEES APRES 5min DE RECUPERATION
1	34,43	33,00	32,98
2	35,18	35,03	35,00
3	34,86	34,69	34,59
4	34,90	33,30	33,22
5	35,47	34,60	34,54
6	34,80	33,63	33,59
7	35,45	34,10	33,85
8	34,38	33,24	33,11
9	35,18	34,32	34,23
10	33,96	32,56	32,31
11	34,50	33,53	33,50
12	34,95	34,68	34,65
MOYENNE	34,84	33,89	33,80
ECARTYPE	0,46	0,79	0,82

TABLEAU 6 : RESULTATS DE LA TEMPERATURE CUTANEE AU REPOS, APRES TROIS (3) MINUTES ET APRES CINQ (5) MINUTES DE RECUPERATION DES SUJETS DREPANOCYTAIRES

SUJETS TEMOINS	TEMPERATURES CUTANEEES AU REPOS (°C)	TEMPERATURES CUTANEEES APRES 3min DE RECUPERATION	TEMPERATURES CUTANEEES APRES 5min DE RECUPERATION
1	34,39	34,09	33,84
2	34,00	33,40	33,17
3	35,87	35,52	32,23
4	32,83	32,54	32,36
5	35,29	35,23	35,20
6	34,79	34,51	34,49
7	35,20	35,11	35,08
8	34,00	33,80	33,60
9	35,29	32,93	32,78
10	35,26	34,32	34,15
11	35,21	34,94	34,35
12	34,85	34,45	34,32
MOYENNE	34,75	34,24	33,80
ECARTYPE	0,82	0,93	0,99

TABLEAU 7 : RESULTATS DE LA FREQUENCE CARDIAQUE AU REPOS,**APRES TROIS (3) MINUTES ET APRES CINQ (5) MINUTES DE****RECUPERATION DES SUJETS DREPANOCYTAIRES**

SUJETS DREPANOCYTAIRES	FREQUENCE CARDIAQUE AU REPOS (batt. /min)	FREQUENCE CARDIAQUE APRES 3min DE RECUPERATION (batt. /min)	FREQUENCE CARDIAQUE APRES 5min DE RECUPERATION
1	72	104	96
2	72	92	80
3	74	91	88
4	72	104	100
5	68	102	90
6	80	94	92
7	64	104	100
8	62	100	96
9	67	102	100
10	60	92	85
11	66	98	86
12	60	96	86
MOYENNE	68,08	98,25	91,58
ECARTYPE	6,13	5,08	6,79

**TABLEAU 8 : RESULTATS DE LA FREQUENCE CARDIAQUE AU REPOS
APRES TROIS (3) MINUTES ET APRES CINQ (5) MINUTES DE
RECUPERATION DES SUJETS DREPANOCYTAIRE**

SUJETS TEMOINS	FREQUENCE CARDIAQUE_AU REPOS (batt. /min)	FREQUENCE CARDIAQUE APRES 3min DE RECUPERATION	FREQUENCE CARDIAQUE APRES 5min DE RECUPERATION
1	80	104	96
2	60	100	94
3	67	91	87
4	69	94	83
5	70	105	97
6	62	95	78
7	62	103	96
8	64	99	90
9	68	101	99
10	64	96	88
11	60	101	93
12	58	90	89
MOYENNE	65,33	98,25	90,83
ECARTYPE	6,00	4,99	6,22

TABLEAU 9 : PRESSION ARTERIELLE INITIALE (PAI) ET PRESSION ARTERIELLE FINALE DES SUJETS TEMOINS

SUJETS TEMOINS	PRESSION ARTERIELLE INITIALE		PRESSION ARTERIELLE FINALE	
	PAS	PAD	PAS	PAD
1	13	08	14	09
2	11	07	12	07
3	14	08	13	07
4	12	09	12	08
5	12	08	14	11
6	12	06	13	07
7	11	06	13	07
8	15	08	13	08
9	13	06	13	07
10	12	09	13	10
11	11	06	11	05
12	11	06	11	06
MOYENNE	12,25	7,25	12,67	7,67
ECARTYPE	1,29	1,22	0,98	1,67

TABLEAU 10: PRESSION ARTERIELLE INITIALE (PAI) ET PRESSION ARTERIELLE FINALE DES SUJETS DREPANOCYTAIRES

SUJETS DREPANOCYTAIRES	PRESSION ARTERIELLE INITIALE		PRESSION ARTERIELLE FINALE	
	PAS	PAD	PAS	PAD
1	11	08	13	08
2	12	07	11	08
3	13	05	11	08
4	08	06	10	08
5	12	08	14	08
6	14	08	11	07
7	09	07	12	07
8	13	07	11	09
9	11	09	13	08
10	12	07	13	10
11	13	08	12	07
12	11	06	11	07
MOYENNE	11,58	7,17	11,83	7,92
ECARTYPE	1,73	1,11	1,19	0,90

TABLEAU 11 : EVOLUTION DU POIDS DES SUJETS TEMOINS

SUJETS TEMOINS	POIDS AU-REPOS (kg)	POIDS A LA FIN DE L'EXERCICE (kg)	PERTE (kg)
1	64	63	01
2	67	65	02
3	78	77	01
4	78	77	01
5	63	62	01
6	74	71	03
7	63	61,5	01,5
8	75,5	73,5	02
9	72	70	02
10	69,5	68	01,5
11	83,5	81,5	02
12	65,5	64	01,5
MOYENNE	71,08	69,46	1,63
ECARTYPE	6,81	6,68	0,61

TABLEAU 12 : EVOLUTON DU POIDS DES SUJETS DREPANOCYTAIRES

SUJETS DREPANOCYTAIRES	POIDS AU REPOS (kg)	POIDS A LA FIN DE L'EXERCICE (kg)	PERTE (kg)
5	69	68	01
2	68,5	67	01,5
3	74	73,5	00,5
4	60	59	01
5	65	64,5	00,5
6	61	58	03
7	63	61	02
8	73,5	72	01,5
9	70	69,5	00,5
10	76	75	01
11	69	67	02
12	78	77	01
MOYENNE	68,92	67,63	1,29
ECART-TYPE	5,83	6,19	0,75

**TABLEAU 13 : EVOLUTION DE LA TEMPERATURE RECTALE
DES SUJETS EXPERIMENTAUX ET DES SUJETS TEMOINS A
L'EFFORT**

SUJETS		EXPERIMENTAUX	TEMOINS
PALIERS			
	1	37,35	37,37
	2	37,60	37,56
	3	37,72	37,67
<u>T</u>	4	37,93	37,77
<u>A</u>	5	37,95	37,85
<u>B</u>			
<u>L</u>	6	38,12	37,99
<u>E</u>			
<u>A</u>	7	38,08	38,05
<u>U</u>			
	8	38,12	38,20
<u>1</u>	9	38,14	38,28
<u>3</u>			
-	10	38,14	38,27
<u>T</u>	11	38,15	38,25
<u>A</u>			
<u>B</u>	12	38,18	38,27
<u>L</u>			
<u>E</u>			
<u>A</u>	MOYENNE	37,96	37,96
<u>U</u>	ECARTYPES	0,27	0,31

**TABLEAU 14: EVOLUTION DE LA TEMPERATURE CUTANEE
DES SUJETS EXPERIMENTAUX ET DES SUJETS TEMOINS A
L'EFFORT**

SUJETS PALIERS	EXPERIMENTAUX	TEMOINS
1	35,05	35,06
2	34,77	34,82
3	34,44	34,49
4	34,17	34,31
5	34,09	34,14
6	33,97	33,97
7	33,73	33,92
8	33,60	33,82
9	33,54	33,76
10	33,72	33,83
11	33,72	33,88
12	33,73	33,80
MOYENNE/	34,04	34,15
ECARTYPES	0,48	0,43

**TABLEAU 15: EVOLUTION DES PUISSANCES DES SUJETS
EXPERIMENTAUX ET DES SUJETS TEMOINS A L'EFFORT**

SUJETS PALIERS	EXPERIMENTAUX	TEMOINS
1	77,08	55,83
2	75	75
3	82,92	77,08
4	59,58	72,08
5	75	75
6	77,08	79,17
7	75	75
8	60,41	60,41
9	62,2	72,92
10	57,5	75
11	58,33	75
12	75	75
MOYENNE/	69,59	72,29
ECARTYPES	9,14	6,92

**TABLEAU 16 : ESTIMATION DU TRAVAIL ET DE LA CONSOMMATION
D' OXYGENE EN FONCTION DE LA PUISSANCE FOURNIE**

Paliers	SUJETS EXPERIMENTAUX			SUJETS TEMOINS		
	Puissance en watt	Travail en KJ	Consommation d'oxygène en l ¹ /min	Puissance en watt	Travail en KJ	Consommation d'oxygène en l ¹ /min
1	77	23,12	1,10	56	16,74	0,80
2	75	22,50	1,07	75	22,50	1,07
3	83	24,87	1,19	77	23,12	1,10
4	60	17,87	0,86	72	23,12	1,03
5	75	22,50	1,07	75	22,50	1,07
6	77	23	1,10	79	23,75	1,13
7	75	22,50	1,07	75	22,50	1,07
8	60	18,12	0,86	60	18,12	0,86
9	62	18,66	0,89	73	21,87	1,04
10	57	17,25	0,81	75	22,50	1,07
11	58	17,49	0,83	75	2250	1,07
12	75	22,50	1,07	75	22,50	1,07
Moyenne	69,59	20,87	0,99	72,29	21,81	1,03
Ecart-type	9,14	2,73	0,14	6,92	2,12	0,10

TABLEAUX 17 : EVOLUTION DE LA TEMPERATURE RECTALE DES SUJETS DREPANOCYTAIRES

Sujets \ Paliers	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moyenne	ecartype
1	37,64	37,25	37,26	37,57	37,48	37,04	37,38	37,49	36,71	37,15	37,51	37,72	37,35	0,29
2	37,96	38,07	37,35	37,74	37,62	37,30	37,53	37,73	36,86	37,48	37,65	37,90	37,60	0,33
3	38,05	38,31	37,49	37,84	37,72	37,37	37,69	37,84	37,02	37,64	37,72	37,94	37,72	0,33
4	38,17	38,47	37,53	37,87	37,91	37,55	37,83	37,95	37,14	37,80	38,81	38,08	37,93	0,44
5	38,31	38,55	37,63	37,91	38,01	37,68	37,96	38,10	37,32	37,92	37,87	38,14	37,95	0,32
6	38,41	38,62	37,74	37,96	38,11	37,74	38,08	38,17	37,39	38,02	38,96	38,21	38,12	0,42
7	38,44	38,66	37,75	37,96	38,17	37,76	38,13	38,17	37,57	38,14	38,01	38,23	38,08	0,30
8	38,52	38,68	37,76	37,93	38,25	37,75	38,17	38,23	37,67	38,18	38,04	38,23	38,12	0,31
9	38,34	38,71	37,80	37,89	38,30	37,73	38,27	38,20	37,74	38,28	38,06	38,36	38,14	0,30
10	38,30	38,72	37,87	37,83	38,30	37,75	38,31	38,18	37,73	38,35	38,09	38,27	38,14	0,30
11	38,29	38,71	37,86	37,72	38,40	37,68	38,33	38,38	37,77	38,33	38,01	38,32	38,15	0,33
12	38,32	38,70	37,95	37,67	38,31	37,65	38,30	38,17	37,77	38,33	38,11	38,27	36,12	0,31

**TABLEAUX 18 : EVOLUTION DE LA TEMPERATURE RECTALE DES
SUJETS TEMOINS**

Sujets Paliers	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moyenne	Ecart type
1	37,73	37,56	37,85	37,43	37,54	37,18	37,29	37,10	36,56	37,32	37,54	37,30	37,37	0,34
2	37,96	37,74	37,99	37,56	37,78	37,28	37,52	37,43	36,61	37,55	37,74	37,52	37,56	0,36
3	38,08	37,77	38,12	37,66	37,95	37,33	37,68	37,53	36,66	37,71	37,90	37,68	37,67	0,39
4	38,21	37,86	38,19	37,76	38,08	37,45	37,79	37,61	36,67	37,83	38,03	37,77	37,77	0,41
5	38,28	37,97	38,25	37,86	38,18	37,51	37,89	37,71	36,72	37,90	38,11	37,83	37,85	0,42
6	38,52	38,02	38,33	37,91	38,24	37,52	37,97	37,81	36,84	38,00	38,83	37,87	37,99	0,50
7	38,63	38,05	38,35	37,99	38,26	37,63	38,01	37,87	37,50	38,05	38,29	37,92	38,05	0,31
8	38,65	38,41	38,46	38,00	38,26	37,74	38,50	37,96	38,02	38,06	38,36	37,99	38,20	0,28
9	38,68	38,28	38,49	38,06	38,28	38,80	38,08	38,01	38,19	38,09	38,40	38,00	38,28	0,27
10	38,58	38,38	38,56	38,11	38,30	38,26	38,09	38,06	38,31	38,10	38,46	37,97	38,27	0,20
11	38,40	38,27	38,62	38,13	38,30	38,10	38,11	38,10	38,40	38,10	38,48	38,01	38,25	0,19
12	38,46	38,48	38,64	38,12	38,29	38,12	38,12	38,10	38,46	38,12	38,50	38,00	38,27	0,21

TABLEAUX 19 : EVOLUTION DE LA TEMPERATURE CUTANE DES SUJETS DREPANOCYTAIRES

Sujets \ Paliers	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moyenne	Ecart type
1	34,42	35,82	34,79	34,71	35,62	35,18	35,46	34,71	35,51	34,65	34,80	34,92	35,05	0,45
2	33,84	34,47	34,69	34,19	34,80	35,02	35,31	34,69	35,48	34,98	34,79	34,92	34,77	0,45
3	33,55	35,33	34,19	33,68	34,35	34,78	35,10	34,40	35,32	33,51	34,38	34,72	34,44	0,64
4	32,26	35,17	34,16	33,51	34,20	34,65	34,79	34,30	35,23	32,93	34,58	34,30	34,17	0,88
5	33,00	34,93	34,07	33,93	34,20	34,50	34,24	33,73	34,93	32,75	34,86	33,95	34,09	0,70
6	33,06	34,87	34,30	33,08	34,24	34,62	33,46	33,84	34,55	32,43	34,98	34,15	33,97	0,80
7	32,02	34,93	34,29	33,12	34,26	34,16	33,16	33,67	34,32	31,73	34,86	34,28	33,73	1,03
8	31,91	34,87	34,50	32,69	34,12	34,08	32,70	33,09	34,22	31,67	34,89	34,43	33,60	1,13
9	31,54	34,71	34,46	32,69	34,30	33,64	32,42	33,33	33,94	31,95	34,94	34,56	33,54	1,15
10	33,07	34,70	34,49	33,02	34,30	33,45	32,63	33,34	34,11	31,89	35,01	34,59	33,72	0,96
11	33,10	34,79	34,60	32,59	34,40	33,43	32,73	33,16	34,26	31,85	35,20	34,57	33,72	1,09
12	33,05	34,76	34,60	32,87	34,36	33,39	32,83	32,85	34,24	32,00	35,22	34,55	33,73	1,01

TABLEAUX 20: EVOLUTION DE LA TEMPERATURE CUTANE DES SUJETS TEMOINS

Sujets Paliers	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moyenne	Ecart type
1	35,70	35,27	36,22	32,01	36,21	35,46	35,76	35,33	35,32	34,17	33,80	35,44	35,06	1,20
2	35,96	34,80	35,27	31,57	36,40	35,14	35,96	35,23	35,02	33,98	33,60	34,95	34,82	1,29
3	35,78	34,72	34,40	31,22	36,26	34,88	35,00	35,04	34,67	33,72	33,45	34,70	34,49	1,28
4	35,84	34,41	34,38	30,71	36,12	34,50	35,04	34,55	34,52	33,75	33,46	34,49	34,31	1,36
5	35,31	34,33	33,43	30,46	35,96	34,57	34,88	34,24	34,37	33,77	34,40	33,95	34,14	1,34
6	34,94	34,15	33,36	30,83	34,77	34,56	34,23	34,07	34,10	33,78	34,60	33,90	33,97	1,08
7	34,87	34,50	33,43	30,71	35,40	34,48	34,05	34,00	34,14	33,38	34,70	33,38	33,92	1,19
8	34,47	33,59	33,45	30,46	35,40	34,70	33,86	34,08	33,86	33,67	34,40	33,91	33,82	1,19
9	34,30	33,93	33,59	30,56	35,20	34,62	33,61	34,04	32,73	34,15	34,50	33,91	33,76	1,18
10	34,28	33,91	34,50	32,08	35,30	34,36	33,21	34,08	32,18	33,97	34,48	33,61	33,83	0,94
11	33,74	33,65	35,33	32,13	35,16	34,39	33,47	34,02	32,78	33,91	34,66	33,37	33,88	0,92
12	33,62	33,79	35,44	32,14	34,98	34,49	33,13	34,04	32,29	33,72	34,23	33,75	33,80	0,97

**TABLEAU 21 : NUMERATION SANGUINE DES SUJETS
TEMOINS AVANT EFFORT**

numération n	Leucocytes (mm ³)	Hématies (mm ³)	Hémoglobines (g/dl)	Hématocrite (%)	V.G.M (fl)	T.C.M.H (pg)	C.C.M.H (g/dl)	Plaquettes
SUJETS								
1	7600	5370000	15	50	93,1	27,9	30	129000
2	4500	4400000	14,6	48,8	110,9	33,2	30	256000
3	6500	4550000	14,8	47,5	104,6	32,6	31,2	118000
4	10300	5090000	15,7	50,6	99,4	30,9	31,1	315000
5	4700	4450000	14,2	46	103,2	31,8	30,8	201000
6	5000	4930000	14,1	37,5	76,3	28,6	37,5	223000
7	4400	4770000	14,6	38,7	81,1	30,5	37,7	340000
8	4700	5050000	15,8	40,9	80,9	31,3	38,6	266000
9	4000	4720000	15,3	39,5	83,6	32,3	38,7	256000
MOYEN NE	5744,44	4814444,4 4	14,90	44,39	92,57	31,01	33,96	233777,78
ECTYPE	2058,59	323809,79	0,61	5,22	12,52	1,78	3,99	75398,57

**TABLEAU 23 : NUMERATION SANGUINE DES SUJETS
DREPANOCYTAIRES AVANT EFFORT**

numération SUJETS	Leucocytes	Hématies	Hémoglobines	Hématocrite	V.G.M	T.C.M.H	C.C.M.H	Plaquettes
1	4800	4680000	13,9	45,9	98,1	29,8	30,4	228000
2	5900	5320000	16,8	54,8	103	31,5	30,6	162000
3	3600	4480000	12,3	40,7	90,8	27,4	30,2	170000
4	3900	4500000	13,5	43,6	97	29,9	30,9	176000
5	5900	5070000	14,7	47,9	94,4	29,1	30,8	225000
6	7500	4360000	13,1	43	98,7	30,2	30,6	84000
7	4400	5550000	14,4	39	70,2	25,9	36,9	294000
8	5000	4970000	14,8	39,1	78,6	29,7	37,8	370000
9	5300	5000000	15,7	40,5	81	31,4	38,8	347000
MOYENNE	5144,44	4881111,11	14,36	43,83	90,20	29,43	33,00	228444,44
ECTYPE	1190,70	405568,87	1,36	5,11	11,08	1,80	3,66	93439,97

**TABLEAU 24 : NUMERATION SANGUINE DES SUJETS
EXPERIMENTAUX APRES EFFORT**

numération n SUJETS	Leucocytes	Hématies	Hémoglobines	Hématocrite	V.G.M	T.C.M.H	C.C.M.H	Plaquettes
1	4400	4810000	14,3	47,3	98,3	29,7	30,2	292000
2	6000	5240000	16,6	54,5	104	31,8	30,6	165000
3	3500	4330000	12,1	39,5	91,2	27,9	30,6	170000
4	3800	4740000	14,5	47,3	99,7	30,5	30,6	120000
5	5600	4840000	14,1	46	95	29,3	30,8	195000
6	5200	4290000	13	43,3	100,8	30,3	30,1	124000
7	4200	5880000	15,5	41	69,7	26,4	37,9	340000
8	4400	4950000	14,9	39,3	79,3	30,1	37,9	354000
9	5400	5060000	15,8	41,4	81,8	31,3	38,2	368000
MOYENNE	4722,22	4904444,44	14,53	44,40	91,09	29,70	32,99	236444,44
ECTYPE	859,91	479351,41	1,39	4,91	11,65	1,67	3,77	101474,27

FICHE TECHNIQUE

PRENOM :

NOM :

DATE :

AGE :
HEURE :

PAI

% D' HUMIDITE DE L' AIR :
TAILLE :

PAF

75% de la FC_{MAX}:

VALEURS DE REPOS

PUISSANCE	POIDS	FRC	T°A	T°C	T° RECT

VALEURS A L'EXERCICE

PALIERS	FREQUENCE CARDIAQUE	T°RECTALE	T°CUTANEE	PUISSANCE
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

APRES 3 MINUTES DE RECUPERATION

FRC	T° A	T° C	T° RECT	POIDS

APRES 5 MIN DE RECUPERATION

FRC	T° A	T° C	T° RECT	POIDS