

**REPUBLIQUE DU SENEGAL**



**UN PEUPLE - UN BUT - UNE FOI**

**MINISTRE DE L'EDUCATION CHARGE DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPERIEUR, DES CUR ET DES UNIVERSITES**

**UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR**



**INSTITUT NATIONAL SUPERIEUR DE L'EDUCATION POPULAIRE ET DU SPORT  
(INSEPS)**

**MEMOIRE DE MAITRISE ES SCIENCES ET TECHNIQUES DE L'ACTIVITE PHYSIQUE ET  
DU SPORT (STAPS)**

**LE SOMMEIL DU SPORTIF : EFFETS D'UNE  
PRIVATION PARTIELLE DE SOMMEIL SUR  
QUELQUES QUALITES PHYSIQUES**

Présenté par :

**MOUSSA DJITTÉ**

Sous la direction de:

**Mr. MOUNTAGA DIOP**

Professeur à l'INSEPS

**Année Académique : 2010-2011**

# DEDICACES

---

*Je dédie ce travail :*

- ❖ *Au tout puissant, le tout miséricordieux, le très miséricordieux sans qui ce travail n'aurait pas vu le jour.*
- ❖ *A mon père **GORA DJITTÉ**, qui m'a donné une bonne éducation basée sur l'honnêteté, la droiture, le respect, la piété, la dignité, la loyauté, l'amour du travail entre autres vertus*
- ❖ *A ma mère **SAFIATOU SIDIBÉ**, qui s'est sacrifiée toute sa vie durant pour faire de nous des gens exemplaires sur tous les plans. Evoquer tes bienfaits ne sera pas suffisant pour dire oh combien je t'aime Maman*
- ❖ *A ma **TANTE NOGAYE**, qui m'a toujours conseillé, soutenu et aimé comme son propre fils*
- ❖ *A mes frères Bathie et Badou qui m'ont soutenu, conseillé et épaulé, sans oublier Serigne Fallou Mbacké*
- ❖ *A mes sœurs Adama, Fatou, Astou, Momy qui m'ont aidé et soutenu, sans oublier Sophie Dramé, Mame Diarra, Maman et Ndeye Khady*
- ❖ *A mes neveux Serigne Fallou Djitté, Mouhamet Hane et Alpha Lô.*
- ❖ *A ma nièce Zeyna*
- ❖ *A mes oncles et tantes paternels et maternels*
- ❖ *A mes cousins et cousines*
- ❖ *A mes amis de chambre au 125 F : Cheikh A. Danfa, Waly Cissé. Vous qui m'avez insufflé le sens de l'amitié et de l'entre-aide, vos conseils et critiques m'ont tant appris. Je ne vous oublierai jamais.*
- ❖ *A mes camarades de promotion*
- ❖ *A tous les étudiants de l'INSEPS*
- ❖ *A tous les professeurs de l'INSEPS*
- ❖ *Au personnel administratif et médical*
- ❖ *Aux optionnaires de gymnastique.*

# REMERCIEMENTS

---

## **AU PROFESSEUR MOUNTAGA DIOP**

*Votre abnégation, votre rigueur, votre dévouement, votre sérieux, votre modestie ont donné naissance à ce présent travail. Je vous présente toute ma gratitude et ma profonde reconnaissance.*

## **A Mr. MBARGOU**

*Votre disponibilité, votre gentillesse, votre ouverture ont pleinement contribué à la mise en œuvre de ce travail de recherche.*

## **AUX ETUDIANTS AYANT PARTICIPÉ AUX TESTS**

*Mention spéciale : je vous rends un vibrant hommage. Sans vous, cette étude n'aurait pas pu être réalisée. Votre disponibilité et votre compréhension nous ont permis de faire un pas décisif dans la connaissance de notre sommeil et de ses effets sur la performance sportive.*

## **A TOUS LES PROFESSEURS DE L'INSEPS**

*Qui ont contribué de près ou de loin à ma formation ;*

**MES REMERCIEMENTS A TOUS CEUX QUI ONT CONTRIBUÉ A LA REUSSITE DE CE MEMOIRE.**

***Vraiment un grand Merci !!!***

# SOMMAIRE

Pages

---

|                   |     |
|-------------------|-----|
| RESUMÉ .....      | 1-2 |
| INTRODUCTION..... | 3-5 |

## CHAPITRE I :

|  |       |
|--|-------|
| REVUE DE LITTERATURE.....                      | 6-30  |
| I- RAPPELS.....                                | 6-15  |
| 1-LES CAUSES DU SOMMEIL.....                   | 6-8   |
| 1.1-LA THEORIE PASSIVE.....                    | 6-7   |
| 1.2-LA THEORIE ACTIVE.....                     | 7-8   |
| 2-LES CARACTERISTIQUES DU SOMMEIL.....         | 8-15  |
| 2.1-TECHNIQUES D'ETUDE.....                    | 8-9   |
| 2.2-PHASES DU SOMMEIL.....                     | 10-13 |
| 2.3-VARIATIONS DE LA DUREE DU SOMMEIL.....     | 14-15 |
| II- LES MECANISMES DU SOMMEIL.....             | 16-21 |
| 1- MECANISMES NEUROPHYSIOLOGIQUES.....         | 16-19 |
| 1.1-NEUROPHYSIOLOGIE DU SOMMEIL LENT.....      | 16-18 |
| 1.2-NEUROPHYSIOLOGIE DU SOMMEIL PARADOXAL..... | 18-19 |
| 2- MECANISMES BIOCHIMIQUES.....                | 19-21 |
| 2.1-BIOCHIMIE DU SOMMEIL LENT.....             | 19-20 |
| 2.2-BIOCHIMIE DU SOMMEIL PARADOXAL.....        | 20-21 |

|  |              |
|--|--------------|
| <b>III- RYTHMES BIOLOGIQUES, SOMMEIL ET PERFORMANCE.....</b> | <b>22-30</b> |
| <b>1- RYTHMICITÉ.....</b>                                    | <b>22-25</b> |
| <b>1.1-NOTION DE RYTHME.....</b>                             | <b>22</b>    |
| <b>1.2-RYTHMES CIRCADIENS.....</b>                           | <b>23-25</b> |
| <b>2-RELATIONS ENTRE SOMMEIL ET PERFORMANCE</b>              |              |
| <b>SPORTIVE.....</b>   | <b>25-30</b> |
| <b>2.1-RÔLE ET IMPORTANCE DU SOMMEIL POUR LE</b>             |              |
| <b>SPORTIF.....</b>  | <b>25-27</b> |
| <b>2.2-ENTRAINEMENT ET VARIATIONS CIRCADIENNES.....</b>      | <b>27-29</b> |
| <b>2.3-MODELE DE GESTION DU SOMMEIL.....</b>                 | <b>29-30</b> |

## CHAPITRE II :

|  |              |
|--|--------------|
| <b>METHODOLOGIE.....</b>                                     | <b>31-37</b> |
| <b>I-MATERIEL.....</b>                                       | <b>31-32</b> |
| <b>1- POPULATION D'ETUDE.....</b>                            | <b>31</b>    |
| <b>1.1-CRITERES D'INCLUSION.....</b>                         | <b>31</b>    |
| <b>1.2-CRITERES D'EXCLUSION.....</b>                         | <b>31</b>    |
| <b>2-INSTRUMENTS DE MESURE.....</b>                          | <b>31-32</b> |
| <b>II-METHODE.....</b>                                       | <b>32-37</b> |
| <b>1- DESCRIPTION DES TESTS.....</b>                         | <b>32-34</b> |
| <b>1.1-TEST DE LA DETENTE VERTICALE (SARGENT, 1921).....</b> | <b>32-33</b> |
| <b>1.2-TEST DE LA VITESSE-COORDINATION (10x5m).....</b>      | <b>33</b>    |


|  |       |
|--|-------|
| 1.3-TEST DE COOPER (12mn).....                                 | 34    |
| 2- DEROULEMENT DES TESTS.....                                  | 35-37 |
| 2.1-TEST DE LA DETENTE VERTICALE ( <i>SARGENT, 1921</i> )..... | 35-36 |
| 2.2-TEST DE LA VITESSE-COORDINATION (10x5m).....               | 36    |
| 2.3-TEST DE COOPER.....  | 36-37 |
| III-TRAITEMENT STATISTIQUE.....                                | 37    |

### CHAPITRE III :

|  |       |
|--|-------|
| I-PRESENTATION ET COMMENTAIRE DES RESULTATS..... | 38-46 |
| II-DISCUSSION.....                               | 47-49 |
| III-CONCLUSION.....                              | 50-51 |
| IV-BIBLIOGRAPHIE.....                            | 52-55 |

# RESUMÉ

---

otre vie quotidienne est rythmée par des moments d'activité et de repos. Parmi ces périodes, ressort un état physiologique fondamental : le sommeil.

Le sommeil est un état de repos généralisé du corps humain, permettant la récupération des dépenses énergétiques et psychologiques de la journée afin de repartir « du bon pied » le lendemain.

Les besoins en sommeil ne sont pas identiques et varient selon les individus (petit, moyen et long dormeurs) et leurs rythmes biologiques (chronotype). La privation de sommeil ou son altération est un sujet de recherche très controversé ; surtout dans le milieu sportif. Des études indiquent une baisse de la performance dans certaines activités alors que d'autres n'en révèlent pas.

Le but de notre étude a été de mettre en évidence l'influence d'une nuit de privation partielle de sommeil quatre heures (4h) comparée à une nuit de sommeil normale de sept à huit heures (7h à 8h) sur quelques qualités physiques de quinze (15) sujets, tous étudiants à l'Institut National Supérieur de l'Education Populaire et du Sport (INSEPS).

Les résultats obtenus à la suite d'une nuit de sommeil normale (sans privation) comparés à ceux observés au lendemain d'une nuit avec privation partielle de sommeil ont révélé une différence non significative pour les différentes variables étudiées ; sauf pour la pression artérielle qui affiche une augmentation statistiquement significative. Ceci ne nous a pas permis d'affirmer, que la privation partielle de sommeil altère les capacités physiques du sportif, mais peu néanmoins être source d'hypertension artérielle.

Ce que nous pouvons retenir, de cette étude, est que les sujets ont réalisé les mêmes performances dans des épreuves sollicitant les filières anaérobies comme aérobie, avec ou sans privation partielle de sommeil. Toutefois, l'augmentation de la pression artérielle nous indique qu'un sommeil suffisant en quantité et en qualité, peut être un bon facteur de prévention contre l'hypertension artérielle.



# INTRODUCTION :

---

**I**ndispensable à une récupération complète des capacités physiques et intellectuelles, « le sommeil occupe le tiers de notre vie » <sup>[1]</sup> ; à 60 ans nous aurons dormi environ 20 ans. Privé de ce besoin naturel, l'efficacité de nos qualités motrices, d'habileté, d'endurance, de vitesse et de force seront significativement diminuées <sup>[2]</sup>.

Le sommeil est l'état normal et régulier de l'organisme au repos, caractérisé par un faible niveau d'activité physiologique et une diminution des réponses aux stimuli externes (lumière, bruit, ...) <sup>[3]</sup>. Pendant cette période, un certain nombre de modifications physiologiques peuvent être constatées chez un individu, comme l'activité électrique du cerveau, les rythmes cardiaque et respiratoire, la pression artérielle, la température, l'activité musculaire ou les mouvements oculaires <sup>[3]</sup>. L'enregistrement simultané de ces modifications a permis de caractériser les deux grands types de sommeil : le « sommeil lent » (SL) et le sommeil « paradoxal » (SP) <sup>[4]</sup>.

Une nuit de sommeil compte 3 à 5 cycles de 90mn en moyenne et chaque cycle est divisé en 5 stades <sup>[5]</sup>. Les stades 1 et 2, marqués par un endormissement progressif de l'individu sont appelés « sommeil léger ou superficiel ». Ensuite, viennent les stades 3 et 4 « sommeil lent profond » (SLP), constituant la phase de récupération physique de l'effort fourni pendant la journée. Chez le jeune sportif, le SLP représente 20% à 25% du temps de sommeil. Enfin, le stade 5 ou « sommeil paradoxal » (SP), occupe 25% de la durée totale du sommeil, marque la fin d'un cycle et l'arrivée d'un autre. Ce stade est celui de la mémorisation et de la maturation psychologique des tâches apprises pendant la période d'éveil, mais aussi et surtout celui des rêves. La durée du sommeil n'est pas la même pour tout le monde. Chaque individu possède un temps de sommeil qui lui est propre, déterminé en fonction des besoins, de l'âge de la

personne et de l'intensité de l'activité pratiquée. Ainsi, des recherches sur le sommeil ont permis de distinguer trois catégories d'individus : les longs dormeurs avec un temps de sommeil de neuf à dix heures (9h-10h), les petits dormeurs de cinq à six heures (5h-6h), et entre les deux les moyens dormeurs qui dorment sept à huit heures (7h-8h) par nuit. Il est conseillé au sportif soumis à un entraînement intensif de dormir 8h à 9h/nuit [7].

Temps de repos essentiel à la vie, le sommeil est déterminant pour la croissance, la maturation cérébrale, le développement et la préservation de nos capacités physiques et cognitives. Il est primordial pour l'ajustement de nombreuses sécrétions hormonales telles que l'hormone de croissance ou sérotonine, l'histamine, la mélatonine, l'acétylcholine, la dopamine entre autres.

L'expression des savoirs, des progrès et interrogations des praticiens éclairés par l'irruption de la médecine dans le sport, a certes permis d'avancer bon nombre d'hypothèses ; mais il n'en demeure pas moins que de nombreuses interrogations restent jusqu'à nos jours sans réponses. Des travaux se sont intéressés aux effets d'une privation totale ou partielle de sommeil sur les qualités physiques. Mais, la majorité des études a été consacrée aux conséquences de longues privations de sommeil sur les performances psychomotrices.

Ainsi, appréhender le sommeil dans la complexité de son existence, le persistant mystère de son essence et ses effets sur la pratique sportive, reste donc plus que jamais d'actualité. Considérer le sommeil comme un élément de préparation à la performance sportive, au même titre que d'autres préoccupations telle que la nutrition, est indispensable. De fait, la qualité du sommeil précédent une compétition est un paramètre qui a toujours été pris en compte par les entraîneurs et les sportifs [8].

Paradoxalement, au Sénégal, il s'avère difficile de faire comprendre le rôle du sommeil dans la récupération ; facteur incontournable dans l'atteinte

des performances. Ce manque d'informations sur le rôle du sommeil dans la récupération sportive, est aujourd'hui source de multiples conflits opposant entraîneurs et joueurs dans presque beaucoup de disciplines sportives au Sénégal. Cité souvent en exemple, le monde du football-sénégalais souffre énormément et de façon continuelle de la méconnaissance des répercussions du sommeil sur la performance. Partant des vieilles habitudes des joueurs de « nawétanes », qui restent tardivement le soir dehors après les entraînements ou avant un match ; jusqu'à l'équipe nationale où certains joueurs vont faire la fête, le soir précédent un match de phase finale de coupe d'Afrique ou de coupe du monde. Ceci démontre une fois de plus, toute l'ignorance tournant autour de ce facteur incontestable de la performance sportive de haut niveau que constitue le sommeil.

En outre, jusqu'à nos jours aucune étude à notre connaissance n'a été réalisée au Sénégal sur le rôle du sommeil dans la récupération allant dans le sens de l'atteinte de meilleures performances sportives. C'est pour toutes ces raisons que nous nous proposons d'étudier, via ce mémoire, les effets d'une privation partielle de sommeil sur la capacité à tolérer un exercice physique, ainsi que sur les réponses cardiovasculaires et respiratoires survenant le jour suivant la nuit de privation de sommeil.

# REVUE DE LITTERATURE

---

## I°) RAPPELS

### 1- LES CAUSES DU SOMMEIL

L'être vivant passe par différentes étapes qui vont de l'éveil au sommeil profond <sup>[4]</sup>. L'étude du processus allant de l'état de vigilance à l'état de sommeil a intéressé bon nombre de chercheurs qui, par leurs recherches, ont vu naître deux types d'explication concernant la survenue du sommeil ; d'où la théorie passive et la théorie active.

#### 1.1- LA THEORIE PASSIVE :

On a d'abord pensé que le sommeil était naturellement induit par le relâchement passif du système de vigilance et la déconnexion fonctionnelle de la substance réticulaire d'avec le reste du cerveau. Les partisans de cette théorie expliquent que cela est dû à la fatigue neuronale, au confort positionnel (adossée ou couchée) et par l'absence d'informations sensitivo-sensorielles <sup>[4]</sup>.

De manière empirique, cette déafférentation avait déjà été proposée en 1895 par *Lépine* <sup>[10]</sup> qui émit l'idée que le sommeil naturel pouvait être causé par le retrait des prolongements de certaines cellules nerveuses. Cependant, aucune expérience n'a permis de prouver, électrophysiologiquement, l'existence d'une déafférentation réticulaire au cours du sommeil physiologique.

La théorie dite passive considère donc le sommeil, comme la conséquence de l'arrêt naturel de l'éveil mais aussi donne à la formation réticulée une place prépondérante dans le processus éveil-sommeil.

Par ailleurs, si cette théorie est d'une part actuelle puisqu'elle tire ses données de l'expérience quotidienne, elle se doit d'être enrichie, d'autre

part par les éléments fournis par une théorie plus récente ; dite théorie active.

## 1.2- LA THEORIE ACTIVE :

La théorie active soutient que le sommeil est un phénomène provoqué <sup>[4]</sup> par des mécanismes qu'il appartient de freiner, de façon active, le système réticulaire ascendant responsable de l'éveil.

*Raphaël Dubois* <sup>[11]</sup> semble avoir été un précurseur en localisant en 1896, chez la marmotte, au niveau du plancher de l'aqueduc, le siège des processus du réveil. En effet, il découvre que certaines parties du tronc cérébral étaient responsables de l'état de vigilance. Mais, se fut *Pavlov* <sup>[12]</sup> le premier en 1929, à insister sur l'importance primordiale du cortex dans la mise en jeu du sommeil. Il montra qu'au cours de certains conditionnements complexes, le sommeil apparaissait de façon explosive. Ainsi il démontra que le cortex pouvait être un facteur d'inhibition des centres nerveux sous-jacents. Aussi, *Moruzzi et Magoun (1949)* <sup>[13]</sup> et leur école, reprenant les expériences classiques de *Bremer (1935)* <sup>[14]</sup> purent montrer que la formation réticulée du tronc cérébral constituait un système activateur ascendant responsable de l'état de vigilance. Plus tard, *Hess et al. (1953)* <sup>[15]</sup>, en stimulant le thalamus a pu induire le sommeil chez le chat, et apporta ainsi des arguments précis en faveur de l'existence de mécanismes inhibiteurs de l'éveil et conduisant au sommeil. L'évolution récente des connaissances tend à indiquer que l'entrée dans le sommeil puis son maintien correspondraient à un phénomène actif contrôlé par des centres distincts de ceux de l'éveil. Ce dernier peut donc être considéré comme l'opposé du sommeil. L'accélération des tracés ou ondes électro-encéphalographiques, contemporaine d'un état d'alerte, le confirme. Ceci nous a donc permis de savoir, à présent, que l'endormissement résulte certainement de mécanismes actifs dits "permissifs" <sup>[9]</sup>.

L'observation de ces ondes en particulier et de l'organisation du sommeil en général, par des techniques polysomnographiques, ont permis de faire une certaine description du sommeil.

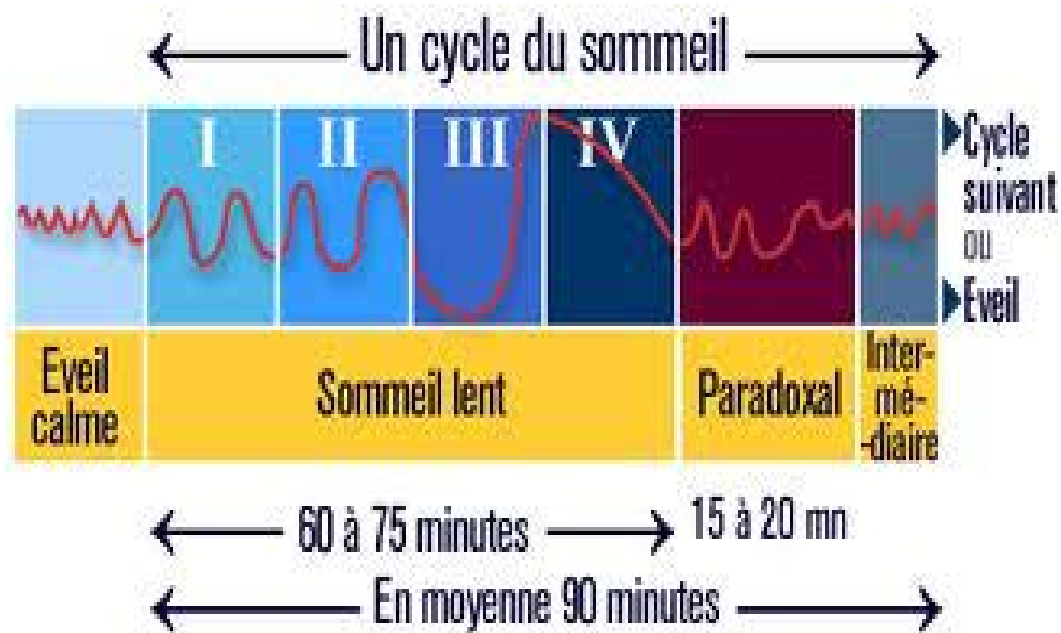
## **2. LES CARACTERISTIQUES DU SOMMEIL :**

### **2.1- TECHNIQUES D'ETUDE**

Les méthodes d'exploration du sommeil sont nombreuses. Dans les centres d'étude du sommeil, l'examen de base s'effectue en utilisant un enregistrement polygraphique appelé « polysomnographie ». Cette dernière permet l'observation de plusieurs variables par le biais d'appareils dont : l'électro-encéphalogramme (EEG), l'électromyogramme (EMG) et l'électro-oculogramme (EOG).

L'électro-encéphalogramme (EEG) permet de mesurer l'activité électrique du cerveau <sup>[16]</sup>. Il est recueilli soit par méthode classique soit par télémessure ; ce qui évite la multiplication des connexions entre le sujet et l'appareillage, réduisant ainsi la contrainte instrumentale. En effet l'analyse des tracés ou ondes par ordinateur permet l'établissement de spectres de fréquence ou d'énergie en fonction du temps. Les oscillations horizontales et verticales des globes oculaires sont évaluées par l'électro-oculogramme (EOG), le mouvement des muscles de la face et du menton chez l'homme (de la nuque chez l'animal) et parfois des jambes par l'électromyogramme (EMG) <sup>[4]</sup>. Aussi, d'autres paramètres comme l'activité électrique du cœur mesurée par électrocardiogramme (ECG), la polygraphie respiratoire (mesure du débit respiratoire, des ronflements, des mouvements du thorax et de l'abdomen, de la saturation du sang en oxygène = oxymétrie), la température corporelle, les mouvements spontanés nocturnes (actogramme), les bruits générateurs de « complexes K » ; peuvent être observés durant le sommeil.

L'ensemble de ces enregistrements ont contribué à spécifier les deux grands types ou phases du sommeil que sont : le « Sommeil Lent » (SL) et le « Sommeil Paradoxal » (SP) <sup>[17]</sup> dont leur alternance constitue un cycle complet de sommeil.



**Figure n°1** DESCRIPTION D'UN CYCLE DE SOMMEIL

## 2.2- LES PHASES DU SOMMEIL

Les différents stades du sommeil ont été classés en 1968 par *Rechtschaffen et Kales*, sur la base d'enregistrements électro-encéphalographiques mesurant l'activité électrique du cerveau.

Chez un individu, trois à cinq cycles de sommeil de 90 minutes chacun, composés de cinq phases distinctes peuvent se succéder [5]. Les quatre premières phases correspondent au Sommeil à ondes Lentes (SL) et la cinquième phase, découverte par Michel *Jouvet* et baptisée par celui-ci en 1959, se nomme « sommeil paradoxal » (SP) [19]. C'est au cours de cette phase que le sujet rêve.

Le sommeil lent représente environ 80% de la durée totale du sommeil. Durant ce type de sommeil, le tonus musculaire est diminué, les reflexes tendineux sont présents mais faibles, les globes oculaires immobiles ou animés de mouvements lents, les pupilles en myosis (contraction), les rythmes cardiaques et respiratoires ralentis et les sécrétions gastriques diminuées [4].

Les différents stades du SL peuvent être mis en évidence grâce à l'EEG. Lorsque l'on quitte l'état de veille, yeux fermés, nous entrons de manière consciente dans une phase d'endormissement.

*L'endormissement* (stade 1) est le stade de La somnolence (transition entre l'éveil et le sommeil) souvent précédé de bâillement. Il est caractérisé par une réduction de la vigilance (le sujet perçoit encore les stimuli extérieurs), du tonus musculaire et de la fréquence cardiaque. Les mouvements musculaires sont lents (les globes oculaires "roulent"). Durant cette phase de somnolence nos ondes cérébrales sont des ondes thêta avec une fréquence de 5Hz par seconde. La latence d'endormissement considérée comme normale est inférieure à vingt minutes ; au-delà il s'agit d'une insomnie [21].

Des études de chronobiologie ont montré que les périodes les plus favorables à l'endormissement se situaient généralement sur la période nocturne de 23 h à 7 h et l'après-midi aux alentours de 13 h (sieste) [22].



Fait intéressant, la phase d'endormissement n'est souvent pas perçue par la personne, contrairement au réveil de celle-ci (exemple de l'endormissement lors de la conduite automobile). L'environnement, le bruit, la lumière, la chaleur, le stress sont autant d'éléments qui peuvent perturber l'endormissement.

Le sommeil léger (stade 2) occupe environ 50% du temps de sommeil total. Le sujet est assoupi, mais il est encore très sensible aux stimuli extérieurs. Ce qui explique le fait que certains individus réveillés juste à ce stade, pensent ne pas avoir dormi. Au long de ce deuxième stade nos ondes cérébrales sont les mêmes que pendant la première c'est-à-dire les ondes thêta. *Ehrenstein (1972)* <sup>[23]</sup>, dans ses expériences, note l'importance du 2ème stade en montrant que le sommeil diurne (sommolence pendant le jour) pouvait être la conséquence du manque de sommeil léger.

Le sommeil profond s'observe aux deux derniers stades du SL (stade 3 et 4). C'est la phase la plus importante du sommeil et représente chez un jeune sportif 20% à 25% d'une nuit de sommeil <sup>[22]</sup>. L'activité électrique (EEG) de ce stade est constituée d'ondes lentes, les ondes delta (< 3,5 Hz), et les signes vitaux se ralentissent tout en devenant réguliers. Cette partie du sommeil lent est fondamentale pour la régénération cellulaire de l'organisme et participe à l'efficacité des performances physiques et intellectuelles. Le sommeil profond occupe environ 100 minutes au cours d'une nuit moyenne de sommeil <sup>[4]</sup>. Il a tendance à diminuer avec l'âge, au profit du stade 2, à cause entre autre de la déplétion de la sécrétion de sérotonine (hormone de croissance).

Les taux de sécrétion de cette hormone sont même plus importants qu'au cours d'une activité physique quelle que soit l'intensité de l'effort. Le sommeil profond stimule les systèmes de défense immunitaire dès les premiers jours de la vie, d'où son rôle dans le développement de l'enfant. En effet, selon une étude de l'INSERM <sup>[24]</sup>, la qualité du sommeil est programmée dès les premières années de la vie. En dérégulant

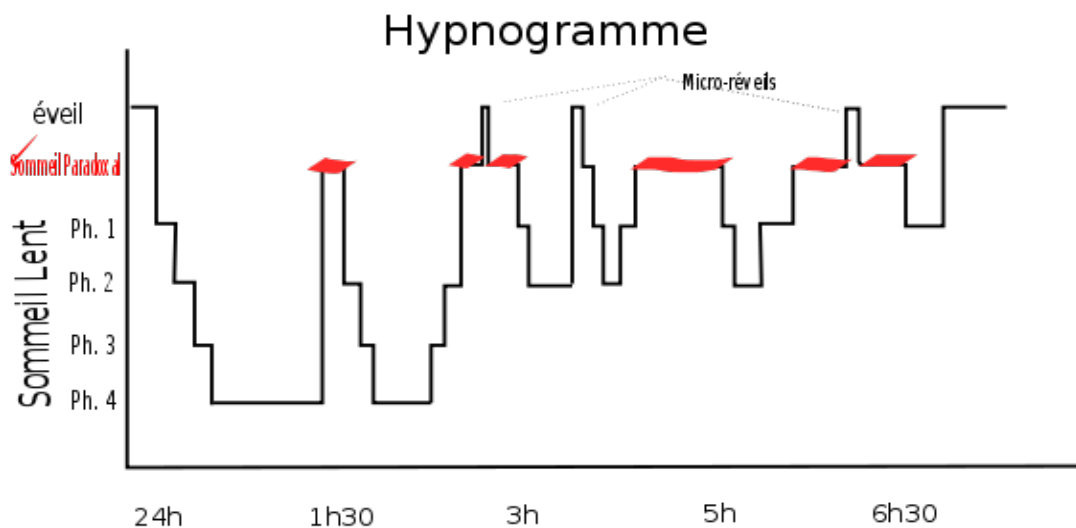
artificiellement l'apport en sérotonine sur des bébés souris pendant 15 jours après leur naissance, les chercheurs ont constaté que ces souris devenues adultes avaient un sommeil fragmenté, instable et peu récupérateur.

Aussi, le sommeil profond est associé à la reconstitution des réserves énergétiques grâce à la synthèse cérébrale du glycogène et des protéines ; ce qui facilite la récupération physique, psychique et intellectuelle caractérisant le sommeil profond. La quantité de sommeil profond dépend étroitement de la durée de veille qui la précède : elle est d'autant plus grande que la durée de veille a été longue.

À la suite du stade 4, se produit généralement un cinquième stade appelé *sommeil paradoxal* et qui dure en moyenne 15 à 20 minutes. Les ondes cérébrales durant cette phase, sont les mêmes celles de l'état d'éveil entre alpha et bêta. Au contraire des autres phases, l'activité électrique du cerveau et des yeux est très importante lors du sommeil paradoxal, alors qu'il existe une atonie musculaire (paralysie) quasi totale du reste du corps, en dehors des mouvements oculaires rapides. En effet, en étudiant les variations de la veille et du sommeil chez les nouveaux nés, un interne des services du professeur *Kleitman* à Chicago, *Aserinski*, constata que les globes oculaires continuaient de bouger sous les paupières closes après la venue du sommeil <sup>[23]</sup>. La présence de mouvements oculaires rapides (MOR) ou *Rapid eyes movements* (REM en anglais) permet d'assimiler cette phase aux rêves : elle fut alors baptisée « sommeil rapide » ou « paradoxal » en 1959 par le français *Michel Jouvet*, alors chercheur au CNRS à Lyon. Sur l'EEG, l'activité néocorticale est plus proche de celle de l'éveil que celle du sommeil lent, c'est là le "paradoxe". La respiration est irrégulière et le cœur accélère ou ralentit. On observe une dilatation des organes pelviens et une érection sans que cela n'ait toutefois une signification érotique <sup>[4]</sup>. Cette phase se répète toutes les 90 minutes environ, et sa durée s'allonge avec la succession des cycles du sommeil, pour devenir maximale en fin de nuit. C'est la période propice aux rêves (mais aussi aux cauchemars), bien que les

rêves puissent survenir pendant le sommeil lent. De fait, on a longtemps associé le rêve au sommeil paradoxal, mais en réalité, on constate aujourd'hui qu'il est possible qu'il n'y ait pas de phase de sommeil où nous ne puissions pas être en train de rêver [25].

La représentation ci-après, « hypnogramme », nous montre les différentes phases et stades pendant le sommeil.



**Figure n°2** Evolution des stades ou phases du sommeil

La diversité et la richesse des stades du sommeil tant dans leur contenu que dans leurs fonctions offre une idée assez précise de son importance pour tout être vivant. Cette diversité se note également au niveau de la durée en raison de plusieurs paramètres.

### 2.3- VARIATIONS DE LA DUREE DU SOMMEIL

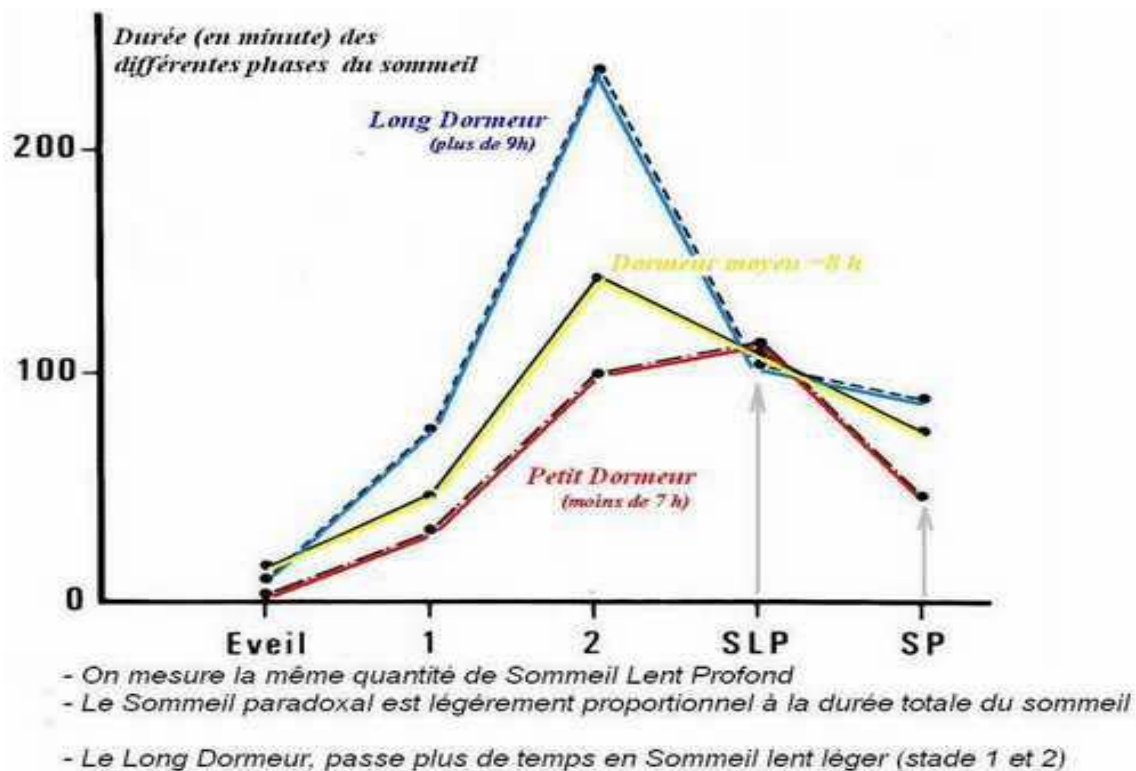
Le sommeil, composé de plusieurs cycles (3 à 5) et réparti en SL et SP, est de durée variable non seulement d'une espèce à l'autre mais aussi à l'intérieur d'une même espèce ; ainsi chez l'homme adulte, la durée physiologique du sommeil varie de 3 à 12 heures selon les individus. On connaît l'influence de l'environnement physique (température, lumière), social (stress, apprentissage) et l'alimentation sur les durées de sommeil. Cependant ces influences n'expliquent pas toute la variabilité observée.

Les requêtes épidémiologiques ont montré qu'il y avait des familles de petits (3h à 5h), moyens (6h à 8h) ou grands dormeurs (9h à 12h). La plupart des familles sont "hybrides" avec un parent petit dormeur et l'autre grand dormeur. Chez les enfants de ces familles, on retrouve des petits, des moyens et des grands dormeurs avec les proportions prévues par les lois de la génétique<sup>[26]</sup>.

L'étude des jumeaux vrais (monozygotes) a mis en évidence que l'organisation (durée des cycles) et les durées des phases de sommeil étaient semblables. La ressemblance va jusqu'au même nombre de mouvements des yeux au cours du sommeil paradoxal. Ainsi, la tendance à dormir plus ou moins, à être du matin (matinal) ou du soir (vespéral), est héritée de nos parents, comme la taille ou la couleur des cheveux. Le sommeil d'une personne est une donnée unique. C'est donc à chacun de connaître la durée de sommeil dont il a besoin pour se reposer et être en pleine forme la journée.

Cette connaissance est d'autant plus intéressante, sachant que dormir à l'heure n'est pas le maître-mot chez les sportifs, et que la non satisfaction des besoins en sommeil peut causer des troubles pouvant aboutir à une baisse de la performance. C'est un fait ! La plupart des sportifs sont souvent de gros dormeurs (9 à 10heures, parfois plus) <sup>[28]</sup> notamment ceux dont la dépense énergétique est nettement supérieure à celle des sédentaires (par exemple : marathoniens) ; bien que d'autres auteurs limitent les besoins en sommeil, après un exercice intensif, entre 8 et 9h<sup>[29]</sup>. Ainsi, le sportif devra s'intéresser à la plage horaire de

l'entraînement, une période de retour au calme pour faciliter l'endormissement et satisfaire son besoin de sommeil en termes de durée. Il en va de même pour ce qui concerne le contenu et la régularité des repas : un régime alimentaire à base d'hydrates de carbone (glucides) est favorable à l'endormissement et au SL (récupérateur), alors que des apports en protéines augmentent la vigilance. Enfin, la représentation ci-dessous décrit de manière assez claire, les besoins en sommeil, en fonction des phases et du type de dormeurs.



**Figure n°3 Répartition du sommeil en fonction des besoins:**

## **II°) LES MECANISMES DU SOMMEIL**

Alors que les structures chargées du maintien de la vigilance sont connues, au moins partiellement, depuis plus d'une trentaine d'années ; en revanche ce n'est que récemment que les formations nerveuses initiatrices des différents types de sommeil et leur fonctionnement biochimique ont été entrevues.

### **1- LES MECANISMES NEUROPHYSIOLOGIQUES**

Les différentes fonctions du corps sont régulées par le système nerveux humain différemment pendant le sommeil et l'éveil. L'alternance veille-sommeil est déterminée par un ensemble complexe de régulations connectées entre elles (neurones), dans lesquelles interviennent aussi bien le cortex cérébral (siège de la « conscience », région la plus évoluée du cerveau) que des régions plus primitives comme le tronc cérébral, l'hypothalamus, etc.

#### **1.1- NEUROPHYSIOLOGIE DU SOMMEIL LENT (SL)**

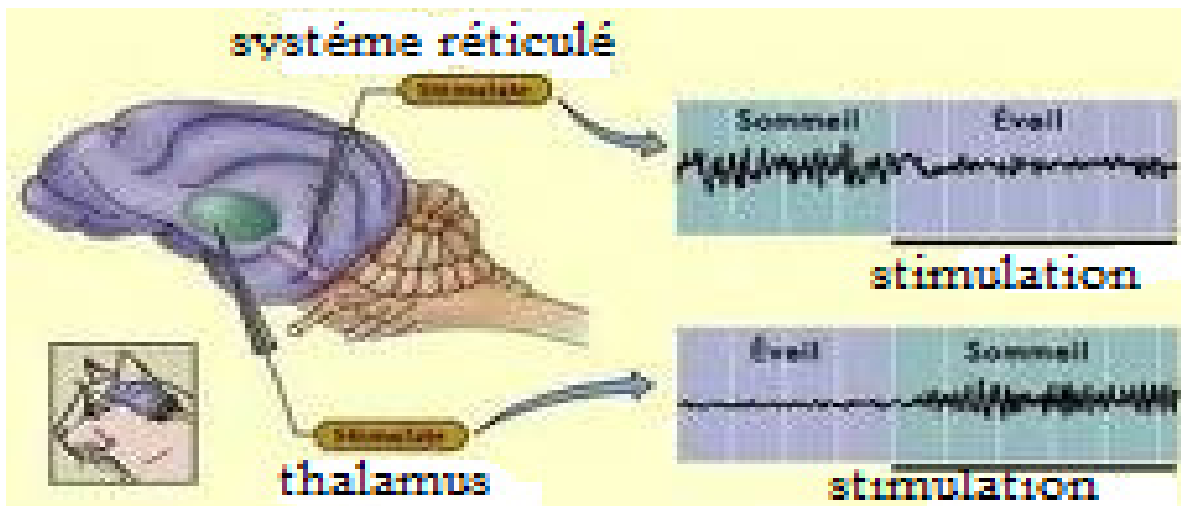
Le mécanisme du SL sur le plan neurophysiologique comporte deux aspects, que l'on peut qualifier d'ascendant et de descendant.

Ces aspects reposent sur les faits expérimentaux suivants : la section du tronc cérébral sur sa partie haute (jonction mésencéphalo-diencéphalique) entraîne un état de sommeil irréversible ou coma ; la section à sa partie basse (jonction bulbo-médullaire) n'altère pas le rythme éveil-sommeil ; la section pontique prétrigéminale entraîne une disparition totale du sommeil. Cette série d'expériences atteste donc qu'il existe, une ou plusieurs structures qui agissent activement dans le déclenchement du sommeil [4].

Le contrôle du sommeil est assuré par deux systèmes neuroniques, qui s'opposent à l'activité tonique du système activateur, responsable de l'éveil. Ce système est constitué par une structure, appelée formation

réticulée, se situant dans le tronc cérébral (la stimulation électrique et chimique de cette zone entraîne l'apparition d'un EEG d'éveil ; sa destruction entraîne le coma et un EEG de sommeil).

L'un des groupes de neurones, antagoniste du système activateur, se trouve au centre du tronc cérébral (thalamus) et l'autre se localise dans la protubérance. Des expériences de stimulation réalisées chez le chat ont contribué à confirmer la place qu'occupe cette partie du cerveau dans l'alternance éveil-sommeil (cf. schéma ci-après).



**Figure n°4** Stimulation du Thalamus et du Système Réticulé

Notons donc, que les neurones du centre du tronc cérébral libèrent un médiateur, la 5-hydroxytryptamine (5-HT ou sérotonine). Quand le niveau de sérotonine est suffisant, il y'a inhibition de la formation réticulée activatrice. Le comportement d'éveil cède la place au SL. Quant au néocortex, il est générateur des ondes lentes du sommeil.

Les voies ascendantes de la protubérance sont responsables de l'EEG à faible voltage et de l'activité oculaire alors que ses voies descendantes inhibent l'activité motrice d'où la chute du tonus musculaire.

Les neurones inhibiteurs du système activateur, facilitent aussi le rôle de la protubérance dont l'activité induit le SP <sup>[40]</sup>.

## **1.2- NEUROPHYSIOLOGIE DU SOMMEIL PARADOXAL (SP)**

L'existence de P.G.O. (pointes ponto-géniculo-occipitales) est considérée actuellement comme le phénomène fondamental dans le mécanisme du SP. Les P.G.O. sont produites par des structures symétriques situées au niveau de la région dorso-latérale de la protubérance ; elle-même sous le contrôle du locus coeruleus et du noyau dorsal du raphé. L'apparition des P.G.O. est subordonnée à la disparition de l'effet inhibiteur exercé par ces deux formations. Ces générateurs sont en connexion étroite avec les noyaux oculomoteurs d'où les mouvements oculaires qui sont en étroite corrélation temporelle avec les P.G.O. et avec la substance réticulaire mésencéphalique, d'où la synchronisation du tracé EEG.

Sur le plan somatique (corps), le caractère le plus frappant est l'atonie musculaire. Son mécanisme apparait complexe puisqu'il coexiste avec une hyper activité des voies de la motricité et de ses systèmes de contrôle. Cette dissociation semble être expliquée par l'existence dans la région sub-coeruleus d'un complexe nucléaire : le locus coeruleus  $\alpha$  (alpha) d'où naissent des voies descendantes qui font relais dans le noyau bulbaire magnocellulaire (F.R.I.D=formation réticulée inhibitrice descendante). Ce système exerce, durant la durée du SP, une activité inhibitrice au niveau des neurones moteurs, par des mécanismes à la fois pré et post



synaptiques, interdisant ainsi tout passage d'influx provenant des voies pyramidales et des voies de contrôle de la motricité, d'où l'atonie musculaire.

L'atonie du SP fait place, par moment, à une activité motrice normale en rapport avec le contenu onirique (rêve) au cours duquel, le sujet profondément endormi, reste insensible au stimulus extérieur, olfactif, auditif etc.

Ainsi, la neurophysiologie du sommeil peut se décomposer en plusieurs étapes : (i) la cessation du fonctionnement du système d'éveil qui est commandé par la rétículo mésentéphalique ; (ii) la mise en route du système de SL avec essentiellement l'activation du noyau du raphé bulbaire ; (iii) le déclenchement du SP avec comme élément essentiel l'activation ou la désinhibition des structures génératrices des PGO ; (iv) l'inhibition des motoneurones  $\alpha$ , la mise en jeu du système du locus coeruleus  $\alpha$ , de la substance réticulaire inhibitrice descendante, ainsi que des voies réticulospinales [4].

Le sommeil résulte également d'un certain nombre de mécanismes chimiques relayés par les neurotransmetteurs qui régulent l'activité des neurones.

## **2- MECANISMES BIOCHIMIQUES DU SOMMEIL**

Plusieurs substances chimiques du cerveau sont des neurotransmetteurs qui régulent l'activité des neurones. Ainsi l'acétylcholine, la sérotonine, le glutamate, l'histamine ainsi que bien d'autres substances biologiques, sont impliquées dans le processus veille-sommeil.

### **2.1- BIOCHIMIE DU SOMMEIL LENT**

L'arrêt du fonctionnement du système d'éveil correspond essentiellement à une déplétion (baisse) du cerveau en noradrénaline et en acétylcholine. Cette dernière, participant à l'éveil cortical, est une substance chimique

présente chez les vertébrés, qui joue le rôle de neuromédiateur permettant la transmission de l'influx nerveux d'un neurone à l'autre en passant par les synapses, et à partir des neurones vers les cellules musculaires, ce qui conduit ces dernières à se contracter.

La mise en route du SL est dominée par une augmentation du taux de sérotonine ; neurotransmetteur largement distribué dans l'organisme et impliqué dans de nombreuses fonctions des systèmes nerveux central et périphérique, notamment dans le cycle veille-sommeil. Les noyaux du raphé se sont avérés riches en ce médiateur ; cependant, si l'on détruit le raphé dorsal, l'animal devient insomniaque. En effet, l'inhibition de la synthèse de sérotonine ou Growth hormone (GH) ou encore hormone de croissance, par l'administration de P.C.P.A entraîne un état d'insomnie prolongé. De plus le fait d'inoculer du 5-HT, à des sujets présentant une insomnie organique, a pu permettre un rétablissement de l'état de sommeil (si seulement l'injection est effectuée au niveau de l'hypothalamus antérieur). Cette sérotonine, libérée par les dendrites, agirait sur des autorécepteurs qui provoquent l'inhibition des neurones du raphé <sup>[9]</sup> et induit le sommeil.

Des neurones situés dans le thalamus (noyau réticulaire thalamique) imposent un rythme lent aux neurones excitateurs tandis que l'hypothalamus antérieur inonde progressivement le cerveau de G.A.B.A. (acide gamma aminobutyrique), molécule inhibiteur, jusqu'à la mise au silence complet de tous les systèmes utilisant des substances d'éveil. Ainsi, s'expliquerait l'endormissement et le SL.

## **2.2- BIOCHIMIE DU SOMMEIL PARADOXAL**

La phase paradoxale apparaît lorsque l'inhibition, exercée par le locus coeruleus (noradrénergique) et le noyau dorsal du raphé (sérotoninergique), sur les générateurs de P.G.O. disparaît.

L'atonie musculaire, caractéristique somatique de cette phase est contrôlée par le locus coeruleus  $\alpha$  (cholinergique). Il est également intéressant de noter que l'activité anabolique des protéines est

particulièrement marquée durant le sommeil paradoxal (un repas riche en protéine augmente le SP) et l'on sait le rôle que jouent ces molécules dans la consolidation de la mémoire [4]. En effet des expériences réalisées avec des substances bloquant la synthèse protéique ont confirmé ce rôle. Des poissons rouges, placés dans un aquarium sont soumis à un apprentissage. La séance consiste en 20 secondes de lumière suivies de 20 secondes de lumière associées à un choc électrique. Les poissons apprennent très vite à passer la barrière du côté non éclairé de l'aquarium pour éviter le choc. Maintenant, si un agent bloquant la synthèse protéique est injecté dans le cerveau des poissons, juste avant l'apprentissage, ces derniers ne se souviennent plus de l'expérience d'avant [40]. Ceci montre donc, que le SP joue et occupe une place aussi importante que celle donnée au SL dans le sommeil de tout être vivant.

L'acétylcholine semble activer le sommeil paradoxal, en association avec d'autres neurotransmetteurs [3]. A ce stade le cerveau est, en effet, réactivé par l'acétylcholine (pic de sécrétion en fin de nuit). Tandis que le G.A.B.A et la glycine inhibent les muscles (atonie), le glutamate provoque les mouvements oculaires (REM). La représentation ci-après nous permettra de mieux comprendre le processus et l'interaction des différentes substances intervenant dans l'induction de l'endormissement ainsi que le passage de SL vers le SP.

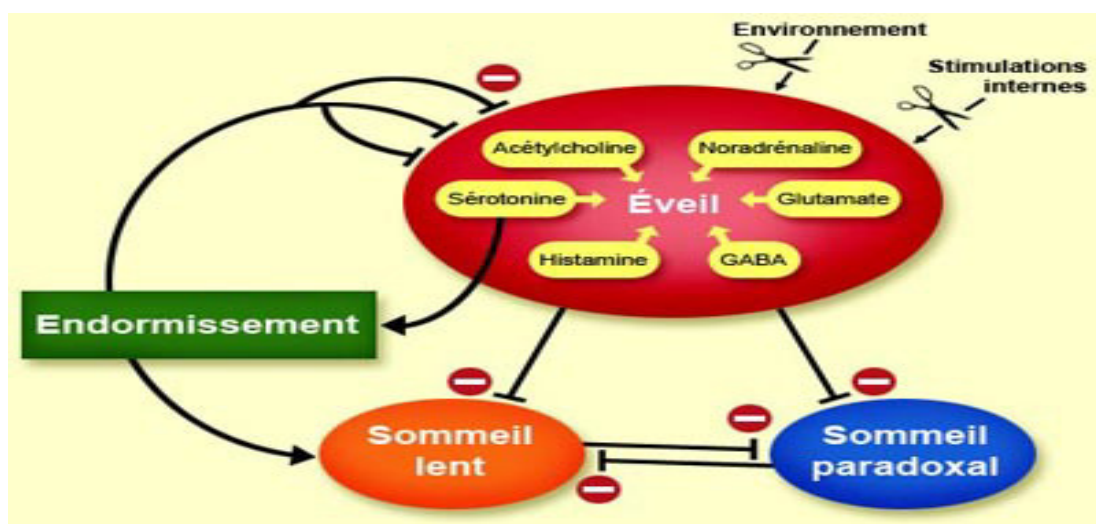


Figure n°5

Processus Biochimique du Sommeil

### III°) RYTHMES BIOLOGIQUES, SOMMEIL ET ACTIVITÉS PHYSIQUES

#### 1. RYTHMICITÉ

La rythmicité est une composante universelle de tout phénomène vivant. C'est cette périodicité qui permet aux organismes de s'adapter aux variations de milieu et de l'environnement. Car un système doté d'une capacité de mutation s'adapte mieux aux changements qu'un système inerte.

##### 1.1. NOTION DE RYTHME

Le rythme peut être défini comme la « succession plus ou moins régulière que présentent certains phénomènes » <sup>[30]</sup>.

Il est d'abord nécessaire de préciser la différence qui existe entre la « théorie des biorythmes » et les rythmes biologiques. Cette théorie est basée sur l'idée que l'émotivité, l'activité intellectuelle et l'activité physique d'un individu passeraient par des maxima et des minima avec une périodicité de 23 jours pour la première, de 28 jours pour la deuxième et de 33 jours pour la dernière. Elle semble être très utilisée par les sportifs et leurs entraîneurs. Néanmoins, malgré de nombreuses études, cette théorie n'a jamais été vérifiée scientifiquement <sup>[35]</sup>.

De nombreuses composantes de la performance passent par des moments d'activités élevés et des moments d'activités faibles. Ces processus ont une fréquence qui peut être de l'ordre de quelques millisecondes, d'une journée ou même de plusieurs années. Mais la plupart des facteurs qui contribuent aux performances sportives ont un rythme très marqué d'une période d'environ 24 heures.

Ces types de rythmes sont appelés : rythmes circadiens (du latin « *circa dies* ») qui veut dire, environ un jour. Parmi les rythmes circadiens, c'est le rythme veille-sommeil qui est le plus marqué <sup>[31]</sup>.

## 1.2. RYTHMES CIRCADIENS

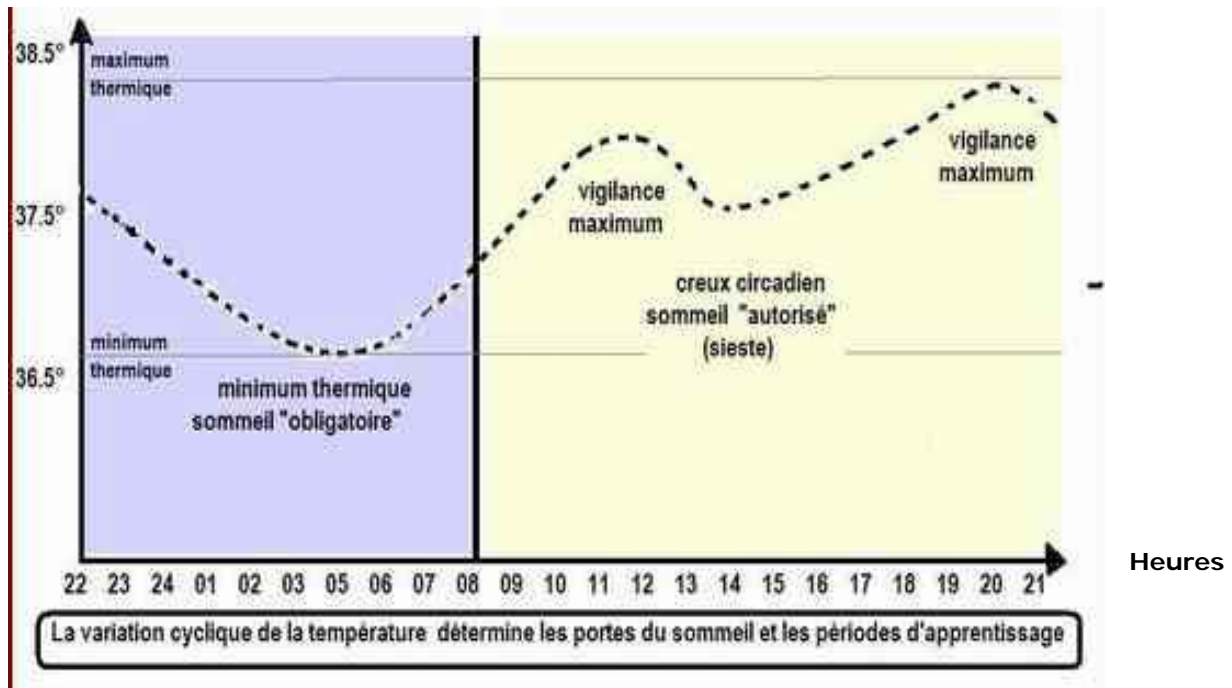
Chaque rythme biologique circadien est caractérisé par une période de 24 heures, une phase par rapport à minuit, une amplitude (l'amplitude maximal de la fonction étant le « pic » ou « maximum ») et un niveau moyen ou « mésor ». Les variations circadiennes de certaines fonctions biologiques peuvent avoir un impact considérable sur les performances sportives ; en voici quelques uns.

En première position, nous avons la *vigilance* car elle suit sans nul doute le rythme circadien le plus marqué. Elle est représentée par deux états opposés qui sont la veille et le sommeil et qui peuvent être assimilés aux périodes d'activités et de repos rythmant la vie de l'individu.

Le rythme circadien de la vigilance augmente rapidement le matin, passe par une petite dépression en début d'après midi, et atteint son maximum en fin d'après midi. Les états que l'on nomme de « forme », de « bien-être » et la motivation suivent à peu près le même rythme. Tandis que la perception de la fatigue, l'irritation et certaines réactions au stress sont en opposition de phase ; c'est-à-dire qu'elles présentent leur maxima lorsque la vigilance est au minimum.

Aussi, les variations circadiennes de la température ont été mises en évidence lors de tests par de nombreux enregistrements durant la journée et pendant le sommeil. En effet, les études sur les rythmes biologiques nous ont montré que le minimum thermique se situe généralement vers 4 heures (repos) et le maximum vers 16 heures (activité) avec une amplitude d'environ 1°C entre les deux extrêmes.

Température (°C)



**Figure n°6 Relation entre Température et état de vigilance**

A partir de l'heure du coucher, la température baisse jusqu'à atteindre un minimum thermique vers le milieu de la nuit. Ensuite la courbe remonte progressivement pour revenir à la normale en début de matinée, au réveil, pour atteindre un maximum au milieu de la journée. Après la prise du repas en début d'après-midi, la température du corps diminue et avec elle la vigilance de la personne, d'où le besoin de « sieste » qui se manifeste par une somnolence. Enfin la température remonte, en fin de journée et de début de soirée qui sont des heures propices à l'apprentissage.

Aussi, les capacités psychomotrices présentent un rythme circadien très marqué. Les variations de ces capacités sont d'autant plus importantes que les tâches à accomplir sont complexes. Ces variations vont surtout intervenir dans les sports à fortes composantes psychomotrices et cognitives. Les capacités sensori-motrices (temps de réaction, dextérité, coordination visio-motrice, etc.) sont à leur maximum au cours de l'après-midi et en début de soirée.

La connaissance des variations circadiennes du métabolisme énergétique est très importante pour le sportif. Ces variations sont sous la dépendance de sécrétions endocriniennes (hormonales) qui peuvent avoir des fluctuations circadiennes. C'est le cas de l'insuline et du glucagon, qui présentent respectivement, un pic en début d'après-midi pour le premier, et en début de soirée pour le second. C'est aussi le cas de l'hormone de croissance, qui connaît des pics de sécrétion dans les premières heures du sommeil lent profond quel qu'en soit l'horaire <sup>[32]</sup> ; du cortisol et de la prolactine qui sont libérées en fin de sommeil. Les taux de libération plasmatique de ces hormones dépendent des facteurs tels que l'heure et la qualité des prises alimentaires, et surtout la charge d'entraînement réalisée.

Parmi les autres phénomènes biologiques circadiens, il ya aussi les capacités ventilatoires, musculaires, cardio-vasculaires qui sont tous impliquées dans la réalisation des performances sportives.

## **2. RELATIONS ENTRE SOMMEIL ET PERFORMANCES SPORTIVES**

### **2.1. ROLE ET IMPORTANCE DU SOMMEIL CHEZ LE SPORTIF**

Il est d'abord nécessaire de préciser, que les sportifs ont besoin d'un sommeil suffisant pour compenser les pertes énergétiques accumulées durant l'entraînement.

Des études ont montré que par rapport au sédentaire, le sommeil du sportif est souvent de meilleure qualité ; c'est-à-dire qu'ils font plus de SL. De plus, ce sont de gros dormeurs, notamment ceux qui sont soumis à un entraînement intensif de longue durée (exemple les spécialistes d'endurance) auxquels on conseille de dormir 10 heures par nuit <sup>[33]</sup>.

L'essentiel des expériences a montré qu'une mauvaise nuit de sommeil altère les performances. Il importe donc de connaître les effets de ces diminutions de sommeil sur les différents rythmes biologiques.

Des études concernant les effets d'une privation de sommeil sur les performances, il en ressort que ce sont les capacités psychomotrices et

cognitives (mémorisation, raisonnement, etc.) qui sont les premières à être détériorées (NAITOH, 1976 ; JOHNSON, 1982).

En ce qui concerne les performances physiques, de récentes expériences ont pu montrer que les capacités cardio-vasculaires, ventilatoires et hormonales de sujets endurants, évalués au cours d'une épreuve difficile sur bicyclette ergométrique, sont moins efficaces après une nuit de sommeil écourtée par un réveil de 3 heures en milieu de nuit <sup>[34]</sup>.

Par exemple, l'influence du sommeil sur la tension artérielle a fait l'objet d'une étude parue dans la revue *Hypertension: Journal of the American Heart Association* (Gangwisch J.E, 2006), où on a démontré que le manque de sommeil provoque une augmentation de la tension artérielle. Cette augmentation est due en partie au stress, qui n'est plus dès lors tempéré par le repos. En effet, une privation de sommeil inférieure à 5 heures, augmenterait les risques d'hypertension artérielle. Les personnes qui dorment peu, présentent une pression artérielle moyenne plus élevée. En plus, chaque heure de sommeil en moins, par rapport à la durée idéale (dépend du type d'individus) élèverait de 37% les risques d'hypertension artérielle <sup>[42]</sup>. Concernant les paramètres cardiaques, Azboy O. et Kaygisiz (2009) nous rapportent de par leurs études, que la privation de sommeil n'affecte pas la fréquence cardiaque au repos ni à l'effort <sup>[43]</sup>.

L'importance du sommeil pour le sportif ressort aussi des expériences de Ehrenstein (1972). D'après lui, la privation de sommeil prolongée conduit à une fatigabilité journalière, récurrente qui se traduit en 48 à 72 heures en une perte de la force et du tonus musculaire, des difficultés de concentration et une excitabilité (nervosité) ; ébranlant ainsi les chances à produire des performances. De même, Copes et Rosentswieg (1972) ont mis en exergue la baisse de l'efficacité des qualités motrices, d'endurance, de vitesse et de force, à la suite d'expériences de privation de sommeil <sup>[2]</sup>. Aussi, il a été mis en évidence que les rythmes de nombreuses hormones telles que les catécholamines, le cortisol et l'hormone de croissance, ou



les concentrations de certaines enzymes de la contraction musculaire étaient perturbées à la suite d'une diminution de la qualité du sommeil. Ces résultats donnent donc quelques indices sur l'importance du sommeil sur la performance athlétique et plus spécifiquement combien le sommeil est un facteur significatif dans l'atteinte de la performance.

## **2.2. ENTRAINEMENT ET VARIATIONS CIRCADIENNES**

L'intérêt de la connaissance des rythmes biologiques par les acteurs du monde sportif, consiste à cerner les moments de la journée les plus favorables à l'entraînement et à la participation aux compétitions.

Les performances sportives nécessitant principalement un potentiel physique (athlétisme, cyclisme, ski de fond, etc.) sont optimales en fin d'après-midi et en début de soirée, et présentent une dépression au milieu de la nuit. Au cours de nombreuses épreuves d'endurance, le pic de fatigue et les abandons se situent en fin de nuit et début de matinée (5h-6h). Avec les mêmes athlètes, on a eu à noter que les meilleurs temps chronométrés étaient toujours réalisés l'après-midi par rapport au matin <sup>[36]</sup>. Il semblerait d'ailleurs que, en fonction de ce constat, les fédérations sportives programment davantage leurs compétitions en fin d'après-midi. Les spécialistes nous apprennent que les capacités mnésiques (mémoire à long terme) étaient meilleures en début de soirée. Par conséquent, l'entraîneur aura tout intérêt à placer les horaires de ses séances d'entraînement à ce moment précis.

Toutefois, ceci n'est pas une règle absolue pour plusieurs raisons : d'une part, il est possible d'adapter l'organisme à des horaires de compétition différents. Pour se faire, il faut que l'athlète s'entraîne aux mêmes horaires que ceux des compétitions. On note alors qu'une adaptation de sa chronobiologie s'opère et qu'il peut être en pleine possession de ses moyens même si la compétition a lieu le matin. D'autre part, les conditions environnementales peuvent aussi avoir des effets sur l'organisme.

Ainsi, on peut dire que l'entraînement réduit considérablement les variations circadiennes des performances, ce qui signifie que le débutant sera moins apte à faire face aux perturbations de sa chronobiologie (horloge interne) comparé à l'athlète de haut niveau.

Par ailleurs, un phénomène majeur dérègle le cycle normal des rythmes biologiques. Ce phénomène, conséquence des vols transmériidiens, est communément appelé « jet-lag » ou « syndrome de désynchronisation ». Il a pour effet de mettre l'organisme en déphasage avec son environnement et est marqué par des troubles de sommeil, une asthénie (fatigue intense et durable), des troubles de l'humeur, des problèmes digestifs et hormonaux, le tout se traduisant par une baisse des capacités physiques et psychiques ; devenant ainsi un handicap considérable pour les performances de l'athlète.

Pour réduire les effets de jet-lag, l'athlète peut par exemple faire en sorte d'arriver les lieux de, autant de jours que de fuseaux horaires traversés, avant la compétition. Aussi, il devra beaucoup boire (2 à 3 litres d'eau par vol transatlantique) pour éviter la déshydratation, responsable de l'état d'asthénie qui augmente la fréquence cardiaque, diminue le volume d'éjection systolique (VES) et augmente la température.

Enfin, un certain nombre d'études récentes attribueraient à la mélatonine un effet « anti jet-lag ». Cette hormone, substance principale de l'épiphyse, jouerait un rôle important dans le fonctionnement des horloges internes. Elle permettrait une resynchronisation plus rapide des déphasages biologiques.

Fort de ce qui précède, nous pouvons avancer que la variation des facteurs pouvant contribuer à réaliser des performances ont pour conséquence majeure, le fait que les athlètes ne seront au maximum de leurs capacités que dans certains créneaux horaires. Cette période sera déterminée en fonction de leur chronobiologie, des conditions environnementales, mais aussi et surtout du type d'effort, de l'heure et de l'endroit où les compétitions sont organisées <sup>[37]</sup>.

De ce fait, le sportif soucieux de performer dans son domaine, devra connaître et tenir en compte son chronotype et de là réguler ses phases d'entraînement et de récupération par un programme adapté, accompagné d'une bonne hygiène de vie, notamment un bon sommeil.

### **2.3. MODELE DE GESTION DU SOMMEIL POUR LE SPORTIF**

Il lui faut tout d'abord bien connaître sa chronologie et respecter ses horaires de coucher et de lever. La régularité est très importante car de nombreux rythmes biologiques sont synchronisés sur celui de la vigilance. Il lui faut aussi, respecter les règles d'hygiène du sommeil et dormir le plus possible dans un environnement familial. Il faudra aussi éviter les entraînements et les efforts tardifs (après 20 heures) car il stimule les sécrétions d'hormones de l'éveil et retarde le moment de l'endormissement.

Faire la sieste peut aussi être très favorable au sportif. Il existe en début d'après-midi, vers 13-15 heures, une dépression de la vigilance qui favorise l'endormissement. Le sommeil de sieste est essentiellement composé de SL, qui est réparateur. La sieste impose une période de repos à l'organisme et elle favorise la digestion. Seul problème, l'inertie post-sommeil (difficulté à retrouver ses pleines capacités) qui est plus ou moins longue en fonction du stade du sommeil dans lequel on se trouve au moment du réveil. Il faut pour l'éviter faire des siestes courtes, toujours de moins d'une heure (20 minutes suffisent) <sup>[38]</sup>.

Rien ne remplace, pour bien récupérer, une bonne nuit de sommeil. La veille d'une épreuve, l'athlète fait et refait sa prestation dans sa tête. Le soir, cette évocation stimule son système d'éveil et l'empêche de trouver le sommeil et de passer une nuit paisible. Mais comme le disait une skieuse, championne olympique : « C'est au lit que l'on gagnera la course » <sup>[39]</sup>. Il faudra donc, surtout penser à dormir.

La rythmicité est un phénomène universel. L'athlète n'échappe pas à cette loi. Chaque jour, son organisme passe par un minimum et un maximum d'efficacité pour une fonction donnée. En théorie, son potentiel sera

optimisé lorsque la plupart des rythmes biologiques seront proches de leur maximum, et en phase avec les autres.

Elle pousse les sportifs à ne pas faire n'importe quoi, n'importe quand. L'athlète apprend ainsi à se connaître, prendre du temps pour analyser ses propres rythmes biologiques ou chronotype (caractéristiques individuelles d'activité et de repos). Il devra ainsi en tenir compte pour ses entraînements et ses compétitions, et s'adapter à certaines conditions qui, sans cela, pourraient ne pas lui être favorables.

Sur les stades, la marge de manœuvre est devenue si étroite que l'utilisation des connaissances sur les rythmes circadiens devient un facteur supplémentaire de succès <sup>[41]</sup>.

La connaissance des différents rythmes biologiques et de leurs mécanismes d'adaptation aux diverses perturbations biologiques et environnementales, demeure ainsi un enjeu majeur.

# *METHODOLOGIE*

---

## **I° MATERIEL:**

### **1- POPULATION D'ETUDE**

Quinze (15) étudiants de l'Institut National Supérieur de l'Education Populaire et du Sport (INSEPS) ont participé à notre étude.

#### **1.1- CRITERES D'INCLUSION**

Sont inclus dans notre étude, des étudiants de l'INSEPS âgés de plus de 18 ans et de moins de 30 ans, pratiquant régulièrement l'activité physique.

#### **1.2- CRITERES D'EXCLUSION**

Sont exclus de notre étude, les étudiants souffrant d'une maladie ou ayant des troubles du sommeil.

### **2- INSTRUMENTS DE MESURE**

Pour réaliser notre étude nous avons utilisé le matériel suivant :

- ✓ Un chronomètre manuel WATT pour prendre le temps mis par les sujets lors des tests,
- ✓ Un sifflet de marque FOX pour donner les signaux de départ et d'arrêt,
- ✓ Un décamètre pour délimiter les distances parcourues par les sujets ainsi que pour prendre les mesures propres à chaque test,
- ✓ Un pèse-personne numérique de type ORELOX pour mesurer le poids de nos sujets,

- ✓ Une toise métallique pour mesurer la taille des sujets,
- ✓ Un tensiomètre électronique pour la prise de la tension artérielle et de la fréquence cardiaque des sujets avant et après l'épreuve du test COOPER (1968),
- ✓ Un mur verticalement gradué en centimètres avec des craies de couleurs pour le SARGENT test (1921).

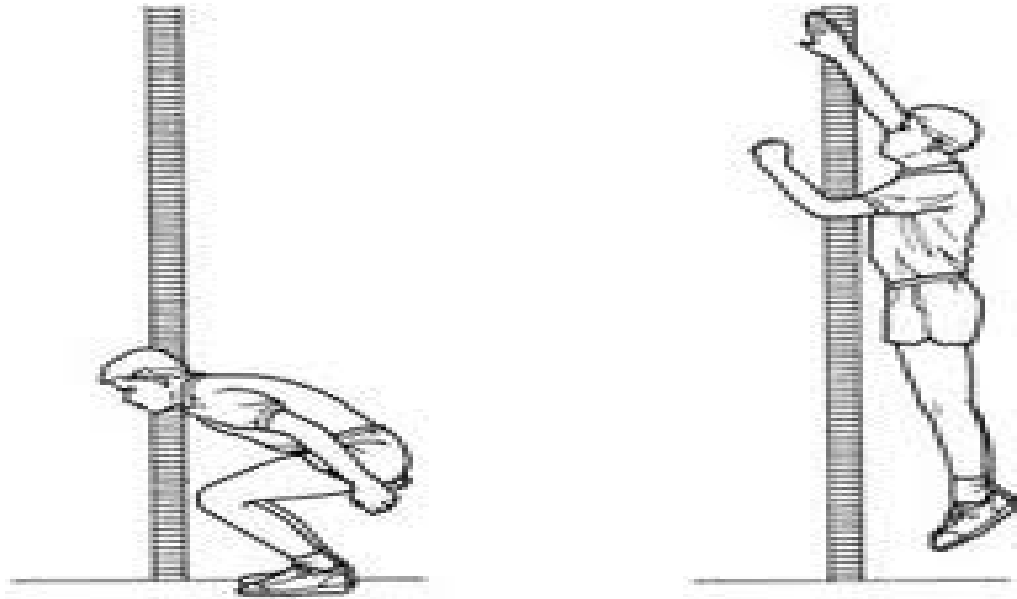
## **II° METHODE :**

Objectif : Le but de cette étude est de mettre en évidence l'influence d'une nuit de privation partielle de sommeil (4h) par rapport à une nuit de sommeil normale (7h à 8h) sur les qualités physiques (détente verticale, vitesse-coordination et endurance) de 15 étudiants de l'INSEPS. Pour se faire, nous avons d'abord évalué les performances des étudiants au lendemain d'une nuit de sommeil normale de 07h ou 08h. Une semaine plus tard, les étudiants ont subi les mêmes tests après une nuit de privation partielle de sommeil de 4heures (de 23h à 03h du matin).

### **1- DESCRIPTION DES TESTS**

#### **1.1 TEST DE LA DETENTE VERTICALE (SARGENT, 1921).**

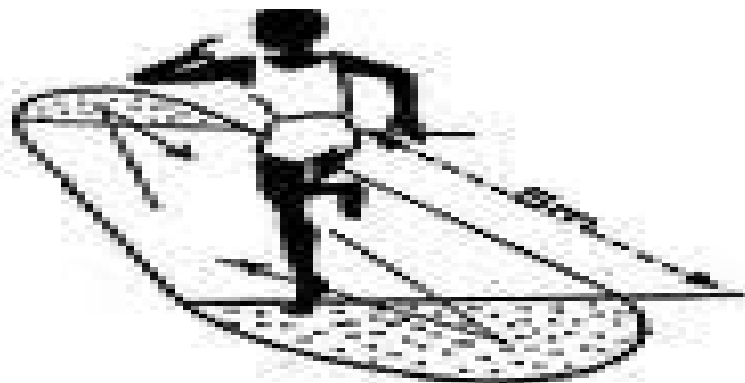
Ce test fait intervenir les muscles posturaux qui n'ont l'occasion de se relaxer totalement que pendant le sommeil. Il intègre également la puissance maximale anaérobie (PMA). C'est un test au cours duquel on demande au sujet, debout, de fléchir sur les jambes et de se redresser en sautant en l'air afin de toucher le plus haut possible la ligne, préalablement graduée sur un mur, à l'aide des doigts. La performance maximale est donnée par la différence (h) entre le niveau du dernier repère atteint (B) et la taille du sujet debout, bras tendu vers le haut (A).



**Figure n°7**

### **1.2 TEST DE LA VITESSE-COORDINATION (10×5m).**

L'évaluation de la vitesse-coordination rend compte de la maîtrise des qualités gestuelles en fonction d'une tâche à réaliser. Dans ce test, le sujet doit accomplir avec une vitesse maximale, 5 allers-retours. C'est-à-dire 10 fois 5 mètres en course navette. Il effectue son changement de direction en posant obligatoirement un pied sur ou au-delà de la ligne de chaque extrémité. L'évaluateur compte à haute voix le nombre de navettes accompli et note la performance obtenue (CAZORLA, 1991).



**Figure n°8**

### 1.3 TEST DE COOPER (12mn).

C'est un jeune médecin de l'armée américaine, *Kenneth Cooper* qui le met au point en 1968. Le test se fait sur un terrain de 200m ou 400m. Il s'agit de parcourir, en courant (l'alternance en marchant est admise), la plus grande distance possible en 12minutes. Ce test de terrain est applicable à un grand nombre d'individus et fait appel aux capacités d'endurance physique de l'individu. Un tableau permettra de qualifier le niveau d'endurance du sujet. 12 minutes est la durée limite pour laquelle un sujet peut maintenir une activité à une intensité proche de la puissance maximale aérobie (PMA). Ce type d'exercice est principalement limité par le  $VO_2\text{max}$  et celui-ci peut être prédit par la distance parcourue en 12mn au moyen de l'équation ci-dessous : (*Barrault, 1976*)

$$\text{Vo2 max en ml /kg/min} = (0,011 * \text{Distance parcourue en mètres}) + 21,90$$

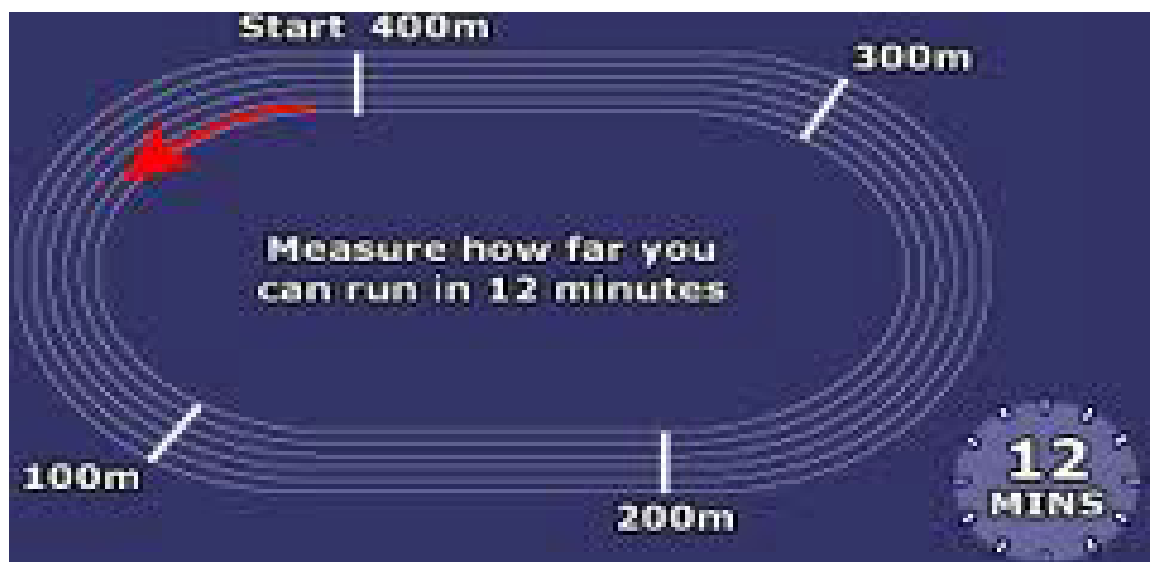


Figure n°9



## **2- DEROULEMENT DES TESTS**

Tout d'abord, après la prise préalable du poids, de la taille, de l'âge et des paramètres cardiovasculaires (Fréquence Cardiaque, Pression artérielle) au repos. On donne aux sujets 20mn d'échauffement en fonction des besoins individuels.

### **2.1 TEST DE LA DETENTE VERTICALE (SARGENT, 1921)**

Nous utilisons ce test pour évaluer la détente verticale des sujets. La détente verticale apprécie indirectement la puissance des membres inférieurs et le tonus postural. Ce dernier est l'un des parties du corps qui gagne le plus au cours du sommeil à cause de la position couchée, des sujets qui sont le plus souvent sur le dos. Il estime aussi la Puissance Maximale Anaérobie (PMA).

On demande au sujet, déjà échauffé, de se placer de profil à 30cm d'un mur, sur lequel on a tracé une ligne verticale graduée en centimètre à partir de 2m. Les talons collés au sol, les doigts mouillés de craie, le sujet lève son bras en extension maximale et fait une marque sur le mur avec l'extrémité de son majeur. Cette hauteur qui représente la taille debout du sujet en plus de son bras levé est appelé marque (A). Il baisse ensuite les bras derrière lui en fléchissant les genoux dans une position semi-accroupie. Il s'arrête un instant dans cette position et puis saute aussi haut que possible avec le bras allant vers l'avant et vers le haut, touchant la ligne graduée sur le mur à la hauteur maximale atteinte avec son bras et ses doigts complètement tendus. La marque ainsi faite est nommée marque (B).

Le résultat de la détente verticale correspond à la différence (h) entre la marque (B) et la marque (A). Chaque sujet effectue trois essais séparés par des temps de repos de 15 secondes. La meilleure performance étant retenue comme résultat final.

Immédiatement après le 3<sup>ème</sup> essai du 15<sup>ème</sup> sujet, tout le groupe se rend sur la piste d'athlétisme pour y subir le test de la vitesse-coordination.

## **2.2 TEST DE LA VITESSE-COORDINATION (10x5m)**

Le test se déroule sur la piste d'athlétisme du stade Iba Mar DIOP. On délimite un couloir de 5m de longueur et 1mètre de largeur en disposant 4 plots aux deux extrémités de chaque ligne. Le chronométrateur se place sur un des deux cotés à 10m du bord de l'aire de course et les sujets passent un par un. Le coureur commence par se mettre en position de départ derrière la ligne, en plaçant un pied juste derrière celle-ci. Le chronomètre est enclenché lorsque le pied arrière quitte le sol. Au signal de départ, le sujet court le plus vite possible jusqu'à l'autre ligne, la passe ou bloque l'un de ses deux pieds sur la ligne et revient le plus rapidement possible à la ligne de départ. Il effectue 5 cycles ou navettes de 10m chacun ; le tout faisant une distance totale de 50m. La 5<sup>ème</sup> fois, le coureur ne ralentit pas en arrivant à la ligne terminale, mais continue à courir. L'évaluateur arrête le chronomètre et note le temps mis par le sujet pour parcourir la distance. Le test est effectué une seule fois.

## **2.3 TEST DE COOPER (12mn)**

Le test s'effectue sur une piste d'athlétisme balisée avec deux plots sur 100 mètres en circuit fermé ; soit 200 mètres. Les mesures sont faites à l'aide du décamètre.

Les sujets par cinq se mettent sur la ligne de départ délimitée par un plot. Un coup de sifflet marque le début de la course. On enclenche en même temps le chronomètre qu'on limitera à 12mn. Les sujets courent jusqu'au plot d'en face délimitant la zone de course, la contournent puis amorcent le retour vers le point de départ. Arrivés à ce dernier, de nouveau, ils font le tour et ainsi de suite jusqu'à la fin du test. Au terme des 12 minutes, un

autre coup de sifflet marque la fin de la course et le sujet doit s'arrêter sur place pour qu'on puisse mesurer la performance. A l'arrêt de l'épreuve, les infirmiers qui nous assistent dans notre étude, prennent les mesures de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle des sujets. Des camarades de promotion nous ont aidé à décompter le nombre de tours réalisé par chaque sujet. Si le coureur effectue une certaine distance après avoir bouclé un tour, juste avant le coup de sifflet final, on utilise le décamètre pour mesurer cette distance à partir du dernier plot contourné, et on la rajoute au nombre de tours effectué.

### **III° TRAITEMENT STATISTIQUE**

Nous avons comparé les valeurs moyennes des variables du groupe obtenues après une nuit de sommeil normal à celles recueillies après une nuit de privation partielle de sommeil de 4 heures, à l'aide d'un test t de Student.

Hypothèse  $H_0$  :

Si la probabilité d'erreur (P), trouvée lors du test t est inférieure à ( $\alpha=0,05$ ) ; alors la différence de moyenne est statistiquement significative.

Hypothèse  $H_1$  :

Si la probabilité d'erreur (P), trouvée lors du test t est supérieure à ( $\alpha=0,05$ ) ; alors la différence de moyenne n'est pas statistiquement significative.

# *PRESENTATION ET COMMENTAIRE DES RESULTATS*

---

**TABLEAU I :** Valeurs individuelles et moyennes de l'âge, du poids et de la taille des sujets.

| SUJETS            | AGE (ans)    | POIDS (kg)   | TAILLE (cm)   |
|-------------------|--------------|--------------|---------------|
| 1                 | 24           | 72           | 193           |
| 2                 | 24           | 75           | 182           |
| 3                 | 23           | 76           | 186           |
| 4                 | 23           | 77           | 181           |
| 5                 | 25           | 65           | 182           |
| 6                 | 25           | 60           | 171           |
| 7                 | 26           | 60           | 170           |
| 8                 | 26           | 55           | 174           |
| 9                 | 24           | 65           | 175           |
| 10                | 22           | 69           | 181           |
| 11                | 23           | 70           | 184           |
| 12                | 26           | 67           | 172           |
| 13                | 24           | 67           | 186           |
| 14                | 24           | 56           | 163           |
| 15                | 28           | 70           | 175           |
| <b>Moyenne</b>    | <b>24.47</b> | <b>66.71</b> | <b>178.33</b> |
| <b>Ecart type</b> | <b>1.55</b>  | <b>7.09</b>  | <b>7.77</b>   |

**TABLEAU II :** valeurs individuelles et moyennes de la fréquence cardiaque (FC), de la pression artérielle (PA), de la détente verticale, de la vitesse-coordination et de la consommation maximale d'oxygène (VO<sub>2</sub>max) des sujets, après une nuit normale sans privation de sommeil.

| SUJETS                   | F.C<br>(batt./mn)   |                         | P.A<br>(cmHg)       |                         | Détente<br>Verticale<br>(cm) | Vitesse<br>Coordination (s) | VO <sub>2</sub> max<br>(ml/kg/mn) |
|--------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
|                          | <i>Au<br/>repos</i> | <i>Post-<br/>effort</i> | <i>Au<br/>repos</i> | <i>Post-<br/>effort</i> |                              |                             |                                   |
| 1                        | 65                  | 90                      | 12/8                | 13/5                    | 59                           | 16''78                      | 57.65                             |
| 2                        | 64                  | 95                      | 11/8                | 12/8                    | 56                           | 16''19                      | 54.02                             |
| 3                        | 60                  | 104                     | 14/8                | 13/8                    | 61                           | 16''71                      | 52.15                             |
| 4                        | 71                  | 90                      | 12/6                | 13/8                    | 54                           | 16''12                      | 54.68                             |
| 5                        | 60                  | 72                      | 13/7                | 10/8                    | 63                           | 16''03                      | 50.5                              |
| 6                        | 86                  | 104                     | 16/7                | 10/8                    | 59                           | 18''29                      | 54.62                             |
| 7                        | 69                  | 97                      | 11/6                | 11/5                    | 52                           | 17''62                      | 52.15                             |
| 8                        | 80                  | 112                     | 11/6                | 13/8                    | 47                           | 16''59                      | 57.98                             |
| 9                        | 72                  | 100                     | 12/8                | 14/6                    | 60                           | 17''01                      | 52.50                             |
| 10                       | 76                  | 96                      | 12/7                | 11/6                    | 64                           | 17''09                      | 52.49                             |
| 11                       | 72                  | 96                      | 10/7                | 10/7                    | 55                           | 16''21                      | 50.77                             |
| 12                       | 72                  | 112                     | 10/6                | 10/6                    | 77                           | 16''16                      | 52.62                             |
| 13                       | 68                  | 100                     | 12/6                | 11/6                    | 54                           | 16''13                      | 50.77                             |
| 14                       | 60                  | 84                      | 11/6                | 10/6                    | 55                           | 15''10                      | 52.31                             |
| 15                       | 56                  | 88                      | 10/7                | 12/8                    | 47                           | 16''40                      | 52.43                             |
| <b><i>Moyenne</i></b>    | <b>68.73</b>        | <b>96</b>               | <b>12/7</b>         | <b>12/7</b>             | <b>57.53</b>                 | <b>16''56</b>               | <b>53.18</b>                      |
| <b><i>Ecart type</i></b> | <b>8.21</b>         | <b>10.45</b>            | <b>1.6/0.8</b>      | <b>1.4/1.2</b>          | <b>7.40</b>                  | <b>0''75</b>                | <b>2.26</b>                       |

**TABLEAU III** : Valeurs individuelles et moyennes de la fréquence cardiaque (FC), de la pression artérielle (PA), de la détente verticale, de la vitesse-coordination et de la consommation maximale d'oxygène (VO<sub>2</sub>max) des sujets, après une nuit avec privation partielle de sommeil.

| SUJETS                   | F.C<br>(batt./mn)   |                         | P.A<br>(cmHg)       |                         | Détente<br>Verticale<br>(cm) | Vitesse<br>Coordination (s) | VO <sub>2</sub> max<br>(ml/kg/mn) |
|--------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
|                          | <i>Au<br/>repos</i> | <i>Post-<br/>effort</i> | <i>Au<br/>repos</i> | <i>Post-<br/>effort</i> |                              |                             |                                   |
| 1                        | 68                  | 100                     | 12/6                | 11/6                    | 60                           | 15''80                      | 60.4                              |
| 2                        | 60                  | 103                     | 12/8                | 12/8                    | 56                           | 15''91                      | 54.35                             |
| 3                        | 79                  | 115                     | 16/10               | 14/9                    | 62                           | 15''69                      | 54.9                              |
| 4                        | 69                  | 94                      | 16/9                | 15/9                    | 54                           | 15''97                      | 54.35                             |
| 5                        | 66                  | 93                      | 15/9                | 12/9                    | 65                           | 16''16                      | 56                                |
| 6                        | 70                  | 101                     | 14/8                | 14/7                    | 59                           | 17''88                      | 54.35                             |
| 7                        | 67                  | 108                     | 15/8                | 11/7                    | 53                           | 17''87                      | 52.81                             |
| 8                        | 73                  | 107                     | 12/7                | 14/6                    | 52                           | 16''28                      | 57.22                             |
| 9                        | 71                  | 114                     | 12/7                | 12/8                    | 61                           | 16''50                      | 54.24                             |
| 10                       | 76                  | 96                      | 14/8                | 14/9                    | 65                           | 17''00                      | 54.26                             |
| 11                       | 76                  | 113                     | 13/8                | 14/7                    | 55                           | 16''09                      | 54.24                             |
| 12                       | 76                  | 103                     | 14/7                | 12/8                    | 74                           | 16''50                      | 53                                |
| 13                       | 68                  | 98                      | 12/6                | 14/8                    | 58                           | 16''56                      | 50.97                             |
| 14                       | 67                  | 102                     | 13/7                | 13/9                    | 55                           | 15''60                      | 52.62                             |
| 15                       | 53                  | 90                      | 13/7                | 13/8                    | 48                           | 16''37                      | 53.09                             |
| <b><i>Moyenne</i></b>    | <b>69.3</b>         | <b>102.5</b>            | <b>14/8</b>         | <b>13/8</b>             | <b>58.47</b>                 | <b>16''41</b>               | <b>54.45</b>                      |
| <b><i>Ecart type</i></b> | <b>6.7</b>          | <b>7.7</b>              | <b>1.5/1.1</b>      | <b>1.6/1.1</b>          | <b>6.44</b>                  | <b>0''70</b>                | <b>2.20</b>                       |

**TABLEAU IV** : Comparaison des valeurs moyennes de la fréquence cardiaque au repos et post-effort, au lendemain d'une nuit de sommeil normale à celle au lendemain d'une nuit avec privation partielle de sommeil.

| VARIABLES   | F.C<br>au repos (batt./mn) |       | F.C<br>post-effort (batt./mn) |       |
|-------------|----------------------------|-------|-------------------------------|-------|
|             | S.P.S                      | A.P.S | S.P.S                         | A.P.S |
| MOYENNES    | 68.73                      | 69.3  | 96                            | 102.5 |
| P (Student) | 0.85                       |       | 0.06                          |       |
| $\alpha$    | 0.05                       |       | 0.05                          |       |
| Décision    | DNSS                       |       | DNSS                          |       |

F.C : Fréquence cardiaque

batt./mn : battements par minute

S.P.S : Sans privation de sommeil

A.P.S : Avec privation de sommeil

DNSS : Différence non statistiquement significative

**Commentaire :**

La fréquence cardiaque au repos et post-effort ont augmenté de manière non significative au lendemain d'une nuit avec privation partielle de sommeil

**TABLEAU V** : Comparaison des valeurs moyennes de la pression artérielle systolique et diastolique au repos, au lendemain d'une nuit de sommeil normale à celle au lendemain d'une nuit avec privation partielle de sommeil.

| VARIABLES   | P.A.S<br>au repos (cmHg) |       | P.A.D<br>au repos (cmHg) |       |
|-------------|--------------------------|-------|--------------------------|-------|
|             | S.P.S                    | A.P.S | S.P.S                    | A.P.S |
| MOYENNES    | 12                       | 14    | 7                        | 8     |
| P (Student) | 0.01                     |       | 0.03                     |       |
| $\alpha$    | 0.05                     |       | 0.05                     |       |
| Décision    | DSS                      |       | DSS                      |       |

cmHg : centimètre mercure

P.A.S : Pression artérielle systolique

P.A.D : Pression artérielle diastolique

S.P.S : Sans privation de sommeil

A.P.S : Avec privation de sommeil

DSS : Différence statistiquement significative

**Commentaire :**

Il ressort de ce tableau, que les pressions artérielles systolique (12 cmHg) et diastolique (7 cmHg) au repos, ont significativement augmenté le lendemain d'une nuit avec privation partielle de sommeil (14/8 cmHg).



**TABLEAU VI** : Comparaison des valeurs moyennes de la pression artérielle systolique et diastolique post-effort, au lendemain d'une nuit de sommeil normale à celle au lendemain d'une nuit avec privation partielle de sommeil.

| VARIABLES   | P.A.S              |       | P.A.D              |       |
|-------------|--------------------|-------|--------------------|-------|
|             | post-effort (cmHg) |       | post-effort (cmHg) |       |
| MOYENNES    | S.P.S              | A.P.S | S.P.S              | A.P.S |
|             | 12                 | 13    | 7                  | 8     |
| P (Student) | 0.01               |       | 0.02               |       |
| $\alpha$    | 0.05               |       | 0.05               |       |
| Décision    | DSS                |       | DSS                |       |

cmHg : centimètre mercure

P.A.S : Pression artérielle systolique

P.A.D : Pression artérielle diastolique

S.P.S : Sans privation de sommeil

A.P.S : Avec privation de sommeil

DSS : Différence statistiquement significative

**Commentaire :**

Les pressions artérielles systolique (12 cmHg) et diastolique (7 cmHg) post-effort après une nuit sans privation partielle de sommeil sont significativement plus basses que celles mesurées après une nuit avec privation partielle de sommeil (13/8 cmHg).

**TABLEAU VII** : Comparaison de la valeur moyenne de la détente verticale au lendemain d'une nuit de sommeil normale à celle au lendemain d'une nuit avec privation partielle de sommeil.

| VARIABLES   | Détente verticale<br>(cm) |       |
|-------------|---------------------------|-------|
|             | S.P.S                     | A.P.S |
| MOYENNES    | 57.53                     | 58.47 |
| P (Student) | 0.72                      |       |
| $\alpha$    | 0.05                      |       |
| Décision    | DNSS                      |       |

cm : centimètre

S.P.S : Sans privation de sommeil

A.P.S : Avec privation de sommeil

DNSS : Différence non statistiquement significative

**Commentaire :**

Il n'existe pas de différence significative entre la détente verticale moyenne des sujets au lendemain d'une nuit sans privation de sommeil (57.53 cm) et celle après une nuit avec privation partielle de sommeil (58.47 cm).

**TABLEAU VIII :** Comparaison de la valeur moyenne de la vitesse-coordination, au lendemain d'une nuit de sommeil normale à celle au lendemain d'une nuit avec privation partielle de sommeil.

| VARIABLES   | Vitesse-coordination<br>(s) |        |
|-------------|-----------------------------|--------|
|             | S.P.S                       | A.P.S  |
| MOYENNES    | 16''56                      | 16''41 |
| P (Student) | 0.58                        |        |
| $\alpha$    | 0.05                        |        |
| Décision    | DNSS                        |        |

s : seconde

S.P.S : Sans privation de sommeil

A.P.S : Avec privation de sommeil

DNSS : Différence non statistiquement significative

**Commentaire :**

La vitesse-coordination moyenne (16''56) de nos sujets après une nuit sans privation de sommeil n'a pas significativement varié au lendemain d'une nuit avec privation partielle de sommeil (16''41).

**TABLEAU IX** : Comparaison de la valeur moyenne du  $VO_2\text{max}$  au lendemain d'une nuit de sommeil normale à celle d'une nuit avec privation partielle de sommeil.

| VARIABLES   | $VO_2\text{max}$<br>(ml/kg/mn) |       |
|-------------|--------------------------------|-------|
|             | S.P.S                          | A.P.S |
| MOYENNES    | 53.18                          | 54.45 |
| P (Student) | 0.13                           |       |
| $\alpha$    | 0.05                           |       |
| Décision    | DNSS                           |       |

$VO_2\text{max}$  : Consommation maximale d'oxygène

ml/kg/mn : millilitre par kilogramme par minute

S.P.S : Sans privation de sommeil

A.P.S : Avec privation de sommeil

DNSS : Différence non statistiquement significative

**Commentaire :**

Le  $VO_2\text{max}$  moyen des sujets au lendemain d'une nuit sans privation de sommeil (53.18 ml/kg/mn) n'a pas significativement varié le lendemain d'une nuit avec privation partielle de sommeil (54.45 ml/kg/mn).

# DISCUSSION :

---

Notre discussion s'articule autour de six points que sont :  
La fréquence cardiaque, la pression artérielle, la détente verticale, la vitesse-coordination ainsi que la consommation maximale d'oxygène (VO<sub>2</sub>max).

## 1. LA FREQUENCE CARDIAQUE : (cf. Tableau IV)

Les valeurs moyennes de la fréquence cardiaque au repos et post-exercice de nos sujets mesurées le lendemain d'une nuit sans privation de sommeil n'ont pas significativement évolué au lendemain d'une nuit avec privation partielle de sommeil (cf. Tableau IV).

Nos résultats sont en concordance avec ceux d'*Azboy et Kaygisiz (2009)* qui ont rapporté que le manque de sommeil n'a pas d'effets significatifs sur la fréquence cardiaque au repos et à l'effort.

Cependant nos résultats ne corroborent pas *Mougin et al (1996)* qui ont montré à la fin de leur étude que le manque de sommeil entraîne un déchainement de la fréquence cardiaque lors d'un effort prolongé.

L'augmentation non significative ou significative de la fréquence cardiaque (au repos ou après l'effort) pourrait s'expliquer par le stress et la sensation de fatigue occasionnés par le manque de sommeil <sup>[43]</sup>.

## 2. LA PRESSION ARTERIELLE :

Contrairement à la fréquence cardiaque, les pressions artérielles au repos (cf. Tableau V) et les pressions artérielles post-exercice (Tableau VI) mesurées le lendemain d'une nuit sans privation de sommeil ont

significativement augmenté au lendemain d'une nuit avec privation partielle de sommeil.

Nos résultats vont dans le même sens que ceux de *Wolk (2007)* et *Gangwisch (2006)* qui ont rapporté qu'un manque de sommeil peut provoquer une augmentation de la tension artérielle. En outre, ils ont montré qu'une privation de sommeil de moins de 5 heures peut conduire à des risques d'hypertension artérielle et que chaque heure de sommeil en moins augmenterait de 37% le risque.

### **3. LA DETENTE VERTICALE : (cf. tableau VII)**

La détente verticale moyenne, expression de la puissance des membres inférieurs de nos sujets n'a pas significativement varié le lendemain d'une nuit avec privation partielle de sommeil (cf. Tableau VII). Ce résultat pourrait justifier celui de *Mougin et al (1996)* qui ont rapporté que le manque de sommeil ne s'accompagnerait pas d'une altération des qualités anaérobies.

### **4. LA VITESSE-COORDINATION : (cf. tableau VIII)**

Facteur de mesure des qualités physiques anaérobies, la vitesse-coordination moyenne de nos sujets n'a pas significativement varié au lendemain d'une nuit avec privation partielle de sommeil (cf. Tableau VIII). Les justifications apportées pour la détente verticale, sont aussi valables pour expliquer la variation non significative de la vitesse-coordination au lendemain d'une privation partielle de sommeil, car se sont tous deux des épreuves de type anaérobie.

### **5. LA CONSOMMATION MAXIMALE D'OXYGENE (VO<sub>2</sub>max) : (cf. tableau IX)**

Critère le plus objectif d'évaluation de l'endurance d'un sujet, la consommation maximale d'oxygène moyenne de notre échantillon enregistrée au lendemain d'une nuit sans privation de sommeil n'a pas significativement baissé, comparée à une nuit avec privation partielle de

sommeil (cf. Tableau IX). Nos résultats correspondent à ceux de *Mougin et al (1999)*, qui ont trouvé que le  $VO_2$  max de leurs sujets mesuré le lendemain d'une nuit sans privation de sommeil était identique à celui enregistré le lendemain ou le surlendemain d'une nuit avec privation partielle de sommeil.

Ainsi, nous serions tentés d'avancer qu'une privation partielle de sommeil n'aurait pas d'effets sur les performances physiques.

Toutefois, *Mougin et al (1996)* ont rapporté que la privation de sommeil pourrait avoir des répercussions sur les capacités aérobies des athlètes d'endurance. Cela peut se comprendre étant donné que c'est, chez ces derniers, que l'on retrouve les besoins les plus importants en sommeil (plus de 10 heures).

On peut dire donc, que le degré d'affection des performances sportives dépendrait de la durée de la privation, du type de travail ou d'effort à exécuter, mais aussi et sans nul doute des besoins en sommeil spécifique à chaque individu.

# CONCLUSION

---

L'ensemble des recherches, présente le sommeil comme un facteur de récupération et de régénération de l'organisme, essentiel pour une bonne hygiène de vie.

Dans le but de connaître les effets d'un manque de satisfaction de ce besoin naturel, sur les qualités physiques, nous avons fait une étude consistant à voir les effets d'une privation partielle de sommeil sur la fréquence cardiaque, la tension artérielle, la détente verticale, la vitesse-coordination et sur le VO<sub>2</sub> max de 15 étudiants de l'INSEPS de Dakar.

Les résultats de notre étude ne nous ont pas permis d'affirmer, l'hypothèse selon laquelle, la privation partielle de sommeil aurait des conséquences négatives sur les qualités physiques. Néanmoins, les sujets semblent présenter une pression artérielle plus élevée après une nuit de privation partielle de sommeil, comparée à une nuit de sommeil normale. Ce constat a été confirmé par la plupart des recherches effectuées dans ce sens et qui trouvent leur justification dans la littérature. Ces études ont, en effet, montré que le manque de sommeil contribue à l'augmentation des risques d'hypertension artérielle.

Ceci indique une fois de plus, l'importance du sommeil comme facteur d'équilibre physique et intellectuel pour l'individu, mais surtout pour le sportif de haut niveau pour qui tout déséquilibre, occasionné par quel que facteur que ce soit, compromettrait ses chances d'atteinte d'une bonne performance. Pour obtenir de bons résultats, le sportif doit donc connaître ses besoins de sommeil, ses rythmes circadiens et dans la mesure du possible préserver un temps de sommeil suffisant.



Ce n'est malheureusement pas toujours possible car il persiste des situations contraignantes qui obligent les jeunes sportifs à s'entraîner très tôt le matin ou très tard le soir (cas des étudiants compétiteurs) ou à avoir un sommeil très raccourci (mauvaises conditions de logement au campus universitaire).

En perspective, des études menées auprès de larges échantillons de population ont souligné l'existence d'une relation directe entre un temps de sommeil habituel réduit et l'augmentation de l'indice de masse corporelle (IMC). Selon les recherches de *Knutson et al (2007)*, la réduction de la durée du sommeil perturbe les hormones qui régulent l'appétit, en abaissant le taux de Leptine (hormone qui réduit l'appétit) et en augmentant le taux de Ghréline (hormone qui stimule l'appétit). Ces effets ont été observés lorsque la durée du sommeil est inférieure à 8 heures. Cela donne donc à penser que le manque de sommeil constitue un facteur de risque d'obésité, et demeure aujourd'hui un sujet qui intéresse beaucoup le monde scientifique.

# BIBLIOGRAPHIE :

---

- 1- DE NERVAL G. *Aurélia*. Flammarion, 1993, p.387.
- 2- WEINECK J. *Biologie du sport*. Paris, Vigot, 1992, p.563-565.
- 3- "sommeil." Microsoft® Encarta® 2009 [DVD]. Microsoft Corporation, 2008.
- 4- MEYER P. *Physiologie humaine*. Med Sci. 2<sup>e</sup> édition, Flammarion, 1995, p.809, 986-990, 992, 1018,1320-1321.
- 5- PERREAUT-PIERRE E. *La gestion mentale du stress*. Amphora, 2000, p.187-189.
- 6- BIGARD X, GUEZENNEC Ch.-Y. *Nutrition du sportif*. 2<sup>e</sup> édition, 2007, p.228-231.
- 7- THILL E, THOMAS R, CAJA J. *Manuel de l'éducateur sportif*. 7<sup>e</sup> édition, 1986, p.242.
- 8- PILARDEAU P. *Biochimie et nutrition des activités physiques et sportives*. 2<sup>e</sup> édition, Paris, Masson, 1995, p.69, 419,430.
- 9- VALATX JL. *Mécanismes du cycle veille-sommeil-rêve*. Paris, Rev Prat, 1996, 46: 2404-10.
- 10- LEPINE R. *Théorie mécanique de la paralysie hystérique du somnambulisme, du sommeil naturel et de la distraction*. C.R Soc Biol, 1895, 47 : 85-86.
- 11- DUBOIS R. *Physiologie comparée de la marmotte*. Paris, Masson, 1896, p.268.
- 12- PAVLOV IP. *Leçons sur le travail des hémisphères cérébraux*. Paris, Amédée Legrand, 1929.
- 13- MORUZZI G, MAGOUN HW. *Brain stem reticular formation and activation of the EEG Clinical Neurophysiology*. 1949, 30: 459-474.

- 14- BREMER F. Cerveau isolé et Physiologie du sommeil. C.R Soc Biol, Paris, 1935.
- 15- HESS R, KOELLA WP, AKERT K. *Cortical and sub-cortical recordings in natural and artificially induced sleep in cats EEG and Clinical neurophysiology*. 1953, 5: 75-90.
- 16- VALATX JL. *Régulation du cycle veille-sommeil*. In Benoit O, Foret J. Le sommeil humain. Paris, Masson, 1995, p.25-37.
- 17- BAIGARD X, GUEZENNEC CH-Y. *Nutrition du sportif*. 2<sup>ème</sup> édition, 2007, p.228-231.
- 18- BLAKE H, GERARD RW, KLEITMAN N. *Factors influencing brain potentials during sleep-journal of neurophysiology*. 1938, 1: 24-38.
- 19- Microsoft® Encarta® 2009 [DVD]. *Rêve (psychologie)*. Microsoft Corporation, 2008.
- 20- SILBERNAGL S, DESPOPOULOS A. *Atlas de poche de physiologie*. 3<sup>ème</sup> édition, 2001, p.332, 334.
- 21- LEMAIRE C. *Rêves éveillés*. Les Empêcheurs de penser en rond, 1999.
- 22- DAVENNE D. *Alternance Activité-Repos. Sommeil et récupération*. UFR STAPS de Caen. In Les Cahiers de l'INSEP n°27, Sport de haut niveau et récupération, 2000, p.99-112.
- 23- LECONTE P, BEUGNET-LC, LANCRY A. *Chronopsychologie : rythmes et activités humaines*. Press Univ Septentrion, 1988, p.68-69.
- 24- Popa D, Lena C, Alexandre C, Adrien J. *Lasting syndrome of depression produced by reduction of serotonin uptake during postnatal development: evidence from sleep, stress and behavior*. J Neuroscience, 2008, DOI 28: 3546-3554.
- 25- CHEVALIER P. *Tout savoir sur le sommeil*. Rev Sci, juin 2005, 435 : 1177.
- 26- VALATX JL. *La génétique du sommeil et du rêve*. La recherche, 1976.
- 27- UNAFORMEC. *Physiologie du sommeil : le rôle des rêves*. Séminaire UE, 2007.

- 28- HELAL H, JOUSSELIN E, DEMARAIS Y. *La récupération en sport : Approches des techniques et moyens*. In Les Cahiers de l'INSEP 1996, 14-15.
- 29- THILL E, THOMAS R, CAJA J. *Manuel de l'éducateur sportif*. 7<sup>ème</sup> édition, 1986, p.242.
- 30- Nouveau Larousse Médical. Paris, 1988, p.898.
- 31- REINBERG A. *Les rythmes biologiques : Que sais-je ?* PUF, Paris, 1989, p.127.
- 32- GUÉNARD H, et al. *Physiologie humaine*. Paris, Pradel, 1991, p.293-294.
- 33- SAMUELS C. *Neuromuscular Fatigue in Racquet Sports*. Nuerol Clin, 2008, 26 : 169-180.
- 34- MOUGIN F, SIMON-RIGAUD ML, DAVENNE D, RENAUD A, GARNIER A, MAGNIN P. *Influence d'une privation partielle de sommeil sur l'adaptation de l'organisme à l'exercice physique*. Sci et Sport, 1990, 5 : 83-90.
- 35- GITTELSON B. *Vos Biorythmes*. Paris, Tchou, 1978.
- 36- TAFTI M, BILLIARD. *Rythmes biologiques et performances sportives*. In Bruker J, *Mise en forme, condition physique du sportif de plus de 40 ans*. Cin 1986, 25 : 59-62.
- 37- MOORE-EDE MC, SULZMAN FM, FULLER CA. *The clocks that time us*. Harvard University Press, Cambridge, Masson, 1982.
- 38- HORNE JA. *Why we sleep? The functions of sleep in humans and other mammals*. Oxford, Oxford University Press, 1988, p.319.
- 39- FERNANDEZ L. *Sophrologie et Compétition sportive*. Paris, Vigot, 1982, p.207-208.
- 40- VANDER AJ, SHERMAN JH, LUCIANO DS. *Physiologie humaine*. Montréal, McGraw-Hill, 1977, p.550-553.
- 41- MONOD H, AMORETTI R, RODINEAU J. *Médecine du sport pour le praticien*. Paris, Simep, 1994, p.53, 386-389.

42- AZBOY O, KAYGISIZ Z. *Effects of sleep deprivation on cardiorespiratory functions of the runners and volleyball players during rest and exercise.* Acta physiol Hung, 2009, 96 (1): 29-36.

43- WOLK R. *Physiological bases for a causal relation: sleep and the metabolic syndrome.* Exp Physiol, 2007, 92(1), 21-26.

44- MOUGIN F, BOURDIN H, SIMON-RIGAUD ML, DIDIER JM, KANTELIP JP. *Effects of a selective sleep deprivation on subsequent anaerobic performance.* Int. J. Sports Med, 1996, 17 (2): 115-119.

45- MOUGIN F, BOURDIN H, SIMON-RIGAUD ML, KANTELIP JP. *Privation totale de sommeil et performance physique: effets de 30 heures de privation de sommeil sur l'adaptation à l'exercice physique du lendemain et du surlendemain.* 8ème Congrès de L'ACAPS, Macolin, 1999.

46- KNUTSON K, et al. *The metabolic consequences of sleep deprivation.* Sleep Med Rev, 2007, 11(3):159-62.