

EFFET DE L'INVERSION DU CHAMP
VISUEL SUR LE SOMMEIL PARADOXAL CONSECUTIF

par François R. W. Prévost

Thèse présentée à l'Ecole des
Etudes Supérieures de l'Université
d'Ottawa en vue de l'obtention de la
Maîtrise ès Arts en Psychologie.



Ottawa, Canada, 1974

UMI Number: EC55298

INFORMATION TO USERS

The quality of this reproduction is dependent upon the quality of the copy submitted. Broken or indistinct print, colored or poor quality illustrations and photographs, print bleed-through, substandard margins, and improper alignment can adversely affect reproduction.

In the unlikely event that the author did not send a complete manuscript and there are missing pages, these will be noted. Also, if unauthorized copyright material had to be removed, a note will indicate the deletion.

UMI[®]

UMI Microform EC55298
Copyright 2011 by ProQuest LLC
All rights reserved. This microform edition is protected against
unauthorized copying under Title 17, United States Code.

ProQuest LLC
789 East Eisenhower Parkway
P.O. Box 1346
Ann Arbor, MI 48106-1346

RECONNAISSANCE

Je remercie tout particulièrement le directeur de ma thèse, Joseph-Marie de Koninck, Ph.D., professeur à la Faculté de psychologie de l'Université d'Ottawa. Ses suggestions, son implication concrète au niveau de l'expérimentation et de la compilation des données et sa critique d'une version antérieure de ce manuscrit furent grandement appréciées.

Je tiens également à remercier les autres membres du comité de la thèse: William Barry, Ph.D., directeur au Département de psychologie générale et expérimentale, pour avoir mis à ma disposition les facilités de son laboratoire; et Roger Broughton, M.D., Ph.D., de l'Hôpital Général d'Ottawa, pour ses conseils judicieux lors de l'élaboration du schème expérimental.

Merci aussi à Pierre Boudrault pour son assistance technique au cours de l'expérimentation et à ma soeur Myriam qui s'est chargée de la présentation finale de la thèse.

CURRICULUM STUDIORUM

François R. W. Prévost naquit à La Patrie, Province de Québec, le 7 juillet 1948. Il obtint son B.A. de l'Université d'Ottawa en 1970.

TABLE DES MATIERES

Chapitres	pages
INTRODUCTIONviii
I.- RECENSION DE LA LITTERATURE	1
1. Description des caractéristiques du SP	1
2. Hypothèses sur le rôle du SP	9
A. Sommeil paradoxal et maturation du système nerveux central	9
B. Sommeil paradoxal et homéostasie corticale	10
C. Sommeil paradoxal et survie	12
D. Sommeil paradoxal et innervation du système oculo-moteur	13
E. Sommeil paradoxal et traitement de l'information	15
3. Sommeil paradoxal et traitement de l'in- formation: études expérimentales et corrélationnelles	28
A. Sommeil paradoxal considéré comme variable indépendante	29
B. Sommeil paradoxal considéré comme variable dépendante	37
C. Etudes corrélationnelles	47
4. Résumé et formulation des hypothèses	49
II.- SCHEME EXPERIMENTAL	54
1. Sujets	54
2. Procédure	55
3. Rythme d'adaptation à l'inversion du champ visuel	59
4. Enregistrement du sommeil	59
5. Compilation des données et analyse statis- tique	61
III.- PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS	65
1. Présentation des résultats	65
A. Rythme d'adaptation à l'inversion du champ visuel	65
B. Coefficients de fidélité inter-juge des mesures du SP	68
C. Résultats sur les mesures du SP	70
D. Données subjectives	88
2. Discussion des résultats	90
3. Suggestions pour les recherches ultérieures	102
CONCLUSIONS	105

TABLE DES MATIERES

v

pages

BIBLIOGRAPHIE 106

Appendices

1. INSTRUMENTS UTILISES POUR RECRUTER ET SELEC-
TIONNER LES SUJETS 108

2. ABSTRACT OF Effet de l'inversion du champ
visuel sur le sommeil paradoxal
consécutif 111

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	pages
I.- Séquence des nuits passées au laboratoire	57
II.- Fidélité inter-juge des mesures du SP	69
III.- Pourcentage de SP au cours des nuits référen- tielles et expérimentales et analyse statis- tique	72
IV.- Pourcentage de SP au cours des nuits d'adapta- tion de la condition contrôle et de la condition expérimentale	74
V.- Nombre de phases de SP au cours des 8 premières heures du sommeil des nuits référentielles et expérimentales	76
VI.- Analyse statistique des pourcentages de stage 1, de stage 2, des stages 3 et 4 combinés, de temps occupé par l'éveil et de temps occupé par les mouvements (movement time) au cours des nuits référentielles et expérimentales	78
VII.- Latence d'apparition du SP au cours des nuits référentielles et expérimentales et analyse statistique	79
VIII.- Analyse statistique du nombre absolu de mini- époques (de 2 secondes) contenant un ou des MOR horizontaux, du nombre absolu de mini- époques contenant un ou des MOR verticaux, de la densité des MOR horizontaux, de la densité des MOR verticaux, et de la densité propor- tionnelle des MOR verticaux au cours des nuits référentielles et expérimentales	80
IX.- Durée totale du sommeil au cours des nuits réfé- rentielles et expérimentales pour les sujets D, F et V et analyse statistique	85
X.- Latence d'apparition du sommeil des nuits réfé- rentielles et expérimentales	87
XI.- Nombre de retours au stage 1 ou à l'éveil au cours des 4 premières heures et des 8 premières heures du sommeil des nuits référentielles et expérimentales	89

LISTE DES FIGURES

Figures	pages
1. Inversion du champ visuel et triage de cartes . .	66
2. Inversion du champ visuel et test d'écriture . .	67
3. Pourcentage de SP au cours des nuits référen- tielles et expérimentales	73
4. Densité des MOR horizontaux au cours des nuits référentielles et expérimentales	82
5. Densité des MOR verticaux au cours des nuits référentielles et expérimentales	83

INTRODUCTION

On a cru pendant longtemps que le sommeil avait une fonction réparatrice. On croyait qu'au cours du sommeil il y avait une diminution dans l'activité du système nerveux pour lui permettre de récupérer pour la fatigue accumulée la veille. Cependant, au cours des deux dernières décennies, de nouvelles découvertes ont imposé une remise en question assez radicale de cette conception. En 1953, Aserinsky et Kleitman mirent en évidence l'existence d'une phase fondamentale du sommeil, le sommeil des mouvements oculaires (REM sleep). Cette découverte devait marquer un point tournant dans l'histoire des études psychophysiologiques du sommeil. Au cours de cette phase, l'activité néo-corticale semble à plusieurs points de vue aussi intense, sinon plus, qu'à l'état d'éveil. Par contre, la réactivité de l'organisme à la stimulation extérieure apparaît à son plus bas niveau, relativement aux autres phases du sommeil. D'où l'appellation de "sommeil paradoxal" en France, par opposition au sommeil orthodoxe ou "sommeil lent" qui se caractérise par une activité néo-corticale lente et de basse amplitude. La présence du sommeil paradoxal a été remarquée chez les nouveaux-nés aussi bien que chez les adultes de toutes les espèces de mammifères jusqu'ici étudiées. Il apparaît comme un état d'activation physiologique incompatible avec la

notion de "repos". De plus, cette phase présente un intérêt tout particulier puisque les sujets qui sont réveillés au cours de celle-ci peuvent faire un récit vivace et détaillé d'expériences oniriques, ce qui est plus rarement le cas s'ils sont réveillés au cours du sommeil lent.

Les caractéristiques mêmes du sommeil paradoxal suggèrent qu'il répond à des besoins spécifiques. Depuis sa découverte, une foule de recherches ont été entreprises dans le but de les mettre à jour. Plusieurs fonctions ont déjà été attribuées spécifiquement au sommeil paradoxal. Cependant, aucune n'a été confirmée a posteriori par une validation expérimentale.

La présente recherche se propose d'étudier la possibilité que le sommeil paradoxal soit impliqué dans le traitement des informations reçues à l'état d'éveil. A cette fin, des sujets ont été soumis à l'inversion de leur champ visuel par le port de verres prismatiques. Une telle condition requiert l'apprentissage d'une foule de comportements visuo-moteurs nouveaux, ce qui devrait, selon l'hypothèse de base de cette recherche, engendrer des changements au niveau des paramètres physiologiques du sommeil paradoxal. Quelques recherches ont déjà étudié l'effet d'une telle condition sur le sommeil paradoxal consécutif. Cependant, les résultats se sont avérés contradictoires. Nous nous proposons de reprendre l'étude de l'effet de l'inversion du champ

visuel sur le sommeil paradoxal en exerçant un contrôle sur les variables qui ont pu obscurcir les résultats des études antérieures. De plus, cette thèse s'inscrit dans le cadre d'un programme plus vaste qui comprend aussi l'étude de l'effet de l'inversion du champ visuel sur l'activité mentale associée au sommeil paradoxal.

La thèse débutera par une description des caractéristiques les plus importantes du sommeil paradoxal. Suivra un exposé critique des recherches et formulations théoriques reliées à la présente étude. A la lumière de cet exposé, les hypothèses à vérifier seront formulées. Le schème expérimental sera décrit au chapitre deuxième. Finalement, le chapitre troisième traitera de la présentation et de la discussion des résultats.

CHAPITRE PREMIER

RECENSION DE LA LITTERATURE

Ce chapitre passera en revue les principales hypothèses formulées sur le rôle du sommeil paradoxal (SP) et les recherches qui ont étudié l'implication de celui-ci dans les processus d'organisation et de consolidation des informations accumulées à l'état de veille. Mais auparavant, un aperçu général des caractéristiques du SP sera présenté dans le but de faciliter la discussion des formulations théoriques qui suivra.

1. Description des caractéristiques du SP.

La mise à jour de l'existence du SP remonte à l'observation d'Aserinsky et de Kleitman¹ qu'à intervalle régulier, au cours du sommeil, des mouvements oculaires rapides (MOR) et binoculairement conjugués accompagnent une activité corticale désynchronisée relativement rapide et de basse amplitude. La présence ou l'absence de ces MOR devait permettre de distinguer entre deux types de sommeil: le SP (REM sleep) est accompagné de MOR et le sommeil lent

1 E. Aserinsky et N. Kleitman, Regularly occurring periods of eye motility and concomitant phenomena during sleep, Science, vol. 118, 1953, p. 273-274.

(NREM sleep) en est dépourvu. L'abolition du tonus musculaire, l'absence d'ondes lentes et entaillées (complexes K) et de fuseaux d'ondes synchronisées de douze à quatorze cycles à la seconde (sleep spindles) servent également de critères pour définir le SP².

Au cours d'une nuit typique, l'homme adulte passe par une succession de changements électroencéphalographiques^{3, 4}. L'endormissement se caractérise par la fragmentation et la disparition des ondes alpha et l'apparition momentanée de mouvements oculaires pendulaires (stage 1). Après quelques minutes, apparaissent les complexes K et les fuseaux (stage 2). Des ondes lentes à haut voltage envahissent progressivement le tracé encéphalographique (stage 3) pour finalement le dominer (stage 4). Puis le stage 2 réapparaît suivi du SP un peu plus d'une heure après l'endormissement. Il n'y a jamais apparition du SP directement après la veille (sauf dans les cas de privation expérimentale de SP, chez

2 A. Rechtschaffen et A. Kales (Ed.) A Manual of Standardized Terminology and Scoring System for Sleep Stages of Human Subjects, Washington, D. C., Government Printing Office, No. de publ. 204, 1968.

3 W. C. Dement et N. Kleitman, Cyclic variations in EEG sleep and their relation to eye movements, body motility and dreaming, Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, vol. 9, 1957, p. 673-690.

4 -----, The relation of eye movements during sleep to dream activity: An objective method for the study of dreaming, Journal of Experimental Psychology, vol. 53, 1957, p. 339-346.

les nouveaux-nés et certains cas pathologiques). Le SP réapparaît par la suite en cycles réguliers de 90 à 100 minutes pour occuper 20 à 25% du sommeil total. A mesure que la nuit progresse, les phases de SP tendent à être de plus en plus longues. Certaines études^{5, 6, 7} suggèrent même que le cycle d'apparition du SP chez l'homme pourrait se poursuivre tout au long du nycthémère.

Bien que l'alternance des deux types de sommeil soit relativement constant chez l'homme⁸, plusieurs facteurs peuvent l'affecter, comme l'appréhension et l'anxiété de la première nuit en laboratoire⁹, l'âge¹⁰, certaines drogues¹¹,

5 R. Globus, R. Gardner et T. Williams, Relation of sleep onset to rapid eye movement sleep, Archives of General Psychiatry, vol. 21, 1969, p. 151-154.

6 E. Othmer, M. Hayden et R. Segelbaum, Encephalic cycles during sleep and wakefulness in humans: a 24 hour pattern, Science, vol. 164, 1969, p. 447-449.

7 P. Passouant, F. Halberg, R. Genicot, L. Popoviciu et M. Baldy-Mounier, La périodicité des accès narcoleptiques et le rythme ultradien du sommeil rapide, Revue Neurologique, vol. 121, 1969, p. 155-164.

8 W. C. Dement et N. Kleitman, Journal of Experimental Psychology, op. cit.

9 W. C. Dement, E. Kahn et H. P. Roffwarg, The influence of the laboratory situation on the dreams of the experimental subject, Journal of Nervous and Mental Disease, vol. 140, 1965, p. 119-131.

10 H. P. Roffwarg, J. Muzio et W. C. Dement, Ontogenetic development of the human sleep-dream cycle, Science, vol. 152, 1966, p. 604-619.

11 D. C. Kay, Sleep and some psychoactive drugs, Psychosomatics, vol. 14, 1973, p. 108-118.

les phénomènes de compensation suivant la privation expérimentale de SP¹², les états psychotiques chroniques et aigus¹³, les suggestions post-hypnotiques¹⁴, etc...

A part les caractéristiques déjà mentionnées, plusieurs autres observations nous permettent de croire que le SP constitue un état organismique qualitativement différent de la veille et du sommeil lent. Les analyses de fréquence et d'amplitude des ondes électroencéphalographiques, effectuées à l'aide de l'ordinateur, tendent à démontrer que l'activité globale du néo-cortex, pendant le SP, s'apparente davantage à celle du stage 1 et de l'éveil qu'à celle des stages 2, 3 et 4¹⁵. La fréquence moyenne des décharges neuroniques au cours du SP est plus élevée dans toutes les régions du cerveau jusqu'ici étudiées (régions sensorielles et motrices du cortex cérébral, thalamus, hypothalamus, cervelet,

12 W. C. Dement, The effect of dream deprivation, Science, vol. 131, 1960, p. 1705-1707.

13 C. Fisher et W. C. Dement, Studies on psychopathology of sleep and dreams, American Journal of Psychiatry, vol. 119, 1963, p. 1160-1168.

14 J. M. Stoyva, Post hypnotically suggested dreams and the sleep cycle, Archives of General Psychiatry, vol. 12, 1965, p. 287-294.

15 L. C. Johnson, Are stages of sleep related to waking behavior? American Scientist, vol. 61, 1973, p. 326-338.

cerveau moyen et cerveau postérieur) que pendant le sommeil lent et l'éveil¹⁶. A l'exception de l'activité électrodermale, on note également une activation générale au niveau des systèmes neuro-végétatifs¹⁷. Par contre, la réactivité aux stimulations exogènes serait comparable à celle des stages 3 et 4 pour les stimuli neutres¹⁷.

Au niveau de l'activité mentale, il semble que le SP et le sommeil lent se distingue aussi nettement qu'au niveau de l'activité électro-corticale. Les récits oniriques suivant les réveils expérimentaux au cours du SP sont plus fréquents, plus détaillés et organisés, plus vivaces et fantaisistes que les récits sollicités au cours du sommeil lent, qui sont typiquement brefs, fragmentaires et dépourvus d'organisation visuelle et de fantaisie^{18, 19}.

16 J. A. Hobson, Cellular neurophysiology and sleep Research, dans M. H. Chase (Ed.), Perspectives in the Brain Sciences, vol. 1: The Sleeping Brain, Los Angeles, Brain Information Service, 1972, p. 59-83.

17 F. Snyder et J. Scott, The Psychophysiology of sleep, dans N. Greenfield et R. A. Sternbach (Ed.), Handbook of Psychophysiology, Toronto, Holt, Rinehart et Winston, 1972, p. 645-708.

18 D. Foulkes, Dream reports from different states of sleep, Journal of Abnormal and Social Psychology, vol. 65 1962, p. 14-25.

19 A. Rechtschaffen, P. Verdone et J. Wheaton, Reports of mental activity during sleep, Canadian Psychiatric Association Journal, vol. 8, 1963, p. 409-414.

Du point de vue de la phylogénèse, le SP n'apparaît clairement avec toutes ses caractéristiques que chez les mammifères. Le taux de SP varie considérablement d'une espèce à l'autre de mammifères et semble lié en partie à l'évolution du système nerveux central²⁰. Au moins chez toutes les espèces jusqu'ici étudiées, le taux de SP est plus élevé au début de l'ontogénèse²¹. De plus le taux de SP à la naissance semble lié à la maturation du système nerveux²². Ainsi, le chaton a un taux de SP de 80 à 90% à la naissance. Chez le raton, plus immature encore à la naissance, le SP est le seul sommeil décelable. Par contre, le cobaye qui est presque mature à la naissance, a un taux de SP de 15%, taux qui ne diminuera pratiquement pas avec l'âge.

Les études de privation élective de SP permettent de croire que cette phase remplit une ou des fonctions spécifiques. Dement²³ entreprit la première étude de privation

20 R. J. Berger, Oculo-motor-control: A possible function of REM sleep, Psychological Review, vol. 76, 1969, p. 144-164.

21 E. Hartman, The D-state: A review and discussion of studies on the physiologic state concomitant with dreaming, dans E. Hartman (Ed.), International Psychiatry Clinics, vol. 7, Sleep and Dreaming, 1970, p. 405-421.

22 D. Jouvet, L. Lastic et D. Lacoste, Ontogenesis of the states of sleep in rat, cat and guinea pig during the first postnatal month, Developmental Psychobiology, vol. 2, 1970, p. 216-239.

23 W. C. Dement, op. cit.

élective de SP chez des sujets humains. Il fut surpris de constater que la privation de SP produisait des changements dramatiques sur le cycle même du sommeil. D'abord, la fréquence des réveils nécessaires pour effectuer la privation augmentait considérablement au cours de l'expérience. Lors de la première nuit de récupération, il y avait une augmentation moyenne de 50% dans la durée du SP par rapport aux nuits de référence (phénomène du rebond). Par la suite, d'autres études ont démontré que la privation élective de SP produit également une diminution dans la latence d'apparition du SP^{24, 25}. Par contre, la densité des MOR du SP ne semble pas affectée de façon significative après deux nuits de privation²⁶.

En variant systématiquement le nombre de jours de privation élective de SP, Dement et al.²⁷ ont observé chez

24 A. Rechtschaffen et L. Maron, Effect of amphetamine on sleep cycle, Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, vol. 14, 1964, p. 438-445.

25 H. Sampson, Deprivation of dreaming sleep by two methods: 1. Compensatory REM time, Archives of General Psychiatry, vol. 13, 1965, p. 79-86.

26 E. Aserinsky, The maximal capacity for sleep: Rapid eye movement as an index of sleep satiety, Biological Psychiatry, vol. 1, 1969, p. 147-159.

27 W. C. Dement, P. Henry, H. Cohen et J. Ferguson, Studies on the effect of REM deprivation in humans and in animals, dans S. Kety, E. Evarts et H. Williams (Ed.), Sleep and Altered States of Consciousness, Baltimore, Williams & Wilkins, 1967, p. 456-468.

le chat une augmentation dans le taux de rebond du SP proportionnelle à la durée de la privation. Cependant, passée un certain point, la privation additionnelle ne produisait plus de compensation additionnelle dans le SP. Le taux de compensation était le même après 72 jours qu'après 30 jours de privation. L'écart devenait donc considérable entre la privation et la compensation. Ces observations suggérèrent à Dement la possibilité que l'aspect présumément obligatoire du SP pourrait impliquer uniquement les événements phasiques et que le SP pouvait avoir comme fonction de permettre tout simplement la décharge d'événements phasiques (événements brefs et discontinus comme les MOR, les pointes PGO, les changements dans le rythme cardiaque et la pression sanguine, par opposition aux événements toniques comme l'activation EEG, l'abolition du tonus musculaire). Partant de la constatation qu'il y avait une concentration progressive de pointes PGO dans la période précédant immédiatement le SP, à mesure que se poursuivait la privation, Dement et al.²⁸ ont conduit une étude où des chats étaient réveillés dès l'apparition de la première pointe PGO. Ils ont pu démontrer que

28 W. C. Dement, H. Cohen, J. Ferguson et V. Zarcone, A sleep researcher's odyssey: The function and clinical significance of REM sleep, dans L. Madow et L. H. Snow (Ed.), The Psychodynamic Implications of the Physiological Studies of Dreams, Springfield, Ill., C. C. Thomas Publisher, 1970, p. 71-123.

cette technique produisait un rebond compensatoire dans le SP beaucoup plus marqué. De plus, si la privation était effectuée par des réveils d'une gentillesse excessive, il y avait une décharge concentrée d'événements phasiques dès le début de l'endormissement consécutif. Une telle privation poursuivie pendant deux jours ne produisit pratiquement pas de rebond dans le SP. Ces résultats suggèrent fortement que l'élément crucial de la privation de SP est la privation d'événements phasiques; ce qui pourrait expliquer pourquoi les études de privation de SP ont fourni si peu d'information concernant le rôle du SP.

2. Hypothèses sur le rôle du SP.

A. Sommeil paradoxal et maturation du système nerveux central.

Roffwarg, Muzio et Dement²⁹ ont proposé que la fonction du SP consiste à fournir la stimulation endogène nécessaire à la différenciation structurale et à la maturation du système nerveux central au cours de la vie foetale et néonatale, c'est-à-dire au moment où la croissance de ce dernier est maximale. La profusion du SP chez les nouveaux-nés des

29 H. P. Roffwarg, J. Muzio et W. C. Dement, op. cit.

mammifères et son déclin avec l'âge sont présentés comme évidence première. Les auteurs citent plusieurs sources qui démontrent que le développement structural du système nerveux peut être sérieusement retardé par le manque de stimulation. Cette théorie laisse inexplicée la persistance du SP à travers le cycle de la vie et certaines données phylogénétiques comme le fait que chez les nouveaux-nés, le rat et le chat aient un taux de SP plus élevé que l'homme qui est plus immature à la naissance.

B. Sommeil paradoxal et homéostasie corticale.

Pour Ephron et Carrington³⁰, le SP sert à maintenir le tonus cortical à l'intérieur de limites appropriées selon un jeu d'équilibre homéostatique. Ils ont emprunté le concept de "tonus cortical" de Bremer³¹ pour dénoter "le niveau tonique d'excitation du système nerveux central nécessaire au traitement efficace de l'information". La fonction du SP consisterait à contrebalancer la déafférentation et/ou la baisse du tonus cortical qui surviennent au cours du sommeil lent,

30 H. S. Ephron et P. Carrington, Rapid eye movement sleep and cortical homeostasis, Psychological Review, vol. 73, 1966, p. 500-526.

31 F. Bremer, Effets de la déafférentation complète d'une région de l'écorce cérébrale sur son activité électrique spontanée, Comptes Rendus des Séances de la Société de la Biologie et de ses Filiales, vol. 127, 1938, p. 355-359.

par une stimulation endogène du cortex cérébral. Au cours du sommeil lent, une tendance à l'activation se développerait sous la forme d'une substance neurochimique qui, une fois un certain seuil atteint, agirait sur un mécanisme phylogénétiquement et ontogénétiquement primitif qui déclencherait le SP.

Cette théorie, bien qu'elle puisse expliquer la persistance du SP chez les adultes, l'alternance cyclique des deux types de sommeil et l'activation massive du système nerveux central, elle ne peut rendre compte du phénomène de rebond du SP suivant la privation de celui-ci. L'afférentation pendant l'état de veille devrait pouvoir compenser la privation de SP. De plus, Ferguson et Dement³² ont démontré que le taux de SP chez le chat était maximal quand la durée du sommeil total était minimale. Finalement le taux élevé de SP chez les nouveaux-nés n'a pas d'explication.

32 J. Ferguson et W. C. Dement, The effect of variations in total sleep time on the occurrence of REM sleep in cats, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, vol. 22, 1967, p. 2-10.

C. Sommeil paradoxal et survie.

Selon la théorie phylogénétique mise de l'avant par Snyder³³, le SP, en plus de rétablir le tonus cortical, protège l'animal des dangers pouvant provenir du milieu ambiant tout en assurant la continuité du sommeil. Le SP remplirait cette dernière fonction en déclenchant de brefs réveils où le niveau de réactivité est suffisamment élevé pour permettre à l'animal de scruter de façon efficace son environnement. A l'appui de cette thèse, Snyder rapporte l'observation de Gastaut et de Broughton³⁴ que les enfants sont typiquement très difficiles à réveiller au cours des stages 3 et 4 et qu'ils apparaissent extrêmement confus, alors que ce n'est jamais le cas lorsqu'ils sont réveillés pendant le SP. Bien que le seuil de réponse à la stimulation extérieure soit généralement élevé pendant le SP pour les stimuli neutres, il n'en est pas de même pour les stimuli significatifs³⁵.

33 F. Snyder, Toward an evolutionary theory of dreaming, American Journal of Psychiatry, vol. 123, 1966, p. 121-142.

34 H. Gastaut et R. Broughton, A clinical and polygraphic study in episodic phenomena during sleep, Recent Advances in Biological Psychiatry, vol. 7, 1965, p. 197-221.

35 R. J. Berger, Experimental modification of dream content by meaningful verbal stimuli, British Journal of Psychiatry, vol. 109, 1963, p. 722-740.

Si le milieu est suffisamment sûr, le SP remplit la fonction de guet tout en permettant à l'animal d'avoir un sommeil relativement continu. Par contre, si l'environnement est nouveau ou menaçant, l'animal demeure éveillé, ne pouvant se fier à une "sentinelle périodique". Ainsi les animaux qui dorment en sécurité, comme l'opossum et les prédateurs en général, ont un taux de SP élevé, alors que les animaux les plus vulnérables, comme le mouton et le lapin, ont un taux de SP plutôt restreint. La théorie phylogénétique peut également expliquer le fait que, lors de la première nuit d'adaptation au laboratoire, il y ait chez les sujets un plus grand nombre de réveils et une diminution dans le taux de SP³⁶. Cependant, elle laisse inexpliqués le rebond du SP après sa privation et les données ontogénétiques.

D. Sommeil paradoxal et innervation du système oculo-moteur.

Berger³⁷ a proposé que le SP sert tout simplement à stimuler le système oculo-moteur en vue de maintenir la

36 W. C. Dement, E. Kahn et H. P. Roffwarg, op. cit.

37. R. J. Berger, Oculomotor-control: A possible function of REM sleep, Psychological Review, vol. 76, 1969, p. 144-164.

"facilitation de la coordination binoculaire" tout au long du sommeil. De plus, le SP serait activement impliqué dans le développement du système oculo-moteur, tant au niveau de la phylogénèse que de l'ontogénèse. Berger se base sur l'observation d'une corrélation assez élevée chez les mammifères, entre le taux de décussation partielle des nerfs optiques et le pourcentage de sommeil occupé par le SP, divisé par le pourcentage du nycthémère occupé par le sommeil total.

Cette formulation permet d'expliquer les variations dans le taux de SP chez les espèces étudiées, l'alternance des deux types de sommeil, le taux élevé de SP au début de l'ontogénèse et la persistance du SP tout au cours du cycle de la vie. Cependant, certains faits restent obscurs. Le SP occupe 25% du sommeil total de la taupe alors que son système visuel est dégénéré³⁸. Tout mouvement oculaire lui est impossible. Aussi, chez les sujets humains aveugles, le taux de SP est le même que chez tout adulte normal³⁹. Enfin, l'activation au cours du SP est loin de se limiter au système visuel. Il ne semble donc pas que l'innervation du système oculo-moteur soit l'unique fonction du SP.

38 T. Allison et H. VanTwyver, Sleep in the moles (scalopus aquaticus and condylura cristata), Experimental Neurology, vol. 27, 1970, p. 554-578.

39 R. J. Berger, P. Olley et I. Oswald, The EEG, eye movements and dreams of the blind, Quarterly Journal of Experimental Psychology, vol. 14, 1962, p. 183-186.

E. Sommeil paradoxal et traitement de l'information.

Plusieurs auteurs ont émis indépendamment l'idée que le SP joue un rôle actif dans le traitement de l'information. Il serait trop long d'énumérer ici les sources qui ont fait allusion à cette possibilité. La présentation qui suivra se limitera délibérément aux formulations qui apparaissent les mieux articulées. Un des postulats de base que l'on retrouve dans chacune de celles-ci est que le cerveau élabore des structures fonctionnelles ou des modèles de la réalité extérieure, soit au niveau biochimique ou soit au niveau des connexions nerveuses, à partir des informations qui lui parviennent par la voie des sens. Le SP serait impliqué dans l'établissement de nouvelles structures, dans l'organisation et la réorganisation continuelles de celles-ci en fonction des nouveaux inputs.

Jouvet⁴⁰ a émis l'hypothèse que le SP pourrait avoir comme fonction de consolider les traces mnémomiques. Il note que le contenu des rêves du SP contient des éléments des expériences passées et récentes de l'individu; que le taux de SP est plus élevé au cours de la période néo-natale lorsque

40 M. Jouvet, Paradoxal sleep: a study of its nature and mechanisms, dans K. Akert, C. Bally et J. P. Schadé (Ed.), Progress in Brain Research, Amsterdam, Elsevier Publishing Company, vol. 18, 1965, p. 52-53.

la plasticité des processus d'apprentissage est à son plus haut niveau; et que le SP s'accompagne d'un rythme θ au niveau du système limbique, rythme qui semblerait lié au stockage de l'information pendant l'éveil⁴¹. Selon Jouvét, si le stockage de l'information implique la synthèse de protéines au niveau des neurones, cette synthèse devrait se faire pendant un stage du sommeil où il y a inhibition de l'activité motrice nécessaire à l'actualisation d'hallucinations au niveau du comportement. Jouvét suggère même que le SP peut être initié par un mécanisme biochimique capable d'évaluer le niveau de stockage fonctionnel de l'information.

Reprenant l'analogie de l'ordinateur, à la suite de Newman et Evans⁴² et de Gaarder⁴³, Dewan⁴⁴ a élaboré un modèle qui attire plus particulièrement l'intérêt des chercheurs. Ce modèle est d'autant plus intéressant qu'il

41 W. R. Adey, L'élaboration et le stockage de l'information dans le système nerveux, dans M. Monnier (Ed.) Actualités Neurophysiologiques, V série, Masson, Paris, 1964.

42 E. A. Newman et C. R. Evans, Human dream processes as analogous to computer programme clearance, Nature, vol. 206, 1965, p. 5-34.

43 K. Gaarder, A conceptual model of sleep, Archives of General Psychiatry, vol. 14, 1966, p. 253-260.

44 E. M. Dewan, The programming (P) hypothesis for REM sleep, dans E. Hartman (Ed.), International Psychiatry Clinics, vol. 7, Sleep and Dreaming, 1970, p. 258-267.

permet d'intégrer bon nombre de phénomènes mis en perspective par les formulations précédentes. Il est le mieux connu sous le nom de l'hypothèse P (programmation).

Dewan part des postulats suivants. D'abord, tous les organismes vivants, et spécialement les formes les plus évoluées, possèdent des systèmes de contrôle rétroactifs qui leur permettent de s'adapter aux changements dans l'environnement. Les structures fonctionnelles de contrôle de l'information doivent opérer de façon économique: les informations les plus directement reliées aux besoins présents de l'animal ont priorité tandis que les informations qui ne sont plus nécessaires sont stockées plus économiquement, au prix de l'accessibilité. Les cerveaux des animaux les plus évolués sont en état de remaniement constant, en ce sens que leurs structures fonctionnelles sont constamment révisées en fonction des situations et besoins présents, d'une façon analogue à la programmation et la reprogrammation d'un ordinateur. Cependant, contrairement à l'ordinateur, le cerveau peut être conçu comme pourvu d'un système lui permettant de se programmer de lui-même et spontanément.

Une telle programmation, de continuer Dewan, devrait se faire au cours du sommeil, alors que l'organisme se dissocie en quelque sorte de son environnement. Dewan propose qu'elle est spécifiquement liée au SP, amenant à l'appui la phylogénèse et l'ontogénèse du SP. Le SP apparaît le plus

clairement chez les mammifères alors qu'il est absent chez les espèces dont les capacités d'adaptation sont les plus limitées. Parallèlement à une décroissance dans la plasticité des processus d'apprentissage, de la naissance à l'âge adulte, il y a également décroissance dans le taux de SP. La profusion du SP au début de l'ontogénèse va également dans le sens de l'hypothèse P puisque la programmation initiale du cerveau devrait se faire à un rythme accéléré.

Selon Dewan, les processus de programmation du SP remplissent les tâches suivantes: programmation initiale du cerveau embryonnaire; établissement de nouveaux conduits fonctionnels à la suite d'un dommage cérébral ou pour remplacer les cellules nerveuses qui meurent avec l'âge; organisation et consolidation des traces mnémoniques selon les priorités et les besoins de l'organisme; filtration et organisation des inputs sensoriels, coordination des activités sensori-motrices; et finalement, régulation des rythmes biologiques.

Une des prédictions les plus intéressantes de l'hypothèse P est que des conditions d'apprentissage intensif ou des conditions qui exigent une réadaptation marquée pendant la veille, devraient produire un accroissement dans le besoin de SP qui se traduirait par une augmentation dans le taux et l'intensité du SP et par une diminution dans la latence d'apparition du SP. Les recherches supportant

l'hypothèse P seront présentées à la prochaine section.

La confirmation expérimentale de l'une des fonctions hypothétiques présentées précédemment n'invaliderait pas nécessairement l'hypothèse P. Hennevin et Leconte⁴⁵ ont soulevé la possibilité qu'il y ait une évolution fonctionnelle du SP au cours de la phylogénèse et même de l'ontogénèse, "genre de spécialisation dans l'adaptation". Chez les animaux moins évolués, le SP pourrait répondre à un besoin de survie, mais chez les espèces plus évoluées, le SP servirait davantage à des fins d'apprentissage. Au début de l'ontogénèse, le SP contribuerait à la fois à la maturation du système nerveux central et à l'élaboration de structures corticales ou programmes alors que chez l'adulte, seule la seconde fonction subsisterait.

Sur un autre plan, on peut concevoir l'hypothèse P comme complétant la formulation d'Ephron et Carrington⁴⁶. Ces derniers ont proposé que le SP avait pour fonction de rétablir le "tonus cortical" propre à un traitement efficace de l'information, non pour le traitement de l'information en soi mais pour compenser la déafférentation survenant au cours du sommeil lent. Selon Dewan, le SP fait plus que

45 E. Hennevin et P. Leconte, La fonction du sommeil paradoxal: faits et hypothèses, Année Psychologique, vol. 2, 1971, p. 489-519.

46 H. S. Ephron et P. Carrington, op. cit.

répondre à des tendances homéostatiques; il répond à un besoin de traitement de l'information. Ce besoin peut à son tour affecter le cycle d'apparition du SP.

Plus récemment, de la Peña⁴⁷ a proposé que le SP a pour fonction de traiter l'information sensorielle. Il est sans doute celui qui a tenté d'intégrer le plus de faits et d'observations enregistrés dans le domaine du sommeil, tout en mettant en perspective les recherches et les théories de la psychologie perceptuelle et cognitive. Sa formulation est d'autant plus intéressante, dans le contexte de la présente étude, qu'elle offre des prédictions qui vont à l'encontre de l'hypothèse P.

L'hypothèse de base de la théorie de la Peña, l'hypothèse SCIP (sensory control for information processing), stipule que le SP est un des processus de contrôle cérébral dont l'émergence est liée au développement phylogénétique et ontogénétique de structures cognitives, propres à assurer un traitement optimal de l'information pendant la veille. Le développement de structures cognitives serait associé au développement d'un système auxiliaire (SP) de traitement endogène de l'information sensorielle, auquel le cerveau reléguerait une part toujours plus importante du traitement de

47 A. de la Peña, The psycho-biological role of the rapid eye movement dream state, thèse de doctorat, Standord University, 1971.

l'information sensorielle de l'état d'éveil pour s'occuper davantage du traitement de l'information cognitive.

Les structures cognitives, construites à partir des expériences de l'organisme, permettraient de structurer l'expérience de sorte que celui-ci puisse traiter davantage d'information (prise dans le sens de "surprise" ou de "réduction de l'incertitude") venant des éléments conceptuels (configuration, qualité, quantité) que des éléments sensoriels (intensité, mouvement, couleur, grandeur) des configurations de stimuli. Le développement de structures cognitives devrait se traduire par un traitement de l'information plus efficace, organisé et orienté vers la réalisation d'objectifs significatifs pour la survie de l'organisme.

L'hypothèse SCIP repose sur les prémisses suivantes. La première prémisses est que le cerveau peut contrôler son propre "input" sensoriel. Il a déjà été démontré que les impulsions cortifuges pouvaient être enregistrées aussi loin périphériquement que la voie optique⁴⁸. La deuxième prémisses est que l'input sensoriel peut exercer une influence importante sur les structures du cerveau qui le contrôlent.

48 D. N. Spinelli et K. H. Pribram, Changes in visual recovery function and unit activity produced by frontal cortex stimulation, Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, vol. 20, 1966, p. 44-49.

Bennett et al.⁴⁹ ont noté un accroissement consistant dans la masse du cerveau de rats placés dans un environnement enrichi, relativement à des animaux d'un environnement appauvri. Une troisième prémisse stipule que le taux d'information que le cerveau peut accepter est limité; ce qui a été démontré chez les humains dans des expériences de perception et de mémoire^{50, 51}. Une quatrième prémisse prend pour acquis que le cerveau a des propriétés ou structures cognitives qui lui permettent de traiter l'information venant des voies sensorielles. Les structures cognitives ne se limitent pas nécessairement aux analyseurs sensoriels; elles peuvent être très abstraites et schématiques.

Empruntant largement au modèle sokolovien de la réaction d'orientation⁵², de la Peña considère l'organisme comme se situant à différents stades de l'habituation à la stimulation. En présence d'un stimulus nouveau et surprenant, l'organisme produit une réaction d'orientation. Avec

49 E. L. Bennett, M. C. Diamond, D. Krech et M. Rosenweig, Chemical and Anatomical plasticity of brain, Science, vol. 146, 1964, p. 610-619.

50 G. A. Miller, The magical number seven, plus or minus two, Psychological Review, vol. 63, 1956, p. 81-97.

51 E. C. Cherry, Some experiments on the recognition of speech, with one and two ears, Journal of the Acoustical Society of America, vol. 25, 1953, p. 975-979.

52 E. H. Sokolov, Neuronal models and the orienting reflex, dans M. A. Brazier (Ed.) The central nervous system and behavior, New York, Josiah Macy Foundation, 1960, p. 187-276.

la présentation répétée du stimulus, le cortex forme un modèle cortical représentant les propriétés du stimulus. Les inputs sensoriels sont comparés au modèle et s'il y a concordance, le cortex diminue le gain sensoriel des inputs en envoyant des impulsions d'inhibition au système réticulaire d'activation. Lorsque les impulsions afférentes et les impulsions venant du modèle cortical ne correspondent plus, le cortex diminue son inhibition sur le système réticulaire ou accroît le gain sensoriel pour capter plus d'information sensorielle et la réaction d'orientation réapparaît.

La réaction d'orientation s'accompagne d'une activation générale de l'organisme⁵³. On remarque, entre autres, une sensibilité accrue au niveau des organes sensoriels: dilatation de la pupille, abaissement des seuils auditif et visuel, etc.; une intensification dans l'activité EEG; des changements neurovégétatifs: accroissement dans la variabilité du rythme cardiaque, de la pression sanguine et du rythme respiratoire; et finalement, une élévation dans le tonus musculaire. Selon de la Peña, la phénoménologie et la physiologie de la réaction d'orientation "phasique" présentent une similarité fondamentale avec certains états "toniques" de conscience altérée (altered states of consciousness) comme au cours d'expériences nouvelles chez l'adulte normal,

53 R. Lynn, Attention, arousal, and the orientation reaction, Oxford, Pergamon Press, 1966.

l'enfance, certains états psychotiques et d'intoxication (drogues psychomimétiques) et aussi le SP. Tous ces états se caractériseraient, selon les études rapportées par de la Peña, par une activation physiologique semblable, un gain sensoriel élevé, un sous-développement ou une inhibition des structures cognitives. Du point de vue phénoménologique, l'individu expérimente de façon accentuée les éléments sensoriels, par opposition aux qualités conceptuelles des stimuli. Ceux-ci n'apparaissent plus comme familiers, ordonnés et prédisables mais plutôt comme nouveaux, imprédisables et impressionnants.

Le développement phylogénétique et ontogénétique de structures cognitives permet à l'organisme de s'habituer plus rapidement aux éléments sensoriels des stimuli et de s'orienter plus tôt vers les éléments conceptuels. Il devrait donc être associé à une diminution dans le traitement sensoriel de l'information. Le cerveau aurait deux avenues de contrôle pour maintenir un certain niveau optimal de traitement de l'information sensorielle au cours du cycle veille-sommeil: d'abord un contrôle "motivationnel" où l'organisme agit sur l'environnement pour augmenter ou diminuer la stimulation sensorielle; et aussi un contrôle "é-motionnel" où l'organisme retrouve son niveau optimal de stimulation en contrôlant ses propres inputs sensoriels, par une élévation ou une baisse dans le gain sensoriel. Le SP

apparaîtrait comme le mode type d'ajustement "é-motionnel" par son activation physiologique intense pairée à une inhibition des réponses motrices. L'hypothèse SCIP postule précisément que le SP a pour fonction de contrebalancer la réduction dans l'influx sensoriel qu'entraîne la formation de structures cognitives, par un traitement endogène de l'information sensorielle. Se basant sur les études qui ont démontré que les bouffées de MOR du SP sont associées temporellement aux bouffées de pointes PGO⁵⁴, à l'accélération du rythme respiratoire⁵⁵ et du rythme cardiaque⁵⁶, et aux réponses électrodermales⁵⁷, de la Peña considère les MOR comme un indice du taux de traitement de l'information sensorielle au cours du SP.

54 F. Michel, M. Jeannerod, J. Mouret, A. Rechtschaffen et M. Jouvet, Sur les mécanismes des pointes au niveau du système visuel au cours de la phase paradoxal du sommeil, Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie, vol. 158, 1964, p. 163-166.

55 L. F. Spreng, L. C. Johnson et A. Lubin, Autonomic correlates of eye movement bursts during stage REM sleep, Psychophysiology, vol. 4, 1968, p. 311-323.

56 F. Snyder, J. A. Hobson, P. F. Morrison et F. Goldfrank, Changes in respiration, heart rate and systolic blood pressure in human sleep, Journal of Applied Physiology vol. 19, 1964, p. 417-422.

57 R. J. Broughton, R. Poire et C. A. Tassinari, The electrodermogram (Tarchanoff effect during sleep), Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, vol. 18, 1965, p. 691-708.

L'hypothèse SCIP permet de prédire et d'expliquer une foule de phénomènes. Sur le plan phylogénétique, les psychophysiologues russes ont établi qu'en général les animaux les moins développés ont un rythme d'habitation plus lent⁵⁸ et devraient donc avoir un taux moins élevé de SP. Il a déjà été mentionné que le taux de SP tend à croître avec le niveau de complexité du système nerveux central, spécialement si le taux de SP est divisé par le pourcentage de la journée occupé par le sommeil total⁵⁹. Les animaux qui ont des modes d'ajustement actifs et agressifs ou des structures cognitives plus complexes, tels les carnivores et les primates, démontrent des pourcentages plus élevés de SP, relativement aux animaux chassés comme le lapin. En accord avec l'hypothèse SCIP, il semblerait y avoir chez les enfants un accroissement avec l'âge dans le nombre de bouffées de MOR et/ou dans la densité des MOR du SP^{60, 61}. Cependant la profusion dans le taux de SP chez les nouveaux-nés et la décroissance de celui-ci avec l'âge restent inexplicées.

58 R. Lynn, op. cit.

59 R. J. Berger, op. cit.

60 E. M. Ornitz, V. Wechter, D. Hartman, P. Tanguay, J. M. Lee, E. Ritvo et R. Walter, The EEG and rapid eye movements during REM sleep in babies, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, vol. 30, 1971, p. 350-353.

61 J. Dittrichova, K. Paul et E. Pavlikova, Rapid eye movements in paradoxical sleep in infants, *Neuropaediatric*, vol. 3, 1972, p. 238-257.

L'hypothèse SCIP peut également rendre compte du rebond dans le SP suivant sa privation; de la diminution dans le taux de SP et la densité des MOR lors de première nuit en laboratoire; de l'observation que des patients soumis à des chocs électroconvulsifs démontrent une diminution marquée dans le taux de SP⁶²; de la différence qualitative entre les rêves associés au SP et les rêves associés au sommeil lent: les premiers étant plus sensoriels, vivaces et colorés; les derniers, plus plausibles et conceptuels.

Bien que l'hypothèse P et l'hypothèse SCIP puissent expliquer en commun plusieurs faits, elles n'en sont pas moins fondamentalement contradictoires. L'hypothèse P soutient que le SP est impliqué directement dans l'élaboration de programmes ou de structures corticales alors que l'hypothèse SCIP soutient que le SP facilite la formation de structures corticales au cours de l'éveil par un traitement endogène de l'information sensorielle. L'étude de l'effet de l'inversion du champ visuel sur le SP devrait permettre de confronter ces deux hypothèses. L'une prédit une augmentation dans le besoin de SP parce qu'il y a plus de structures cognitives qui doivent être établies ou revisées pendant le SP et l'autre, une diminution dans le besoin de SP parce qu'il y a eu un

62 V. Zarcone, G. Gulevich et W. Dement, Sleep and electroconvulsive therapy, Archives of General Psychiatry, vol. 16, 1967, 567-573.

taux plus élevé de traitement de l'information sensorielle pendant l'éveil.

La véracité d'une hypothèse repose sur une confirmation expérimentale a posteriori. La prochaine section sera consacrée à une analyse critique des recherches expérimentales qui ont déjà tenté d'éclaircir la relation entre le SP et le traitement de l'information.

3. Sommeil paradoxal et traitement de l'information:
études expérimentales et corrélationnelles.

Depuis quatre ou cinq ans, un nombre sans cesse croissant de recherches sont entreprises dans le but d'éclaircir la relation entre le SP et le traitement de l'information, tant chez les animaux que chez les humains. Trois approches méthodologiques sont utilisées: la première consiste à manipuler la durée du SP, surtout par différentes techniques de privation de SP, et d'observer l'effet sur l'acquisition et la rétention d'un apprentissage; une deuxième approche considère le SP comme variable dépendante et tente de démontrer un accroissement dans le taux et l'intensité du SP à la suite d'une période d'apprentissage massif ou de changements marqués dans les modes d'ajustement de l'organisme à son milieu; une troisième approche, moins directe, étudie les corrélations entre différents paramètres du SP et certaines

variables associées au traitement de l'information.

A. Sommeil paradoxal considéré comme variable indépendante.

Cette approche consiste surtout à réduire le taux de SP en réveillant le sujet dès l'apparition des critères physiologiques du SP. Elle a été employée surtout pour étudier l'implication du SP dans la consolidation de la mémoire et/ou l'acquisition d'un apprentissage.

Chez l'animal, tenant compte du fait que le SP est caractérisé par une hypotonie musculaire, la technique la plus utilisée consiste à placer des sujets sur des piédestals entourés d'eau (méthode de la piscine) de grandeur telle que l'initiation de la phase paradoxale du sommeil provoque la chute et le réveil de l'animal. Cette technique permet de priver l'animal (le rat) de 80% de son SP de base mais le prive également de 10 à 20% de son sommeil lent⁶³. Cependant, cette méthode manque de spécificité à plusieurs égards. En plus de priver l'animal de SP, elle le soumet à un stress physiologique considérable, perturbe la périodicité normale du sommeil, restreint les mouvements et accroît

63 R. Duncan, P. Henry, V. Karadzic, G. Mitchell, T. Pivick, H. Cohen et W. C. Dement, Manipulation of the sleep-wakefulness cycle in the rat: A longitudinal study, Psychophysiology, vol. 4, 1968, p. 379.

l'excitabilité du cortex^{64, 65}.

Bien que le contrôle de ces effets non-spécifiques laisse toujours à désirer, un bon nombre d'études de privation de SP effectuées chez les animaux impliquent le SP dans l'acquisition et la rétention d'un apprentissage. Stern⁶⁶ utilisant simultanément quatre groupes de contrôle a trouvé que des rats privés de SP démontraient une baisse significative dans le niveau d'acquisition de trois tâches différentes: évitement actif, évitement passif et discrimination motivée par la faim. Ces résultats ne peuvent s'expliquer par un niveau d'activité plus élevé chez les rats privés de SP⁶⁷ puisqu'un tel changement devrait avoir un effet positif sur la tâche d'évitement actif. Une autre étude chez le

64 H. B. Cohen et W. C. Dement, Sleep: Changes in threshold to electroconvulsive shock in rats after deprivation of "paradoxical" phase, Science, vol. 156, 1965, p. 1318-1319.

65 J. Dewson, W. C. Dement, T. Wagener et K. Nobel, Rapid eye movement sleep deprivation: A central-neural change during wakefulness, Science, vol. 156, 1967, p. 403-406.

66 W. C. Stern, Acquisition impairments following rapid eye movement sleep deprivation in rats, Physiology and Behavior, vol. 7, 1971, p. 345-352.

67 L. Albert, G. A. Cigala et J. Siegel, The behavioral effects of REM sleep deprivation in rats, Psychophysiology, vol. 6, 1970, p. 550-560.

rat⁶⁸, en plus de démontrer un déficit dans l'acquisition subséquente d'une tâche d'évitement actif, rapporte que l'administration de la drogue L-dopa élimine l'effet négatif de la privation de SP sur l'acquisition de cette même tâche. Par contre, cette drogue produisait un effet contraire chez des sujets non privés de SP. Il semblerait donc que l'effet de la privation de SP sur l'acquisition d'un nouvel apprentissage soit lié à des changements neurochimiques. Ces recherches supportent l'hypothèse que le SP prépare l'organisme pour l'acquisition de nouveaux apprentissages à l'état d'éveil. Par contre, Joy et Printz⁶⁹, chez le rat, et Brill et Goodman⁷⁰, chez le chat, n'ont pu observer de changement dans l'acquisition d'une tâche d'évitement actif suivant la privation de SP.

Toujours chez les animaux, l'étude des effets de la privation de SP sur la rétention de tâches apprises avant la privation de SP a attiré plus particulièrement l'attention

68 E. Hartman et W. C. Stern, Desynchronized sleep deprivation: Learning deficit and its reversal by increased catecholamines, Physiology and Behavior, vol. 8, 1972, p. 585-587.

69 R. M. Joy et P. N. Printz, The effect of sleep altering environments upon the acquisition and retention of a conditioned avoidance response in the rat, Physiology and Behavior, vol. 4, 1969, p. 809-814.

70 R. W. Brill et I. J. Goodman, Effects of REM sleep deprivation on memory in cats, Psychophysiology, vol. 6, 1969, p. 226.

des chercheurs. Les recherches qui ont employé des tâches d'évitement passif^{71, 72, 73, 74} impliquent tous le SP dans la consolidation de la mémoire. Cependant l'effet de la privation de SP sur la rétention de tâches d'évitement actif ou de tâches motivées par la faim ne présente pas autant de consistance. Alors que certains auteurs^{75, 76, 77, 78, 79, 80}

71 C. Pearlman et R. Greenberg, Effect of REM deprivation on retention of avoidance learning in rats, Compte rendu présenté à l'APSS, Denver, 1968.

72 W. C. Stern, Effects of REM sleep deprivation upon the acquisition and manintenance of learned behavior in the rat, Compte rendu présenté à l'APSS, Boston, 1969.

73 W. Fishbein, Disruptive effects or rapid eye movement sleep deprivation on long-term memory, Physiology and Behavior, vol. 7, 1971, p. 279-282.

74 W. Fishbein, J. L. McGaugh and J. Swarz, Retrograde amnesia: electroconvulsive shock effects after termination of rapid eye movement sleep deprivation, Science, vol. 172, 1971, p. 80-82.

75 P. Leconte et V. Bloch, Déficit de la rétention d'un conditionnement après la privation de sommeil paradoxal chez le rat, Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, vol. 271A, 1970, p. 226-229.

76 W. Fishbein, op. cit.

77 B. E. Wolfowitz and T. L. Holdstock, Paradoxical sleep deprivation and memory in rats, Communications in Behavioral Biology, vol. 6, 1971, p. 281-284.

78 C. A. Pearlman, Latent learning impaired by REM sleep deprivation, Psychonomic Science, vol. 25, 1971, p. 135-136.

79 C. A. Pearlman, Retention of shuttle-box avoidance impaired by REM deprivation, Psychophysiology, vol. 9, 1972, p. 110.

rapportent une détérioration dans la mémoire suivant la privation de SP, d'autres^{81, 82, 83, 84} n'ont pu observer cet effet. Les études animales de privation de SP, prises dans leur ensemble, offrent peu ou pas d'évidence que le SP est impliqué directement dans la consolidation des traces mnésiques. Cependant la consistance dans les résultats des recherches qui ont utilisé une tâche d'évitement passif, c'est-à-dire une tâche qui demande l'intégration de nouvelles informations (choc électrique) à une tendance naturelle à quitter un lieu, pourrait indiquer que le SP est impliqué dans l'intégration de nouvelles informations à des structures déjà bien établies.

Chez les humains, la plupart des recherches qui ont étudié l'effet de la manipulation du taux de SP sur la rétention ne supportent pas l'hypothèse que le SP est impliqué

80 C. A. Pearlman et R. Greenberg, Posttrial REM sleep: a critical period for consolidation of shuttle-box avoidance, Animal Learning Behavior, vol. 1, 1973, p. 19-51.

81 R. M. Joy et P. N. Prinz, op. cit.

82 L. Albert, G. A. Cigala et J. Siegel, op. cit.

83 R. W. Brill et I. J. Goodman, op. cit.

84 T. L. Holdstock et G. Verschoor, Retention of maze learning following paradoxical sleep deprivation in rats, Physiological Psychology, vol. 1, 1973, p. 29-32.

dans la consolidation de la mémoire. Yaroush et al.⁸⁵, considérant le fait que le taux de SP est beaucoup plus élevé au cours de la deuxième moitié de la nuit de sommeil relativement à la première moitié ont comparé la performance sur différents tests de rétention d'"associations pairées" (paired associates) en utilisant trois types d'intervalles de rétention: première moitié de la nuit, deuxième moitié de la nuit et période d'éveil. Ils ont démontré que la performance sur les tests de rétention était significativement plus élevée suivant la première moitié de la nuit que suivant les deux autres intervalles de rétention, ce qui suggère que le sommeil lent facilite la rétention et non le SP, au moins en ce qui a trait au matériel neutre et sans lien logique. Ces résultats ont pu être répliqués en faisant coïncider les trois intervalles de rétention, mentionnés plus haut, au même temps de la journée⁸⁶ ou en contrôlant pour le niveau d'éveil lors de l'apprentissage initial⁸⁷. Les études de

85 R. Yaroush, M. J. Sullivan et B. R. Ekstrand, Effect of sleep on memory, II: Differential effect of first and second half of the night, Journal of Experimental Psychology, vo. 88, 1971, p. 361-366

86 T. R. Barrett et B. R. Ekstrand, Effect of sleep on memory, III: Controlling for time-of-day effects, Journal of Experimental Psychology, vol. 96, 1972, p. 321-327.

87 M. J. Fowler, M. J. Sullivan et B. R. Ekstrand, Sleep and memory, Science, vol. 172, 1973, p. 302-304.

privation élective de SP n'impliquent pas non plus le SP dans la consolidation de la mémoire "pure"^{88, 89}.

Quelques faits sont difficilement conciliables avec la notion que le sommeil lent facilite la rétention. Par exemple, la probabilité d'obtenir un récit onirique décroît de façon précipitée si le sujet est réveillé quelques minutes après la termination d'une phase de SP⁹⁰. Pornoff et al.⁹¹ ont rapporté qu'un mot présenté après un réveil au cours de la nuit avait significativement moins de chances d'être rappelé le matin si le sujet pouvait se rendormir immédiatement après la présentation du mot que s'il était maintenu éveillé pendant cinq minutes par une tâche psychomotrice. De même, Koukkou et Lehmann⁹² ont trouvé que la

88 D. A. Chernik, Effect of REM sleep deprivation on learning and recall by humans, Perceptual and Motor Skills, vol. 34, 1972, p. 283-294.

89 B. R. Ekstrand, M. J. Sullivan, D. F. Parker et N. W. James, Spontaneous recovery and sleep, Journal of Experimental Psychology, vol. 88, 1971, p. 142-144.

90 W. C. Dement et N. Kleitman, The relation of eye movements during sleep to dream activity: An objective method for the study of dreaming, Journal of Experimental Psychology, vol. 53, 1957, p. 339-346.

91 G. Pornoff, F. Baekeland, D. R. Goodenough, J. Karacan et A. Shapiro, Retention of verbal materials perceived immediately prior to onset of NON-REM sleep, Perceptual and Motor Skills, vol. 22, 1966, p. 751-758.

92 M. Koukkou et D. Lehmann, EEG and memory storage in sleep experiments with humans, Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, vol. 25, 1968, p. 455-462.

rétention de courtes phrases présentées pendant le sommeil lent était positivement corrélée avec la durée de l'activation EEG qui suivait la présentation des phrases. Ces observations suggèrent qu'un certain seuil de consolidation doit être atteint pour que les traces mnémoniques ne soient pas effacées pendant le sommeil lent. Une fois ce seuil atteint, le sommeil lent pourrait faciliter la persévération des traces mnémoniques en réduisant l'inhibition rétroactive.

Les études de privation élective de SP suggèrent que celui-ci n'est pas impliqué dans une simple consolidation de la mémoire. Quelques unes cependant, supportent l'hypothèse que le SP joue un rôle dans le traitement de l'information. Employant un paradigme de tâches interrompues, Grieser, Greenberg et Harrison⁹³ ont trouvé que des sujets privés de SP se rappelaient significativement moins d'items échoués que les sujets du groupe contrôle qui étaient réveillés un nombre équivalent de fois pendant le sommeil lent. Par contre, les deux groupes ne se différenciaient pas sur la rétention d'items complétés. Ces résultats vont dans le sens de l'hypothèse P si l'on considère que les processus de traitement de l'information associés au SP devraient accorder priorité aux items non-complétés tout en éliminant

93 C. Grieser, R. Greenberg et R. H. Harrison, The adaptive function of sleep and dreaming on recall, Journal of Abnormal Psychology, vol. 80, 1972, p. 280-286.

de la mémoire les items complétés et devenus désuets. Une autre étude⁹⁴ rapporte que des sujets privés de SP se rappelaient significativement moins d'éléments de phrases grammaticalement correctes mais dépourvues de sens et d'un texte en prose contenant plusieurs anomalies, comparativement à des sujets éveillés pendant le sommeil lent. Le groupe privé de SP produisait davantage de distortions ($p < .05$) lors du rappel du passage en prose. Ces résultats tendent à démontrer que le SP aide à la rétention des informations lorsque celles-ci peuvent être restructurées.

Bien qu'il soit trop tôt pour tirer des conclusions générales, les études qui ont utilisé le SP comme variable indépendante, aussi bien chez les animaux que chez les humains, suggèrent que le SP n'est pas lié directement à la consolidation des traces mnémomiques de la veille mais plutôt à leur organisation et à leur intégration dans le cadre des structures fonctionnelles et des besoins de l'organisme.

B. Sommeil paradoxal considéré comme variable dépendante.

Chez l'animal, les recherches qui ont étudié l'effet d'une période d'apprentissage sur le SP consécutif sont

94 J. A. C. Empson et P. R. F. Clarke, Rapid eye movements and remembering, Nature, vo., 227, 1970, p. 287-288.

relativement peu nombreuses mais supportent tous l'hypothèse que le SP a pour fonction d'organiser et de structurer les informations reçues durant l'éveil.

Lucero⁹⁵ a observé que des rats soumis à l'apprentissage d'un labyrinthe pour une période de 90 à 120 minutes, avec de la nourriture comme renforcement, avaient un taux de SP significativement plus élevé ($p < .001$) qu'un groupe contrôle de sujets également privés de nourriture et exposés au labyrinthe mais sans situation d'apprentissage. Leconte et Hennevin⁹⁶ ont également démontré qu'un conditionnement d'évitement alterné, dans une cage à deux compartiments, entraînait une augmentation significative ($p < .05$) dans le taux de SP sans qu'il y ait de changement dans la durée du sommeil lent. Encouragés par ces résultats, Hennevin, Leconte et Blok⁹⁷ ont entrepris d'étudier la relation entre le niveau d'acquisition du même conditionnement et le taux de SP consécutif. Des rats furent soumis à une session

95 M. A. Lucero, Lengthening of REM sleep duration consecutive to learning in the rat, Brain Research, vol. 20, 1970, p. 319-322.

96 P. Leconte et E. Hennevin, Augmentation de la durée de sommeil paradoxal consécutive à un apprentissage chez le rat, Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris, vol. 273 D, 1971, p. 86-88.

97 P. Leconte, E. Hennevin et V. Block, Analyse des effets d'un apprentissage et de son niveau d'acquisition sur le sommeil paradoxal consécutif, Brain Research, vol. 49, 1973, p. 367-379.

quotidienne de conditionnement de quinze minutes (apprentissage distribué) jusqu'à l'atteinte du plateau de la courbe d'apprentissage. Alors que le taux de SP demeurait sensiblement le même chez les rats du groupe contrôle (mêmes stimulations mais non pairées selon les lois du conditionnement) le taux de SP, chez le groupe expérimental, augmentait progressivement les trois premiers jours proportionnellement au taux d'acquisition du conditionnement, passant de 11.59%, à l'enregistrement pré-expérimental, à 18.76% le troisième jour ($p < .001$). Le pourcentage de SP redevint normal à l'atteinte du plateau de la courbe d'apprentissage. Ces résultats tendent à démontrer que le SP n'est pas lié au processus de consolidation d'une trace mnésique élaborée mais à l'élaboration même de cette trace ou au traitement de l'information à mémoriser. De plus, l'augmentation dans la durée du SP était liée à un accroissement dans le nombre de phases ($p < .01$) et non à une augmentation dans la durée moyenne de ces phases et se manifestait presque exclusivement au niveau de la première demi-heure de sommeil. Avec l'introduction d'un délai de deux heures entre la session de conditionnement et l'endormissement, il n'y avait pas de changement dans le taux de SP et l'apprentissage était sévèrement perturbé⁹⁸. Au moins chez le rat, l'effet d'une

98 P. Leconte et E. Hennevin, Sommeil paradoxal et mémorisation: effet du délai d'endormissement chez le rat, Journal de Physiologie, vol. 65, 1972, p. 255A-256A.

période d'apprentissage sur le SP consécutif aurait un caractère "immédiat et bref".

Chez l'homme, Castaldo⁹⁹ a rapporté qu'un groupe de débiles mentaux soumis pendant dix-huit mois à un programme spécial d'apprentissage démontraient une élévation significative ($p < .01$) dans le taux de SP, comparativement à un groupe de sujets non soumis au programme. Castaldo et Krinicky¹⁰⁰ ont également trouvé que l'apprentissage d'associations paires et de syllabes sans signification entraînait une augmentation significative dans le taux de SP lorsque les sujets étaient informés qu'ils seraient payés le lendemain selon leur habileté à se rappeler le matériel présenté. Malheureusement ces deux dernières recherches présentent peu de contrôle des variables non-spécifiques associées au traitement expérimental.

Quelques recherches ont tenté de valider l'hypothèse que le SP joue un rôle dans le traitement de l'information en étudiant l'effet de la distortion du champ visuel sur le SP consécutif. Un tel traitement occasionne chez le sujet une foule de nouveaux apprentissage visuo-moteurs ou de ré-organisations perceptuels. Au début le sujet doit

99 V. Castaldo, Effects of a training program on the REM sleep of mentally retarded, Psychophysiology, vol. 10, 1973, p. 204.

100 V. Castaldo et V. Krinicky, REM sleep in the learning process, Psychophysiology, vol. 10, 1973, p. 204.

réapprendre à exécuter les tâches les plus élémentaires comme la préhension d'un objet, les mouvements dans l'espace. Le monde apparaît étrange de plusieurs façons. Le champ visuel, jusque là stationnaire, se déplace vivement à chaque mouvement de la tête. Plusieurs études^{101, 102, 103, 104, 105} ont démontré que les sujets s'adaptent éventuellement à l'inversion de l'image rétinienne et qu'après quelques semaines, le monde réapparaît à l'endroit. Köhler¹⁰⁶ rapporte qu'après l'adaptation au renversement du champ visuel et l'enlèvement des lunettes prismatiques, celui-ci réapparaît comme s'il était renversé. Un tel effet démontre clairement que des changements se sont produits au niveau des systèmes perceptifs.

101 G. M. Stratton, Vision without inversion of the retinal image, Psychological Review, vol. 4, 1897, p. 341-360.

102 P. H. Ewert, A study of the effect of inverted retinal stimulation upon spatially coordinated behavior, Genetic Psychology Monographs, vol. 7, 1930, p. 177-363.

103 J. Peterson et J. K. Peterson, Does practice with inverting lenses make vision normal?, Psychological Monographs, vol. 50, 1938, p. 12-37.

104 F. W. Snyder et N. H. Pronko, Vision with spatial inversion, Wichita, Kansas, McCormick-Armstrong, 1952.

105 I. Köhler, The formation and transformation of the perceptual world, Psychological Issues, vol. 3, 1964, p. 1-173.

106 Idem, ibidem, p. 155

Les mécanismes responsables de ces changements demeurent obscurs. Köhler¹⁰⁷ croit que l'adaptation se produit grâce à des changements au niveau de la perception visuelle. Smith et Smith¹⁰⁸ soutiennent, pour leur part, qu'elle consiste surtout dans l'apprentissage de réponses motrices spécifiques. Held et Freedman¹⁰⁹ ont proposé que l'adaptation au réarrangement visuel représente "un changement dans l'état du système de contrôle sensori-moteur" basé sur "l'accumulation de nouvelles informations corrélées" dérivées de la "relation une à une entre le mouvement et la rétroaction sensorielle". Finalement, Harris¹¹⁰ trouve la plupart des recherches consistantes avec la notion que l'adaptation s'opère par des changements au niveau de la proprioception de telle sorte que les informations proprioceptives en viennent à correspondre aux informations visuelles. Il suffit de retenir que la distortion visuelle apparaît comme un traitement expérimental qui exige une revision assez radicale des structures fonctionnelles reliées aux systèmes visuels, proprioceptifs et moteurs.

107 Idem, ibidem.

108 K. V. Smith et W. K. Smith, Perception and motion, Philadelphia, Saunders, 1962.

109 R. Held et S. J. Freedman, Plasticity in human sensorimotor control, Science, vol. 142, 1963, p. 455-462.

110 C. S. Harris, Perceptual adaptation to inverted, reversed and displaced vision, Psychological Review, vol. 72, 1965, p. 419-444.

Dans une première étude, Zimmerman, Stoyva et Metcalf¹¹¹ ont pu observer que des sujets soumis à l'inversion complète (plan vertical) de leur champ visuel par le port de verres prismatiques démontraient un accroissement moyen de 27% dans le taux de SP des nuits consécutives, par rapport à des nuits référentielles pré- et post-expérimentales. Cet accroissement variait entre 6 et 59% chez les quatorze sujets étudiés. Chez treize d'entre eux, il y avait également une diminution dans la latence d'apparition de la première phase de SP. Quatre sujets soumis au renversement (plan horizontal) de leur champ visuel n'ont cependant pas démontré d'augmentation dans la durée moyenne du SP (diminution moyenne de 7%). Faisant suite à cette recherche, Zimmerman et Stoyva¹¹² ont vérifié si l'augmentation dans le taux de SP pouvait varier selon que le sujet était actif ou passif lorsqu'il portait les lunettes prismatiques. L'effet de la réadaptation à la vision normale sur le SP fut également étudié. Contrairement à leurs attentes, les auteurs n'ont pu observer de différence dans le taux de SP entre une condition où le sujet devait s'engager dans plusieurs activités visuo-motrices et une condition où le sujet

111 J. Zimmerman, J. Stoyva et D. Metcalf, Distorted visual feedback and augmented REM sleep, Psychophysiology, vol. 7, 1970, p. 298.

112 J. Zimmerman et J. Stoyva, Distorted vision and REM sleep: a re-adaptation effect, Compte rendu présenté à l'APSS, Bruges, Belgique, 1971.

s'engageait dans un nombre minimal d'activités visuo-motrices. Par contre le taux moyen de SP était plus élevé ($p < .01$) au cours des nuits suivant la réadaptation à la vision normale, comparativement aux nuits référentielles. Il y avait aussi un accroissement moyen de 32.0% dans la durée du SP, des nuits référentielles aux nuits suivant le port des prismes ($p < .01$).

Les études de Zimmerman et de ses collaborateurs suggèrent fortement que le SP joue un rôle actif dans les processus d'adaptation à l'inversion de l'image rétinienne et peut-être, par extension, dans les processus de traitement de l'information en général. Cependant elles présentent également quelques faiblesses d'ordre méthodologique. D'abord les sujets passaient les journées précédant les nuits référentielles en dehors du laboratoire et s'engageaient, de toute évidence, dans des activités fort différentes de celles des journées expérimentales supervisées en laboratoire. De plus, ils n'étaient pas soumis à la même restriction du champ visuel d'une condition à l'autre. Si, comme le propose Berger¹¹³, le SP a pour fonction de maintenir la facilitation de la coordination binoculaire, de même qu'un équilibre homéostatique dans le taux de mouvements oculaires tout au cours du cycle veille-sommeil, les résultats

113 R. J. Berger, 1969, op. cit.

observés pourraient s'expliquer aussi bien par la réduction dans l'intensité et la fréquence des mouvements oculaires, réduction occasionnée par la restriction du champ visuel qui accompagne le port des lunettes expérimentales.

Allen et al.¹¹⁴ ont repris l'étude de l'effet de la distortion visuelle en contrôlant pour la restriction du champ visuel, le poids des lunettes prismatiques et possiblement pour les activités de la journée. Le sommeil de trois sujets fut enregistré pendant vingt nuits consécutives, c'est-à-dire: deux nuits d'adaptation au laboratoire, six nuits référentielles pré-expérimentales, six nuits expérimentales et six nuits référentielles post-expérimentales. Pendant les journées expérimentales, les sujets devaient porter des lunettes qui invertissaient (plan vertical) et renversaient (plan horizontal) le champ visuel. Dans la condition de contrôle pré-expérimental, ils portaient les mêmes lunettes à l'exception des prismes qui étaient remplacés par de la vitre ordinaire de même poids. Ils ne portaient pas de lunettes pendant les six dernières journées. Les auteurs n'ont pu observer de changement à travers les conditions, ni dans le taux de SP, ni dans la densité des MOR du SP, ni dans la latence d'apparition du SP.

114 S. R. Allen, J. Oswald, S. Lewis et J. Taguey, The effects of distorted visual input on sleep, Psychophysiology, vol. 9. 1972, p. 478-504.

Ces résultats remettent sérieusement en question les effets observés par Zimmerman, de même que l'ensemble des recherches qui ont observé une augmentation dans la durée du SP à la suite d'une période d'apprentissage, tant chez l'animal que chez l'homme. Cependant, certains faits pourraient expliquer les résultats négatifs de cette étude. D'abord, il semble bien que le port des prismes ait occasionné un malaise physiologique général chez les trois sujets observés. Les auteurs rapportent que ceux-ci étaient tendus la première journée expérimentale, vomissaient quelques heures après la mise en place des prismes et avaient la nausée tout au cours de cette première journée. Ce stress physiologique se serait maintenu tout au long de la condition expérimentale, si l'on en juge par l'accroissement moyen de 46.42% dans le nombre de retours au stage 1 et à l'éveil au cours des trois premières heures du sommeil, des nuits référentielles pré- et post-expérimentales aux nuits expérimentales. Une telle agitation au cours des nuits expérimentales pourrait être similaire à celle de la première nuit en laboratoire où l'on observe typiquement une diminution considérable dans le taux de SP. Une première mesure pour diminuer ce niveau de stress serait de limiter le réarrangement visuel au plan vertical. Il est possible également que les sujets de cette expérience, qui démontraient un taux référentiel moyen de SP dépassant 25%, n'avaient pas réellement besoin d'une augmentation dans

la durée du SP pour faire face à l'accroissement dans le volume des informations à traiter.

C. Etudes corrélationnelles.

Quelques études corrélationnelles effectuées surtout en milieux cliniques apportent un appui complémentaire non négligeable à l'hypothèse d'une relation entre le SP et les processus de traitement de l'information. Chez les débiles mentaux adultes, on a remarqué que le taux de SP est beaucoup plus bas que dans la population générale¹¹⁵. Feinberg¹¹⁶ a observé que, chez ceux-ci, l'intelligence mesurée par un test psychométrique était significativement corrélée avec la quantité de SP mais surtout avec la densité des MOR du SP. Chez des patients atteints d'aphasie, Greenberg et Dewan¹¹⁷ ont observé que le pourcentage de SP était nettement plus élevé ($p < .005$) chez les sujets dont l'état s'améliorait rapidement, ce qui confirme l'hypothèse selon laquelle

115 O. Petre-Quadrens et M. Juvet, Paradoxical phase of sleep in the mentally retarded, Journal of Neurological Science, vol. 3, 1966, p. 608-612.

116 I. Feinberg, Eye movement actively during sleep and intellectual function in mental retardation, Science, vol. 159, 1968, p. 1256.

117 R. Greenberg et E. Dewan, Aphasia and rapid eye movement sleep, Nature, vol. 223, 1969, p. 183-184.

le retour des fonctions, à la suite d'un dommage cérébral, nécessite un processus de programmation associé au SP. Une autre étude¹¹⁸ rapporte que des patients souffrant du syndrome de Korsakoff démontrent des anomalies au niveau du SP qui pourraient bien être liées à l'incapacité, chez ces patients, d'intégrer et de se rappeler les faits récents.

Chez de jeunes adultes normaux, de la Peña, Zarcone et Dement¹¹⁹ ont trouvé des corrélations positives et significatives entre des mesures de l'intensité des MOR du SP (fréquence et amplitude) et des mesures de déploiement des MOR de l'éveil (fréquence des fixations oculaires, longueur des parcours oculaires, etc.), mesures qui varient en fonction de l'expérience avec l'environnement¹²⁰. Les auteurs interprètent les corrélations observées comme supportant spécifiquement l'hypothèse SCIP: les individus qui possèdent des structures cognitives mieux développées et organisées pourraient modeler ou structurer l'information reçue à

118 R. Greenberg, C. Pearlman, R. Brooks, R. Mayer et E. Hartmann, Dreaming and Korsakoff's psychosis, Archives of General Psychiatry, vol. 18, 1968, p. 203-209.

119 A. de la Pena, V. Zarcone et W. C. Dement, Correlation between measures of the rapid eye movements of wakefulness and sleep, Psychophysiology, vol. 10, 1973, p. 488-500.

120 N. H. Mackworth et J. S. Bruner, How adults and children search and recognize pictures, Human Development, vol. 13, 1970, p. 149-177.

un rythme plus rapide et le SP compenserait pour cette "déprivation sensorielle relative" comme l'indiqueraient les mesures d'intensité des MOR du SP.

4. Résumé et formulation des hypothèses.

Les études antérieures qui ont tenté de démontrer des changements dans les paramètres physiologiques du SP, à la suite d'un réarrangement artificiel du champ visuel, rapportent des résultats conflictuels de sorte qu'il devient prématuré de conclure que le SP joue un rôle dans le traitement de l'information. La présente recherche a été entreprise dans le but de réévaluer l'effet de l'inversion du champ visuel sur le SP, dans le cadre d'un schème expérimental plus rigoureux. Des mesures ont été prises pour contrôler les effets sur le sommeil de l'adaptation aux conditions du laboratoire, et de la restriction du champ visuel occasionnée par le port des lunettes expérimentales. Les activités de la journée, comparables d'une condition à l'autre, ont été sélectionnées et supervisées de façon à minimiser le stress physiologique et psychologique que pourrait causer le traitement expérimental.

Un ensemble de faits suggèrent que l'inversion du champ visuel devrait produire des changements au niveau des paramètres physiologiques du SP consécutif. Tout d'abord

un tel traitement apparaît comme un des plus susceptibles à provoquer une réorganisation des structures fonctionnelles ou des modes d'ajustement de l'organisme à son milieu. D'autre part, l'hypothèse d'une relation entre le SP et le traitement de l'information repose sur les caractéristiques mêmes du SP: tracé EEG activé, activation quasi-générale des systèmes neuro-végétatifs, apparition d'un rythme θ spécifique au niveau du système limbique. L'isolement de l'organisme des stimulations de l'environnement conduit à faire l'hypothèse que le SP traite des informations introduites au cours de l'éveil.

Dans cette perspective, plusieurs recherches ont étudié les effets de la privation élective de cette phase du sommeil sur l'apprentissage. Celles-ci se sont avérées des plus contradictoires, probablement à cause des effets non-spécifiques et difficilement contrôlables de la privation de SP et des différences dans le type de matériel à apprendre. Il semble cependant de plus en plus évident que le SP n'est pas lié directement à la consolidation de la mémoire mais plutôt au traitement des informations à mémoriser. Les quelques recherches qui ont observé les effets d'une période d'apprentissage sur le SP consécutif impliquent généralement le SP dans le traitement des informations reçues la veille.

L'étude des effets de l'inversion de la vision sur le SP consécutif devrait permettre de confronter deux positions théoriques sur la relation entre le SP et le traitement de l'information. Dewan a proposé que le SP sert à établir de nouvelles structures cognitives pour un traitement plus efficace de l'information au cours de l'éveil. Plus récemment, de la Peña a mis de l'avant l'idée que le rôle du SP consiste à contrebalancer, par un traitement endogène de l'information sensorielle, la "privation sensorielle relative" qui se produit lorsque l'organisme a développé des structures cognitives qui lui permettent de traiter d'une façon plus expéditive et efficace les informations sensorielles de l'éveil. Selon la première position (hypothèse P), l'inversion du champ visuel, condition qui exige une réorganisation assez radicale des structures corticales, devrait produire un accroissement dans l'intensité du SP (indexée par des mesures de densité des MOR) et la durée du SP et une diminution dans la latence d'apparition du SP. Selon la seconde formulation (hypothèse SCIP), le même traitement devrait au contraire réduire le besoin de SP et produire des changements en direction inverse, c'est-à-dire une décroissance dans la densité des MOR et le taux de SP et une prolongation dans la latence d'apparition du SP.

La présente recherche analysera séparément les MOR verticaux et les MOR horizontaux du SP. Puisque les sujets

ont été soumis au réarrangement visuel uniquement sur le plan vertical, il est prédit que les changements dans la densité des MOR verticaux du SP seront plus prononcés et dans la même direction que les changements dans la densité des MOR horizontaux.

Dans la ligne de l'hypothèse que le SP est impliqué dans le traitement de l'information, les hypothèses majeures que cette recherche se propose de vérifier deviennent les suivantes:

1. Il n'y a pas de différence significative dans la durée du SP entre les nuits suivant l'inversion du champ visuel et les nuits référentielles pré-expérimentales.
2. Il n'y a pas de différence significative dans la latence d'apparition du SP entre les nuits suivant l'inversion du champ visuel et les nuits référentielles pré-expérimentales.
3. Il n'y a pas de différence significative dans la densité des MOR horizontaux du SP entre les nuits suivant l'inversion du champ visuel et les nuits référentielles pré-expérimentales.
4. Il n'y a pas de différence significative dans la densité des MOR verticaux du SP entre les nuits suivant l'inversion du champ visuel et les nuits référentielles pré-expérimentales.
5. Il n'y a pas de différence significative dans la densité proportionnelle des MOR verticaux (densité des MOR verticaux rapportée sur la densité des MOR horizontaux) du SP entre les nuits suivant l'inversion du champ visuel et les nuits référentielles pré-expérimentales.

Si le besoin de sommeil lent demeure le même d'une condition à l'autre et s'il y a des changements significatifs dans la latence d'apparition du SP et le pourcentage

de SP, il devrait y avoir des changements qui vont dans la même direction au niveau de la durée du sommeil et de la latence d'apparition du sommeil. Les hypothèses secondaires suivantes seront donc également vérifiées:

6. Il n'y a pas de différence significative dans la durée totale du sommeil entre les nuits suivant l'inversion du champ visuel et les nuits référentielles pré-expérimentales.
7. Il n'y a pas de différence significative dans la latence d'apparition du sommeil entre les nuits suivant l'inversion du champ visuel et les nuits référentielles pré-expérimentales.

CHAPITRE II

SCHEME EXPERIMENTAL

Ce chapitre contient un exposé de l'expérimentation conduite en vue de vérifier les hypothèses énoncées au chapitre précédent. Il sera successivement question de la sélection et des caractéristiques des sujets, de la procédure suivie, des tests utilisés pour évaluer le rythme d'adaptation des sujets à l'inversion du champ visuel, de l'enregistrement du sommeil, de la compilation des données, de même que l'approche statistique utilisée lors de l'analyse des résultats.

1. Sujets.

Quatre étudiants de sexe masculin ont participé à cette expérience au cours de la saison estivale. Ils répondaient tous aux critères suivants:

- bonne santé physique,
- sans trouble majeur de personnalité,
- sans trouble de sommeil,
- ne portant pas de verres correcteurs,
- et ne prenant pas de drogue ou de médicament.

Les candidats furent recrutés par l'intermédiaire d'une annonce postée sur les tableaux d'affiches de l'Université d'Ottawa¹. Cinquante étudiants répondirent à l'appel.

1 L'annonce en question apparaît à l'appendice 1.

Trente d'entre eux furent invités à rencontrer l'expérimenteur. Vingt-trois se présentèrent. Le test MMPI et un questionnaire d'information générale et d'information sur les habitudes du sommeil leur furent administrés ². Une entrevue a complété l'examen. Douze sujets se qualifièrent pour l'expérience et furent informés qu'ils seraient invités, au besoin, à participer à l'expérience au cours de l'été. Finalement, la participation d'un sujet à l'expérience était largement déterminée par sa disponibilité lors de l'invitation.

L'âge des quatre sujets qui ont participé à l'expérience variait entre 19 et 24 ans. Trois d'entre d'eux étaient inscrits à l'Université d'Ottawa. Les sujets étaient payés une fois l'expérience complétée seulement. Tous les sujets ont complété l'expérience.

2. Procédure.

Pour chacun des sujets, l'expérimentation s'est poursuivie sur une période de seize jours. Chaque sujet a passé six nuits référentielles au laboratoire, suivies d'un intervalle de repos de trois jours, puis six nuits expérimentales. Chaque série de nuits en laboratoire comprenait deux

2. Le questionnaire apparaît à l'appendice 1.

nuits d'adaptation aux conditions du laboratoire, deux nuits de sommeil sans interruption expérimentale et deux nuits de collection de rêves. Les troisième et quatrième nuits de chaque condition (3e, 4e, 12e et 13e nuit du tableau 1) ont servi à comparer le sommeil suivant la vision invertie au sommeil suivant la vision normale. Les cinquième et sixième nuits de chaque condition permettront d'explorer l'effet de l'inversion du champ visuel sur l'activité mentale associée au SP. Finalement, la treizième et dernière nuit passée au laboratoire permettra d'étudier l'effet de la réadaptation à la vision normale sur l'activité mentale associée au SP. Les sujets ont passé les septième, huitième et neuvième jours chez eux pour qu'ils puissent retrouver leur cycle normal de sommeil qui avait été perturbé par les réveils expérimentaux des cinquième et sixième nuits de la condition contrôle.

Les sujets passaient les journées précédant les quatre dernières nuits de chaque condition à l'intérieur de l'édifice de la Faculté de psychologie. Ils étaient soumis à l'inversion complète de leur champ visuel du lever au coucher pendant les journées de la condition expérimentale. L'inversion de la vision était effectuée à l'aide de prismes à angle droit de 58 X 38 X 38 millimètres fixés sur une monture de lunettes en matière plastique opaque. Lorsque le sujet portait ces lunettes, il ne pouvait avoir l'expérience de la vision normale et son angle de vision était

Tableau I.

Séquence des nuits passées au laboratoire.

Nuits référentielles Vision normale	Nuits expérimentales Vision invertie
1ère nuit: adaptation	10e nuit: adaptation
2e nuit: adaptation	11e nuit: adaptation
3e nuit: sommeil sans interruption expérimentale	12e nuit: sommeil sans interruption expérimentale
4e nuit: sommeil sans interruption expérimentale	13e nuit: sommeil sans interruption expérimentale
5e nuit: collection des rêves	14e nuit: collection des rêves
6e nuit: collection des rêves	15e nuit: collection des rêves
16e nuit: collection des rêves - réadaptation à la vision normale	

réduit à 27° , sur le plan vertical, et à 38° , sur le plan horizontal. Les lunettes pesaient 10 onces, monture et prismes compris. On demandait aux sujets de fermer les yeux lorsqu'ils devaient enlever ces lunettes (par exemple, pour se laver) de sorte qu'ils n'aient pas l'expérience de la vision normale du début à la fin de la condition expérimentale.

Les activités journalières étaient constamment supervisées par un adjoint de l'expérimentateur de 10 heures à 20 heures et par l'expérimentateur lui-même le reste de la journée. Ces activités étaient standardisées à travers les conditions et se déroulaient selon un horaire préétabli. Les sujets s'engageaient dans des activités aussi variées que la marche et la préparation des repas; les jeux de cartes, d'échecs, de dames et autres jeux du même genre; les jeux de darts, de fers, d'anneaux et de crokignole; la lecture, le dessin et la visite quotidienne à la bibliothèque. De plus, ils passaient une heure et demie par jour à suivre des émissions de télévision à l'heure du souper.

Au cours des journées correspondantes de la condition contrôle (3e, 4e, 5e et 6e journée), ils portaient des lunettes identiques en tout point aux lunettes expérimentales, à l'exception des prismes qui étaient remplacés par de la vitre ordinaire de même poids. La restriction du champ visuel demeurait la même que dans la condition expérimentale.

3. Rythme d'adaptation à l'inversion du champ visuel.

Le matin des journées expérimentales, deux tests de coordination visuo-motrice ont été administrés:

- test d'écriture. Le sujet devait reproduire en lettres moulées une liste de 30 mots de 8 lettres chacun. Les lettres devaient être inversées de sorte qu'elles paraissent à l'endroit à travers les prismes. Le score était défini comme le nombre de mots écrits correctement en 5 minutes. Quatre listes équivalentes avaient été préparées de sorte qu'il n'y ait pas de répétition dans les mots d'une journée à l'autre.

- trriage de cartes. Ce test consistait à trier des cartes numérotées de 1 à 15 et soigneusement mélangées. Chaque carte devait être placée dans la case de même numéro d'un casier comprenant trois rangées de cinq cases. Les numéros des cases étaient échangés d'une journée à l'autre pour minimiser les mouvements machinaux. Le score était défini comme le nombre de cartes correctement placées en 5 minutes.

4. Enregistrement du sommeil.

L'activité EEG, le tonus musculaire (EMG) et les mouvements oculaires (EOG) ont été enregistrés suivant les

recommandations d'un manuel de standardisation³. L'enregistrement des mouvements oculaires verticaux a été dérivé d'électrodes infra- et supra-orbitale et a occupé deux canaux séparés sur l'oscillographe. Les potentiels phasiques intégrés (PlPS), tels que définis et mesurés par Rechtschaffen et al.⁴, l'activité électrodermale et le rythme cardiaque ont également été enregistrés pour des analyses ultérieures.

L'EEG, l'EOG et l'EMG ont été enregistrés par un électroencéphalographe à treize canaux de marque Nihon-Kohden ME-135. La vitesse du papier était maintenue à 15 mm. à la seconde. La résistance des électrodes ne devait pas dépasser 5,000 ohms au début de l'enregistrement. A cette fin, la peau était nettoyée avec de l'acétone et une pâte à électrode de marque Beckman Ofner était appliquée. L'activité EEG était captée par des électrodes à disque-soucoupe d'or pur de marque Grass E5GH, qui étaient fixées sur le cuir chevelu en appliquant du collodion. Des électrodes à disque plat et d'argent pur, de marque Grass E45, ont été utilisées pour l'enregistrement de l'activité EOG et EMG.

3 A. Rechtschaffen et A. Kales (Ed.) A Manual of standardized Terminology and Scoring System for Sleep Stages of Human Subjects, Washington, D. C. Government Printing Office, no. de publ. 204, 1968.

4 A. Rechtschaffen, S. Molinari, R. Watson et M. Wincor, Extraocular potentials: a possible indicator of PGO activity in the human, Compte rendu présenté à l'APSS, Santa Fe, New Mexico, 1970.

L'enregistrement du sommeil débutait à 23 heures ou à minuit, selon l'heure à laquelle le sujet se couchait habituellement, pour se poursuivre pendant la durée totale du sommeil de nuit. Pour chaque sujet, l'heure du coucher fut maintenue constante à travers l'expérience. Lors des nuits de sommeil ininterrompu, le sommeil était enregistré jusqu'à ce que le sujet se réveille spontanément. Un réveil spontané était scoré lorsque le sujet passait plus de 5 minutes consécutives à l'état d'éveil. Les nuits d'adaptation, les sujets étaient réveillés 9 heures après le coucher. L'heure du coucher était définie comme l'heure à laquelle les lumières de la chambre du sujet étaient éteintes.

La température de la chambre du sujet était maintenue entre 68° et 72° F. Le bruit ambiant était de 44 décibels.

5. Compilation des données et analyse statistique.

La présente étude comparera les deux nuits de sommeil ininterrompu suivant le port des prismes aux deux nuits de sommeil ininterrompu suivant la vision normale. Ces nuits seront identifiées par la suite comme les nuits expérimentales et référentielles respectivement. Les stades du sommeil ont été scorés en époque de 20 secondes en accord

avec les critères du manuel de standardisation⁵. Puisque chez tous les sujets la durée totale du sommeil n'était jamais inférieure à 8 heures, les 8 premières heures du sommeil ont été retenues pour les fins d'analyse. Le temps passé dans les différents stages du sommeil a été rapporté sur huit heures pour donner des mesures exprimées sous forme de pourcentage. Les autres mesures du sommeil ont été scorées comme suit:

- latence du sommeil, définie comme l'intervalle de temps entre le coucher et l'apparition initiale du stage 1.

- durée totale du sommeil, définie comme l'intervalle de temps entre l'apparition initiale du stage 1 et la première période d'éveil de plus de cinq minutes intervenant au delà des 6 premières heures de sommeil.

- latence du SP, définie comme l'intervalle entre l'apparition initiale du stage 1 et l'apparition de la première période de SP.

- densité des MOR horizontaux, définie comme le nombre de mini-époques de deux secondes du SP comprenant au moins un MOR horizontal, divisé par le nombre total de mini-époques occupées par le SP des 8 premières heures du sommeil. La densité des MOR verticaux était calculée de la même façon. Pour être compté, un MOR devait produire des

5 A. Rechtschaffen et A. Kales (Ed.), op. cit.

déflexions conjuguées d'au moins 50 microvolts ou de 8 millimètres sur les deux canaux d'enregistrement.

- densité proportionnelle des MOR verticaux, définie comme le nombre total de mini-époques contenant au moins un MOR vertical, divisé par le nombre total de mini-époques contenant au moins un MOR horizontal. La densité proportionnelle des MOR verticaux peut également être définie comme la densité des MOR verticaux rapportée sur la densité des MOR horizontaux.

Les variables physiologiques rapportées au chapitre suivant ont été scorées par l'auteur. Dans le but de déterminer la fidélité inter-juge, dix nuits ont été sélectionnées au hasard et scorées indépendamment par un juge. Ces nuits avaient été codées de sorte que ce dernier ne pouvait différencier les nuits expérimentales des nuits référentielles.

Pour vérifier les hypothèses citées au chapitre premier, le test t pour des agrégats en corrélation a été appliqué. La formule employée a été la suivante:

$$t = \frac{|\bar{d}|}{s_d / \sqrt{n}}$$

\bar{d} représente la différence entre les paires d'observations; s_d , l'écart-type non-biaisé des différences entre les paires d'observations; et n , le nombre de paires d'observations.

Dans l'application du test t, chaque observation a été

définie comme la valeur moyenne des deux nuits de chaque condition. Une valeur t devait atteindre un niveau de signification au-delà de .05 pour que l'hypothèse correspondante d'une différence nulle entre les conditions de l'expérience soit rejetée. A cause du nombre relativement restreint de sujets, les scores bruts des variables les plus importantes seront présentés individuellement.

Le prochain chapitre portera sur la présentation et la discussion des résultats.

CHAPITRE III

PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

La première section de ce chapitre présente les résultats sur les tests de coordination visuo-motrice, les coefficients de fidélité inter-juge des mesures du SP, les résultats obtenus sur ces mesures et les tests *t* permettant de porter une décision sur les hypothèses nulles. La deuxième section discute les résultats et traite des implications théoriques de la recherche. Une troisième section offre quelques suggestions pour les recherches ultérieures.

1. Présentation des résultats.

A. Rythme d'adaptation à l'inversion du champ visuel.

Les figures 1 et 2 illustrent la performance des sujets sur les tests d'écriture et de triage de cartes. Une inspection rapide permet de constater que les comportements visuo-moteurs mesurés par ces tests étaient sévèrement affectés à l'initiation du traitement expérimental. Les sujets ont démontré une diminution moyenne de 356% dans le nombre de cartes correctement placées en cinq minutes, de la deuxième session pré-expérimentale à la première session expérimentale. De même, trois des quatre sujets n'ont

Figure 1.

Inversion du champ visuel et triage de cartes.

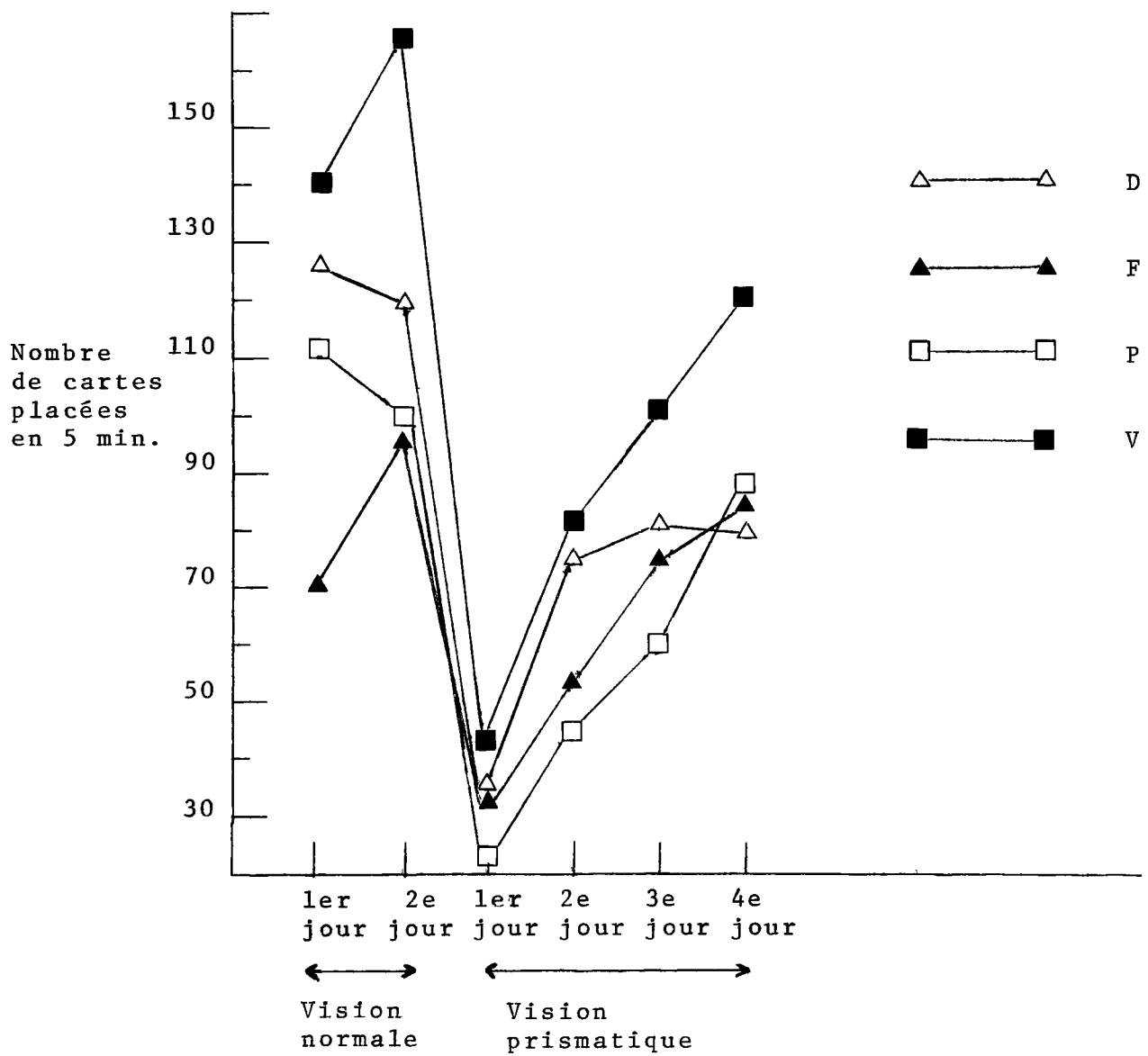
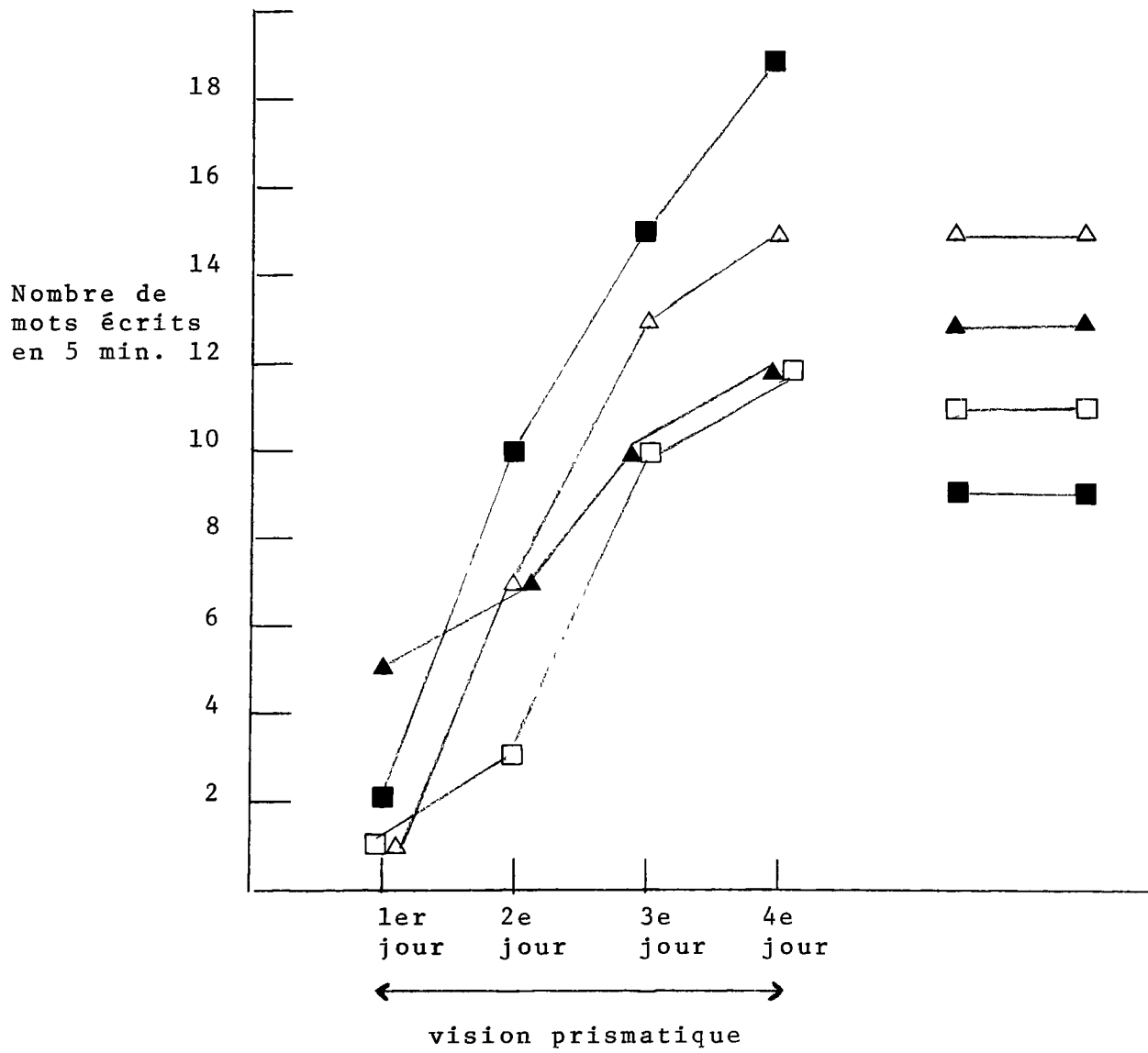


Figure 2.

Inversion du champ visuel et test d'écriture.



pu écrire plus de deux mots de huit syllabes en cinq minutes lors de la première journée du port des prismes. Par contre, le score moyen sur le triage de cartes a doublé de la première session expérimentale à la deuxième session et triplé de la première à la quatrième session expérimentale. De même, le nombre moyen de mots écrits correctement a triplé de la première journée expérimentale à la deuxième et doublé de la deuxième journée expérimentale à la quatrième.

B. Coefficients de fidélité inter-juge des mesures du SP.

Les coefficients de corrélation Pearson entre le "scoring" de l'expérimentateur et le "scoring" d'un juge naïf quant aux conditions de l'expérimentation apparaissent au tableau II. Les coefficients sur le pourcentage de SP et la latence d'apparition du SP sont basés sur cinq nuits référentielles et cinq nuits expérimentales alors que les coefficients sur les mesures de MOR sont basés sur trois nuits référentielles et trois nuits expérimentales. Le coefficient de corrélation est de .97 pour le pourcentage de SP, de .98 pour la latence du SP, de .97 pour le nombre de mini-époques du SP contenant au moins un MOR horizontal, de .84 pour le nombre de mini-époques contenant au moins un MOR vertical, de .83 pour la densité des MOR horizontaux et de .72 pour la densité des MOR verticaux. Tandis que les différences entre

Tableau II.

Fidélité inter-juge des mesures du SP.

Mesures	Corré- lations	Valeurs moyennes			
		Nuits référ.		Nuits expér.	
		Juge 1 (auteur)	Juge 2	Juge 1 (auteur)	Juge 2
Pourcentage de SP	.975	17.16	17.34	20.42	20.85
Latence du SP	.984	91.47	90.66	67.07	68.73
Nombre de mini- époques de MOR horizontaux	.968	560.3	614.7	649.3	696.7
Nombre de mini- époques de MOR verticaux	.836	223.3	358.7	313.0	333.0
Densité des MOR horizontaux	.834	.2082	.2365	.2156	.2193
Densité des MOR verticaux	.719	.0850	.1405	.1024	.1053

les moyennes des nuits référentielles et expérimentales sont sensiblement les mêmes d'un juge à l'autre pour le pourcentage de SP, la latence du SP et les mesures de MOR horizontaux, les moyennes des nuits expérimentales sur les mesures de MOR verticaux, rapportées sur les moyennes des nuits référentielles, étaient considérablement plus élevées pour l'expérimentateur que pour le juge indépendant (voir le tableau II). Il est donc possible que les résultats qui seront rapportés sur ces mesures aient été biaisés. Cette possibilité sera considérée lors de la discussion des résultats. Il est également possible que la corrélation relativement faible entre les deux juges sur les mesures de MOR verticaux puissent s'expliquer par le fait que l'expérimentateur ne comptait que les MOR produisant une déflexion d'au moins 50 microvolts sur les deux canaux d'enregistrement des MOR horizontaux ou verticaux alors que le juge indépendant comptait tout MOR qui pouvait être clairement visualisé (critère moins rigoureux). Le "scoring" de l'expérimentateur sur les autres variables du SP atteint un niveau de fidélité acceptable.

C. Résultats sur les mesures du SP.

Selon la première hypothèse nulle, il n'y a pas de différence significative dans la durée du SP entre les nuits

suivant l'inversion du champ visuel et les nuits référentielles pré-expérimentales. Les pourcentages de SP au cours des nuits référentielles et expérimentales apparaissent au tableau III et à la figure 3 sous forme graphique. Tous les sujets ont démontré un accroissement dans le pourcentage moyen de SP, des nuits référentielles aux nuits expérimentales. Cet accroissement variait entre 14.65 et 57.04% avec une moyenne de 30.81% pour les quatre sujets. Le t de 4.01 atteint un niveau de signification au delà de .04 et l'hypothèse nulle est rejetée. Le pourcentage moyen de SP de la première nuit expérimentale était sensiblement le même que celui de la deuxième nuit expérimentale (22.58 et 22.81 respectivement).

Les sujets F et P ont démontré à la fois les plus hauts taux d'accroissement dans le pourcentage de SP et les plus bas pourcentage de SP au cours des nuits référentielles. L'accroissement dans le taux de SP pourrait donc s'expliquer par le fait que les sujets n'étaient pas suffisamment bien adaptés aux conditions du laboratoire au cours des nuits référentielles. Le pourcentage de SP au cours des nuits d'adaptation de la condition contrôle a donc été scoré pour les quatre sujets. Les résultats apparaissent au tableau IV. Les sujets F, P et V ont dormi plus de 8 heures au cours des deux nuits d'adaptation de la condition contrôle et pour ces trois sujets, le pourcentage de SP était plus élevé au cours

Tableau III.

Pourcentage de SP au cours des nuits référentielles
et expérimentales et analyse statistique.

Sujets	Nuits référentielles			Nuits expérimentales			d*
	1ère	2e	\bar{X} réf.	1ère	2e	\bar{X} exp.	
D	20.27	23.19	21.73	30.62	20.55	25.58	-3.85
F	15.27	14.17	14.72	21.18	25.28	23.23	-8.51
P	15.69	16.11	15.90	21.11	21.46	21.28	-5.38
V	19.58	16.52	18.05	17.43	23.96	20.69	-2.64
\bar{X}	17.70	17.50	17.60	22.58	22.81	22.69	-5.09

$$t = \frac{|\bar{d}|}{s_d/\sqrt{n}} = \frac{5.095}{2.538/\sqrt{4}} = 4.015 \quad p < .04$$

* d = \bar{X} réf. - \bar{X} exp.

Figure 3.

Pourcentage de SP au cours des nuits
référentielles et expérimentales.

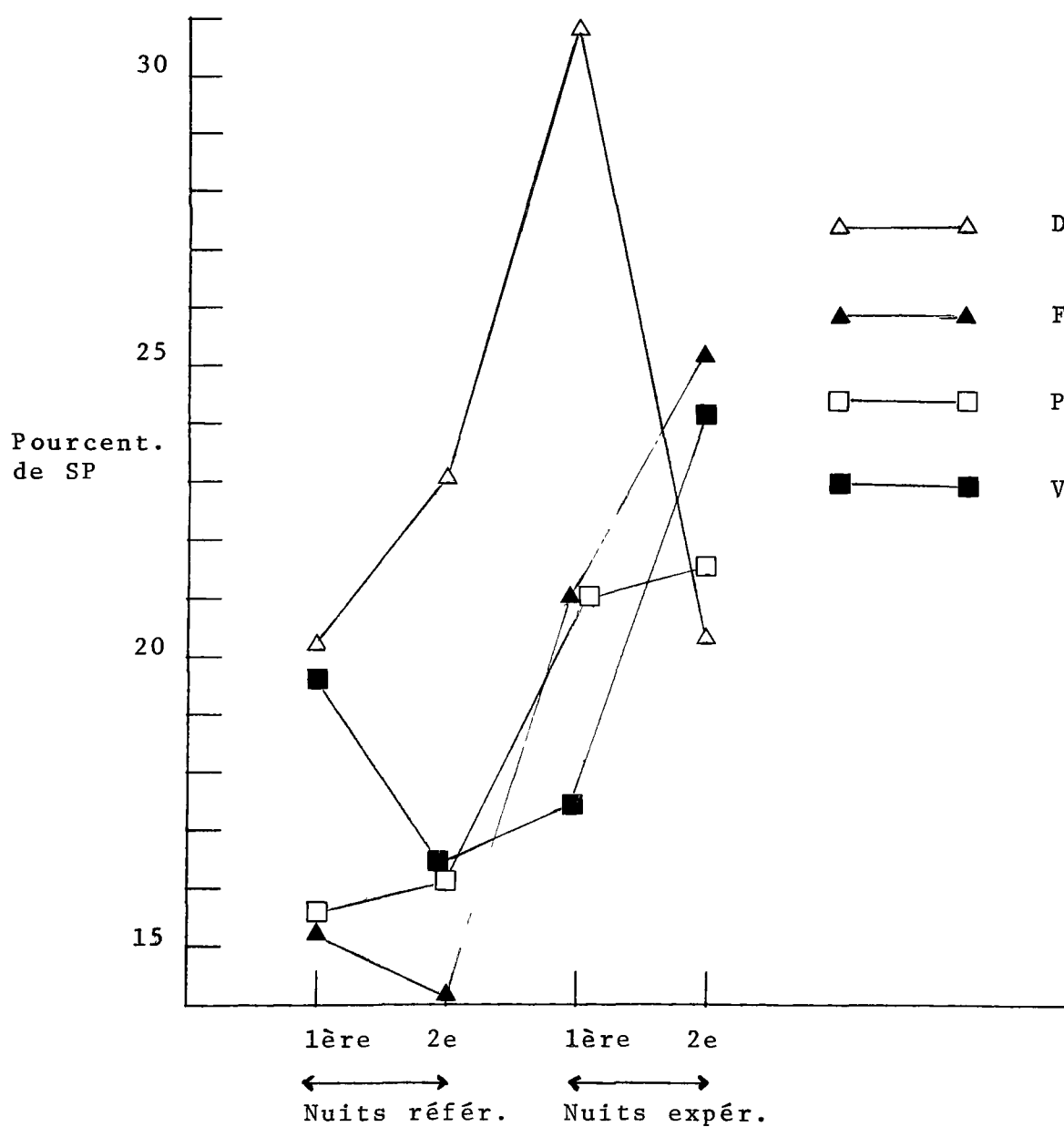


Tableau IV.

Pourcentage de SP au cours des nuits
d'adaptation de la condition contrôle
et de la condition expérimentale.

Sujets	Condition contrôle		Condition expérimentale	
	1ère nuit	2e nuit	1ère nuit	2e nuit
D	14.40*	15.27*	20.69	21.39
F	17.64	19.37	14.10	17.78
P	12.08	17.57	16.36	16.04*
V	15.97	20.07	17.78	17.65*
\bar{X}	15.02	18.07	17.23	18.21

* A l'exception de ces quatre nuits dont la durée totale du sommeil était inférieure à 8 heures, les pourcentages de SP ont été calculés pour les 8 premières heures de sommeil.

de la deuxième nuit d'adaptation qu'au cours des deux nuits référentielles; ce qui démontre clairement que les pourcentages de SP des nuits référentielles n'ont pas été modérés par un manque d'adaptation aux conditions du laboratoire. De plus, le sujet D a démontré un taux de SP moins élevé la deuxième nuit d'adaptation qu'au cours de chacune des deux nuits référentielles, parallèlement à une diminution relativement marquée dans la durée du sommeil des nuits d'adaptation (4 h et 57 min. la première nuit et 6 h 42 min. la deuxième nuit).

L'augmentation dans le pourcentage de SP n'était pas liée à un accroissement dans le nombre de périodes de SP puisqu'il y avait une légère diminution dans le nombre moyen de celles-ci des nuits référentielles aux nuits expérimentales (voir le tableau V). De plus, le taux d'accroissement moyen dans la durée du SP au cours des 4 premières heures du sommeil était sensiblement le même que celui des 4 heures suivantes. Ces taux étaient de l'ordre de 29.86% et de 27.65% respectivement.

Puisque la durée des stages du sommeil a été déterminée pour les 8 premières heures du sommeil pour chacune des nuits référentielles et expérimentales, une augmentation dans la durée de SP entraîne nécessairement une diminution dans le temps occupé par le sommeil lent. Cette diminution s'est manifestée au niveau des stages 1, 2, 3 et 4 et dans

Tableau V.

Nombre de phases de SP au cours des 8 premières heures du sommeil des nuits référentielles et expérimentales.

Sujets	Nuits référentielles			Nuits expérimentales			d*
	1ère	2e	\bar{X} réf.	1ère	2e	\bar{X} exp.	
D	5	5	5	4	3	3.5	1.5
F	4	3	3.5	4	4	4	-.5
P	5	5	5	4	4	4	1.0
V	3	4	3.5	4	4	4	-.5
\bar{X}	4.25	4.25	4.25	4	3.75	3.88	.37

* d = \bar{X} réf. - \bar{X} exp.

le nombre d'époques de 20 secondes obscurcies par les mouvements du sujet (voir le tableau VI). Les diminutions au niveau de chacun de ces états, de même qu'une légère augmentation dans le temps d'éveil, n'atteignaient pas le niveau de signification de .10 même en ne se protégeant pas contre l'élévation dans la probabilité de commettre une erreur de type 1 lorsque plusieurs comparaisons sont effectuées simultanément.

Selon la deuxième hypothèse à vérifier, il n'y a pas de différence significative dans la latence du SP entre les nuits suivant l'inversion du champ visuel et les nuits référentielles pré-expérimentales. Les résultats apparaissent au tableau VII. Les nuits expérimentales, on note une diminution moyenne de 16.58 minutes dans la latence du SP par rapport aux nuits référentielles. La valeur t de 2.86 atteint un niveau de signification de .10 et il n'y a pas suffisamment d'évidence pour rejeter l'hypothèse nulle.

Selon la troisième hypothèse nulle, il n'y a pas de différence significative dans la densité des MOR horizontaux du SP entre les nuits suivant l'inversion du champ visuel et les nuits référentielles pré-expérimentales. Les résultats apparaissent sous forme résumée au tableau VIII. De la condition contrôle à la condition expérimentale, il y a eu une diminution de 12.81% dans la moyenne des taux de densité des MOR horizontaux. La valeur t de 3.02 est tout

Tableau VI.

Analyse des pourcentages de stage 1, de stage 2, des stages 3 et 4 combinés, de temps occupé par l'éveil et de temps occupé par les mouvements (movement time) au cours des nuits référentielles et expérimentales.

Etat	\bar{X} référ.	\bar{X} exp.	\bar{d} *	S_d/\sqrt{n}	t **
Stage 1	11.05	10.36	.69	1.69	.41
Stage 2	52.31	49.72	2.59	2.62	.99
Stages 3 et 4	14.59	12.86	1.73	.97	1.78
Mouvement	3.26	3.04	.22	.61	.36
Eveil	1.18	1.32	-.14	.43	.32

* \bar{d} représente la différence entre la moyenne des huit nuits référentielles et la moyenne des huit nuits expérimentales, c'est-à-dire \bar{X} réf. - \bar{X} exp.

** t .10 (dl = 3) = 2.35

Tableau VII.

Latence d'apparition du SP au cours des nuits référentielles et expérimentales et analyse statistique.

Sujets	Nuits référentielles			Nuits expérimentales			d *
	1ère	2e	\bar{X} réf.	1ère	2e	\bar{X} exp.	
D	69.67**	75.67	72.67	58.00	77.67	67.83	4.83
F	90.67	91.67	91.17	87.00	78.33	82.66	8.50
P	86.00	96.00	91.00	69.00	58.00	63.50	27.50
V	114.00	67.00	90.50	80.33	49.67	65.00	25.50
\bar{X}	90.08	82.58	86.33	73.58	65.92	69.75	16.58

$$t = \frac{|\bar{d}|}{s_d/\sqrt{n}} = \frac{16.58}{11.578/\sqrt{4}} = 2.864 \quad p < .10$$

* $d = \bar{X}$ réf. - \bar{X} exp.

** Valeurs exprimées en minutes.

Tableau VIII.

Analyse statistique du nombre absolu de mini-époques (de 2 secondes) contenant un ou des MOR horizontaux, du nombre absolu de mini-époques contenant un ou des MOR verticaux, de la densité des MOR horizontaux, de la densité des MOR verticaux et de la densité proportionnelle des MOR verticaux au cours des nuits référentielles et expérimentales.

Variables	\bar{X} réf.	\bar{X} exp.	\bar{d} *	S_d/\sqrt{n}	t	p	\bar{d}/\bar{X} réf.
Nombre de mini-ép. de MOR hor.	529.9	580.1	-50.20	30.12	1.67	$p > .10$	-.0947
Nombre de mini-ép. de MOR vert.	338.2	309.5	28.70	36.08	.80	$p > .10$.1067
Densité des MOR hor.	.2057	.1794	.0263	.0076	3.02	$p < .06$.1281
Densité des MOR vert.	.1348	.0959	.0389	.0094	4.13	$p < .03$.2886
Densité prop. des MOR vert.	.6899	.5870	.1029	.0462	2.39	$p < .10$.1491

* \bar{d} représente la différence entre la moyenne des huit nuits référentielles et la moyenne des huit nuits expérimentales, c'est-à-dire \bar{X} réf. - \bar{X} exp.

juste significative à .06 et il n'y a pas suffisamment d'évidence pour rejeter l'hypothèse nulle. La figure 4 illustre graphiquement la densité des MOR horizontaux pour les quatre sujets. Il est intéressant de noter que les quatre sujets ont démontré une baisse dans la densité des MOR horizontaux qui se limitait, à peu de choses près, à la première nuit expérimentale. Les sujets ont également tous démontré une augmentation dans la densité des MOR horizontaux de la première nuit expérimentale à la deuxième nuit. Chez les quatre sujets la densité au cours de la deuxième nuit était comparable au taux référentiel. La valeur t calculée à partir des différences intra-sujet entre la première et la deuxième nuit expérimentale était de 2.56 ($p < .10$).

Selon la quatrième hypothèse nulle, il n'y a pas de différence significative dans la densité des MOR verticaux entre les nuits référentielles et les nuits expérimentales. Les résultats sont illustrés à la figure 5. Les quatre sujets ont démontré des taux de décroissance qui variaient entre 23.91% et 42.06% des nuits référentielles aux nuits expérimentales. La moyenne de ces taux était de 29.27%. La valeur t de 4.13, apparaissant au tableau VIII, atteint un niveau de signification supérieur à .03 et l'hypothèse nulle est rejetée. Comme pour les MOR horizontaux on note également une augmentation dans la densité des MOR verticaux de la première nuit expérimentale à la deuxième chez les quatre

Figure 4.

Densité des MOR horizontaux au cours des nuits référentielles et expérimentales.

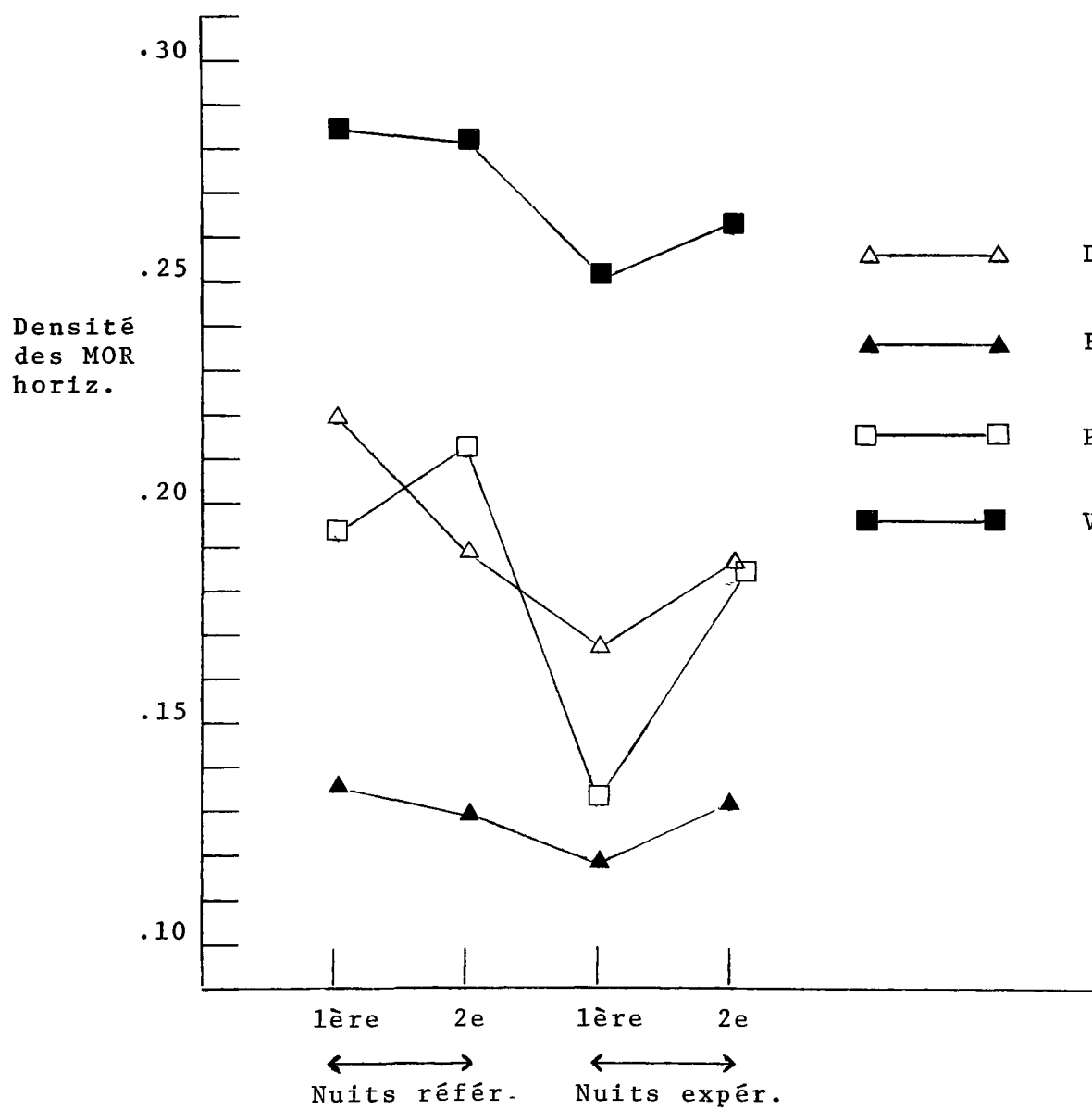
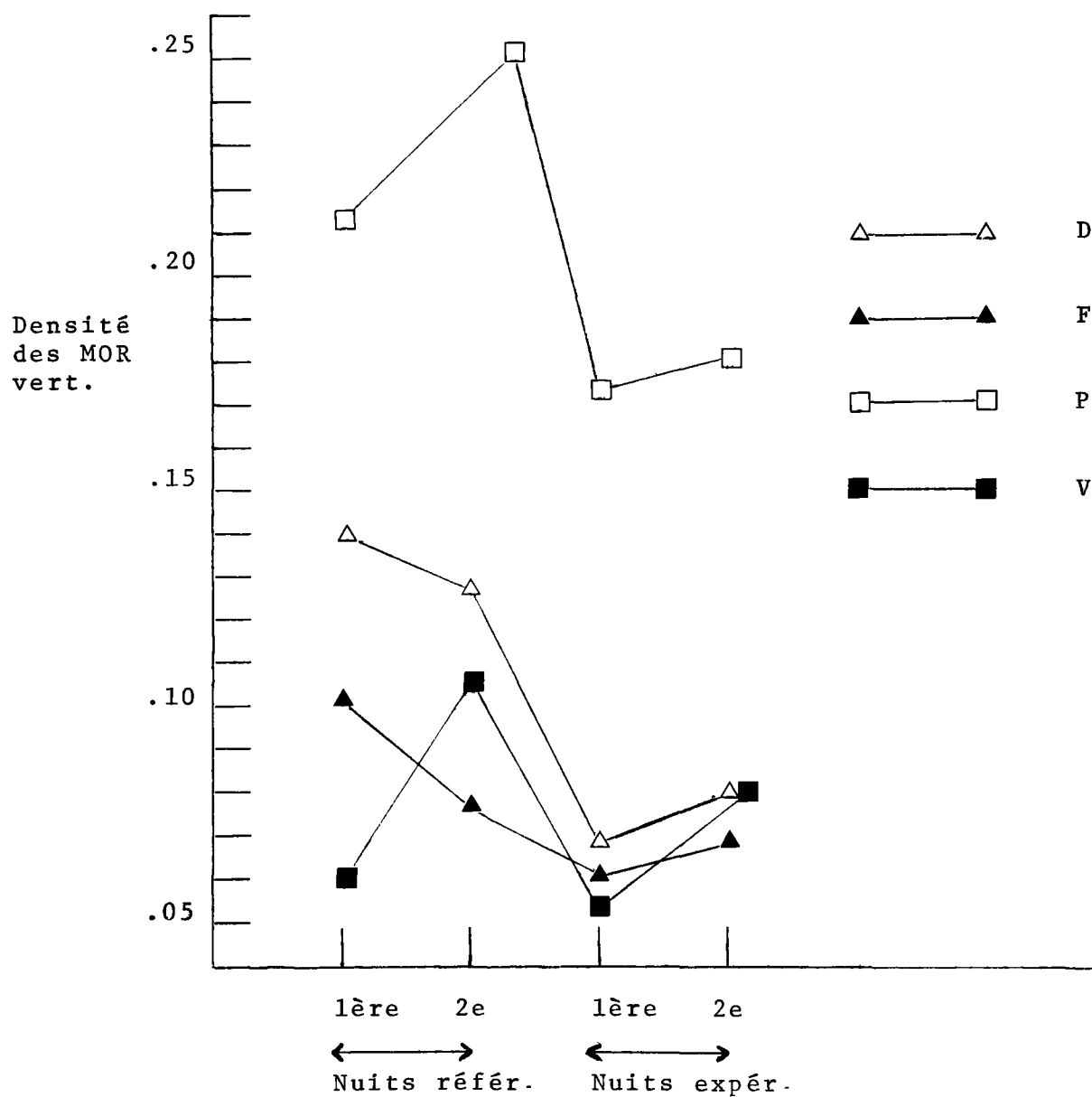


Figure 5.

Densité des MOR verticaux au cours des nuits référentielles et expérimentales.



sujets (voir la figure 5). Cependant la densité des MOR verticaux ne se rapproche pas autant du taux référentiel comparativement à la densité des MOR horizontaux. La valeur t calculée à partir des différences intra-sujet entre la première et la deuxième nuit expérimentale était de 2.47 ($p < .10$).

Selon la cinquième hypothèse nulle, il n'y a pas de différence significative dans la densité proportionnelle des MOR verticaux (densité des MOR verticaux rapportée sur la densité des MOR horizontaux) du SP entre les nuits suivant l'inversion du champ visuel et les nuits référentielles pré-expérimentales. Les résultats sont résumés au tableau VII. La valeur t obtenue est tout juste significative à $.10$ et il n'y a pas suffisamment d'évidence pour rejeter l'hypothèse nulle.

Selon les deux hypothèses secondaires, l'augmentation significative dans le taux de SP devrait être accompagnée d'une augmentation dans la durée totale du sommeil au cours des nuits suivant l'inversion du champ visuel. La durée totale du sommeil au cours des nuits référentielles et expérimentales apparaît au tableau IX. Le sujet P n'a pas été inclus dans l'analyse des résultats parce qu'il a été réveillé de façon systématique dix heures après le coucher pour chacune des nuits référentielles et expérimentales. Les trois sujets retenus ont démontré une augmentation

Tableau IX.

Durée totale du sommeil au cours des nuits référentielles et expérimentales pour les sujets D, F et V et analyse statistique.

Sujets	Nuits référentielles			Nuits expérimentales			d **
	1ère	2e	\bar{X} réf.	1ère	2e	\bar{X} exp.	
D	498*	499	498.5	536	514	525	-26.5
F	568	548	558	690	557	623.5	-65.5
V	501	565	533	634	581	607.5	-74.5
X	522.3	537.3	529.8	620	550.7	585.3	-55.5

$$t = \frac{|\bar{d}|}{s_d/\sqrt{n}} = \frac{55.5}{25.51/\sqrt{3}} = 3.76 \quad p < .05$$

* Les valeurs sont exprimées en minutes.

** d = \bar{X} réf. - \bar{X} exp.

moyenne de 55.5 minutes dans la durée totale des nuits expérimentales, relativement aux nuits référentielles. Cette augmentation atteint le niveau de signification de .05 et conduit au rejet de la sixième hypothèse nulle.

Les résultats sur la latence d'apparition (voir le tableau X) sont quelque peu ambigus. Trois des quatre sujets ont démontré une diminution dans la latence du sommeil de la condition contrôle à la condition expérimentale. Cependant, le sujet F a obtenu au cours de la deuxième nuit expérimentale une latence de 103.67 minutes. Si ce score est inclu dans l'analyse des résultats, la latence moyenne des nuits expérimentales devient plus élevée que celle des nuits référentielles. Cette difficulté dans l'endormissement chez le sujet F peut le mieux s'expliquer par le fait qu'il avait dormi pendant 11 heures et 30 minutes la nuit précédente (voir le tableau IX). Parce que trois des quatre sujets pouvaient dormir à volonté au cours des nuits expérimentales il devient difficile d'évaluer l'effet de l'inversion du champ visuel sur la latence d'apparition du sommeil. L'inconsistance dans les données ne permet pas le rejet de la dernière hypothèse nulle.

Pour évaluer le niveau d'agitation au cours du sommeil, le nombre de retours au stage 1 et à l'éveil au cours des 4 premières heures et des 8 premières heures du sommeil a été compilé. Les valeurs moyennes des nuits référentielles

Tableau X.

Latence d'apparition du sommeil des
nuits référentielles et expérimentales.

Sujets	Nuits référentielles			Nuits expérimentales			d *
	1ère	2e	\bar{X} réf.	1ère	2e	\bar{X} exp.	
D	5.33	18.67	12	3.67	8.67	6.17	5.83
F	12.33	5.67	9	2.67	103.67	62.17	-26.58
P	47.67	36.33	42	45.67	26.67	36.17	5.83
V	37.00	24.67	30.83	18.33	25.00	21.66	9.17
\bar{X}	25.58	21.33	23.45	17.58	41.00	29.29	-1.92

* $d = \bar{X}$ réf. - \bar{X} exp.

et expérimentales sont présentées au tableau XI. La moyenne des huit nuits expérimentales est légèrement supérieure à celle des nuits référentielles (accroissement moyen de 3.37%) pour les 8 premières heures du sommeil. Les moyennes correspondantes pour les 4 premières heures du sommeil sont identiques.

D. Données subjectives.

Aucun des quatre sujets n'a eu la nausée au cours des journées de la condition expérimentale. Les sujets D, F et P ont avoué qu'ils préféreraient porter les lunettes expérimentales plutôt que les lunettes contrôle. Le sujet V, pour sa part, n'avait pas de préférence.

Tableau XI.

Nombre de retours au stage 1 ou à l'éveil au cours des 4 premières heures et des 8 premières heures du sommeil des nuits référentielles et expérimentales.

Sujets	<u>Nuits référentielles</u>		<u>Nuits expérimentales</u>	
	4 premières heures	8 premières heures	4 premières heures	8 premières heures
D	12.5	35.0	18.0	35.0
F	20.5	49.5	22.5	52.5
P	18.0	47.0	10.0	37.5
V	11.0	31.5	12.5	32.5
\bar{X}	15.25	40.75	15.25	39.375

2. Discussion des résultats.

L'observation d'un accroissement significatif dans le pourcentage de SP au cours des nuits suivant l'inversion du champ visuel supporte l'hypothèse P¹ qui veut que le SP soit impliqué dans la formation et la révision des structures fonctionnelles ou dans la programmation des nouvelles informations introduites à l'état d'éveil.

Le fait que deux des quatre sujets aient démontré à la fois les plus hauts taux d'accroissement dans le pourcentage de SP et les plus bas pourcentages de SP au cours des nuits référentielles suggèrent que l'accroissement dans la durée du SP pourrait s'expliquer par le fait que les sujets n'étaient pas suffisamment adaptés aux conditions du laboratoire au cours des nuits référentielles. Des études antérieures^{2, 3} ont en effet démontré que les individus passant

1 E. M. Dewan, The programming (P) hypothesis for REM sleep, dans E. Hartman (Ed.), International Psychiatry Clinics, vol. 7, Sleep and Dreaming, 1970, p. 258-267.

2 W. C. Dement, E. Kahn et H. P. Roffwarg, The influence of the laboratory situation on the dreams of the experimental subject, Journal of Nervous and Mental Disease, vol. 140, 1965, p. 119-131.

3 H. W. Agnew, W. B. Webb et R. L. Williams, The first night effect: An EEG study of sleep, Psychophysiology, vol. 2, 1966, p. 263.

leur première nuit en laboratoire ont une diminution marquée dans le taux de SP comparativement aux nuits subséquentes. Cependant, cette interprétation ne peut s'appliquer puisque chez les deux sujets en question et un troisième le pourcentage de SP était plus élevé au cours de la deuxième nuit d'adaptation de la condition contrôle qu'au cours de chacune des deux nuits référentielles.

L'accroissement dans le taux de SP était lié à une augmentation dans la durée moyenne des phases du SP et non à une augmentation dans le nombre de celles-ci.

La diminution consistante mais non significative dans la latence du SP de même qu'une augmentation significative dans la durée totale du sommeil, renforce l'hypothèse que le SP répond à un besoin de structuration des informations accumulées la veille.

Il est intéressant de noter que le nombre de retours au stage 1 ou à l'éveil n'était pas plus élevé au cours des nuits expérimentales qu'au cours des nuits référentielles alors qu'Allen et al.⁴ avaient observé une augmentation considérable dans le nombre de retours au stage 1 ou à l'éveil des nuits référentielles aux nuits expérimentales. Il semble donc qu'Allen et al. n'ont pu observer d'accroissement

4 S. R. Allen, J. Oswald, S. Lewis et J. Tagney, The effects of distorted visual input on sleep, Psychophysiology, vol. 9, 1972, p. 478-504.

dans le pourcentage de SP possiblement à cause d'un stress physiologique excessif chez leurs sujets pendant le port des prismes.

L'observation d'une décroissance significative dans la densité des MOR verticaux de même qu'une décroissance consistante chez les quatre sujets dans la densité des MOR horizontaux des nuits référentielles aux nuits expérimentales met sérieusement en doute un des postulats de base de l'hypothèse P⁵ qui veut qu'une intensification dans les processus de programmation associées au SP s'accompagne d'une augmentation dans la profusion des événements phasiques.

Il a été mentionné au chapitre précédent que la densité moyenne des MOR verticaux des nuits référentielles rapportée sur la densité moyenne des MOR verticaux des nuits expérimentales était plus élevée pour l'auteur que pour le juge indépendant. La possibilité fut donc soulevée que l'auteur ait attribué des scores sur-élevés aux nuits expérimentales comparativement aux nuits référentielles en ce qui a trait à la densité des MOR verticaux. Il ne semble donc pas que la décroissance significative dans la densité des MOR verticaux puisse être attribuée à un biais de la part de l'auteur puisqu'un tel biais aurait eu pour effet de réduire plutôt que d'accentuer la décroissance dans la densité des MOR verticaux.

5 E. M. Dewan, op. cit., p. 301

Les changements observés au niveau de la densité des MOR supportent directement l'hypothèse SCIP de de la Peña⁶. L'inversion du champ visuel, condition qui occasionne une foule de discordances entre les modèles corticaux et les données sensorielles venant de la périphérie, devrait avoir produit une élévation considérable dans le niveau d'influx sensoriel à l'état d'éveil. Le SP aurait équilibré de façon homéostatique cette élévation dans l'influx sensoriel de l'éveil. D'où la décroissance significative dans la densité des MOR verticaux et la décroissance non significative mais consistante dans la densité des MOR horizontaux. Par contre, l'hypothèse SCIP ne peut expliquer l'accroissement dans le pourcentage de SP, la diminution dans la latence du SP chez les quatre sujets observés de même que l'accroissement significatif dans la durée totale du sommeil.

La dissociation observée entre les événements phasiques (MOR) et les événements toniques (durée du SP) ne peut être expliquée ni par l'hypothèse SCIP, ni par l'hypothèse P. Aucune des autres hypothèses majeures sur la fonction du SP ne peut fournir une conceptualisation capable de prédire l'ensemble des résultats de la présente étude. Dans

6 A. de la Peña, The psycho-biological role of the rapid eye movement dream state, thèse de doctorat, Stanford University, 1971.

une communication personnelle à l'auteur, Zimmerman⁷ a suggéré que les effets antérieurement rapportés^{8, 9} de la distorsion visuelle sur le SP consécutif (accroissement dans le taux de SP et le nombre absolu de MOR du SP et décroissance dans la latence du SP) peuvent le mieux s'expliquer par la restriction du champ visuel qui accompagne le port des lunettes prismatiques. Selon cet auteur, la théorie de Berger¹⁰ qui veut que la fonction du SP consiste à faciliter la coordination binoculaire et à maintenir un taux homéostatique de MOR à travers le cycle veille-sommeil, offre une meilleure interprétation des résultats rapportés par celui-ci.

Conscient de cette possibilité, l'auteur de la présente étude a soumis ses sujets à la même restriction du champ visuel au cours des journées de la condition contrôle de sorte que l'hypothèse de la facilitation de la coordination binoculaire ne semble pas s'appliquer. De plus, les

7 John Zimmerman, Communication personnelle à l'auteur, décembre 1973.

8 J. Zimmerman, J. Stoyva et D. Metcalf, Distorted visual feedback and augmented REM sleep, Psychophysiology, vol. 7, 1970, p. 298

9 J. Zimmerman et J. Stoyva, Distorted vision and REM sleep: a re-adaptation effect, Compte rendu présenté à l'APSS, Bruges, Belgique, 1971.

10 R. J. Berger, Oculomotor-control: A possible function of REM sleep, Psychological Review, vol. 76, 1969, p. 144-164.

études des MOR à l'état d'éveil^{11, 12} indiquent que le déploiement de ceux-ci varie en fonction de l'expérience du sujet avec les stimuli visuels présentés. On peut facilement concevoir que l'inversion du champ visuel a produit chez les sujets de cette expérience une diminution dans l'intensité (fréquence et amplitude) des MOR de l'éveil et plus particulièrement au niveau des MOR verticaux puisque le réarrangement visuel se limitait au plan vertical. Il devrait donc y avoir, selon l'hypothèse de Berger, un accroissement dans la densité des MOR du SP et plus particulièrement au niveau de la densité des MOR verticaux. Or c'est exactement le contraire qui s'est produit. Non seulement la théorie de Berger ne peut expliquer les changements dans la densité des MOR mais se trouve contredite par ceux-ci.

Le fait que les résultats de cette étude supportent sous différents aspects deux positions théoriques contradictoires, l'hypothèse P et l'hypothèse SCIP, ne gêne pas nécessairement l'hypothèse que le SP est impliqué dans le traitement de l'information. Il semblerait plutôt que ces formulations soient inadéquates et incomplètes. L'hypothèse P

11 N. H. Mackworth et J. S. Bruner, How adults and children search and recognize pictures, Human Development, vol. 13, 1970, p. 149-177.

12 V. P. Zinchenko, V. Chzhi-Tsin et V. V. Tarakanov, The formation and development of perceptual activity, Soviet Psychological Psychiatry, vol. 1, 1963, p. 3-12.

postule que le SP est nécessaire et suffisant pour la formation de structures cognitives¹³ et ne considère pas la possibilité que le SP ait pour fonction de compenser pour la baisse dans l'influx sensoriel à la suite de l'établissement de nouvelles structures cognitives plus élaborées et appropriées à l'état d'éveil. Pour sa part, l'hypothèse SCIP prend pour acquis que les structures cognitives sont établies uniquement à l'état d'éveil à partir des informations provenant directement de l'environnement. Selon de la Peña, le niveau d'activation physiologique pendant le SP est trop élevé pour que le SP soit conciliable avec la formation de structures cognitives. Plutôt, le SP serait impliqué indirectement dans la formation de structures cognitives à l'état d'éveil en libérant l'organisme du traitement de l'information provenant des éléments sensoriels des stimuli pour qu'il puisse se consacrer davantage au traitement des informations venant des éléments conceptuels des stimuli.

Ces considérations amènent l'auteur à formuler une conceptualisation plus globale, capable à la fois d'expliquer l'ensemble des résultats de cette étude et de réconcilier l'hypothèse P et l'hypothèse SCIP.

13 E. M. Dewan, Tests of the Programming (P) Hypothesis for REM, Compte rendu présenté à l'APSS, 1968.

Selon cette conceptualisation, le SP serait lié au traitement de l'information en remplissant deux fonctions différentes et complémentaires. Un des postulats de base est que les structures fonctionnelles sont établies et révisées à la fois pendant l'éveil et pendant le SP. Bien qu'il soit difficile actuellement de déterminer si les processus de structuration de l'information associés au SP soient qualitativement différents de ceux de l'éveil, il semblerait que le SP soit impliqué davantage dans l'établissement de nouvelles structures liées aux besoins à long terme de l'organisme et à la réorganisation des structures cognitives les mieux établies alors que, pendant la veille, les structures seraient élaborées davantage en fonction des besoins immédiats de l'organisme.

La première fonction du SP consisterait à faciliter la formation de nouvelles structures durant l'éveil par un traitement endogène de l'information sensorielle qui permettrait à l'organisme de se détacher des éléments sensoriels des stimuli et de se consacrer davantage au traitement des informations venant des éléments conceptuels des stimuli. Cette formulation rejoint l'hypothèse SCIP. Dans la perspective de l'hypothèse P, la seconde fonction du SP serait directement liée à l'élaboration de nouvelles structures cognitives.

Selon le modèle sokolovien de la réaction d'orientation¹⁴, l'organisme élève le gain sensoriel lorsque les structures corticales existantes ne permettent plus de prédire les changements dans l'environnement ou dans l'input sensoriel. Si pendant le jour, l'organisme est placé de façon continue dans une situation nouvelle qui provoque des discordances trop prononcées et trop nombreuses entre les modèles corticaux déjà fermement établis et l'input sensoriel, celui-ci n'a pas l'opportunité de s'habituer réellement aux nouvelles stimulations et ne peut faire que l'ébauche de nouveaux modèles. Il connaît une élévation tonique dans le gain sensoriel ou l'activation physiologique et accumule un ensemble de données plus ou moins structurées. Cette élévation prolongée dans le gain sensoriel pendant l'état d'éveil serait compensée par une baisse dans le gain sensoriel au cours du SP. Cette baisse faciliterait la formation de structures cognitives pendant le SP, contrairement à ce qui est proposé par l'hypothèse P et l'hypothèse SCIP. Elle permettrait à l'organisme, qui est coupé en quelque sorte de la stimulation exogène, de structurer et d'intégrer d'une façon plus systématique et spécifique les données nouvelles accumulées à l'état d'éveil. Celles-ci seraient traitées

14 E. H. Sokolov, Neuronal models and the orienting reflex, dans M. A. Brazier (Ed.) The central nervous system and behavior, New York, Josiah Macy Foundation, 1960, p. 187-276.

de façon moins expéditive et "automatisée"¹⁵ relativement aux informations plus familières. Une activation physiologique trop intense pendant le SP serait l'analogie d'un niveau d'activation physiologique trop intense pendant l'éveil pour permettre aux processus d'intégration de l'information de fonctionner de façon efficace¹⁶.

L'observation d'une baisse significative dans la densité des MOR verticaux, des nuits référentielles aux nuits expérimentales, de même qu'une baisse consistante mais moins prononcée et non significative dans la densité des MOR horizontaux renforce doublement la formulation de l'auteur. Sur un premier plan et à l'appui de la première fonction proposée, il a été démontré que la densité des MOR est un des indices les plus valables du niveau d'activation physiologique pendant le SP^{17, 18, 19, 20}. Sur un autre plan et à

15 C. J. Furst, Automatizing of visual attention, Perception and Psychophysics, vol. 10, 1971, p. 65-70.

16 E. Duffy, Activation and behavior, New York, Wiley, 1962.

17 F. Michel, M. Jeannerod, J. Mouret, A. Rechtschaffen et M. Jouvet, Sur les mécanismes des pointes au niveau du système visuel au cours de la phase paradoxal du sommeil, Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie, vol. 158, 1964, p. 163-166.

18 L. F. Spreng, L. C. Johnson et A. Lubin, Autonomic correlates of eye movement bursts during stage REM sleep, Psychophysiology, vol. 4, 1968, p. 311-323.

l'appui de la seconde fonction proposée, il a été démontré que le déploiement (fréquence et amplitude) des MOR à l'état d'éveil varie en fonction de l'expérience du sujet avec les stimuli visuels, la fréquence et l'amplitude des MOR étant moins élevées pour les stimuli nouveaux ou étranges que pour les stimuli familiers, moins élevées chez les enfants que chez les adultes^{21, 22}. Si l'on considère que l'inversion du champ visuel produit une foule de discordances entre les modèles corticaux et l'influx sensoriel et donc une décroissance dans le déploiement des MOR à l'état d'éveil, il semble que la décroissance significative dans la densité des MOR verticaux lors du SP consécutif de même qu'une tendance consistante chez les sujets à une décroissance dans la densité des MOR horizontaux soient conformes à l'hypothèse que les sujets continuent d'expérimenter un taux plus élevé d'éléments nouveaux et surprenants, relativement aux nuits référentielles, et que le SP continue de traiter les

19 F. Snyder, J. A. Hobson, P. F. Morrison et F. Goldfrank, Changes in respiration, heart rate and systolic blood pressure in human sleep, Journal of Applied Physiology vol. 19, 1964, p. 417-422.

20 R. J. Broughton, R. Poire et C. A. Tassinari, The electrodermogram (Tarchanoff effect during sleep), Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, vol. 18, 1965, p. 691-708.

21 N. H. Mackworth et J. S. Brumer, op. cit.

22 V. P. Zinchenko et al., op. cit.

informations introduites la veille et à établir de nouvelles structures fonctionnelles.

L'observation que les quatre sujets de cette expérience ont chacun démontré un accroissement à la fois dans la densité des MOR verticaux et la densité des MOR horizontaux de la première nuit à la deuxième nuit expérimentale est conforme à la conceptualisation de l'auteur. La structuration des nouvelles expériences au cours du SP de la première nuit expérimentale aurait permis un traitement plus efficace de l'information au cours de la deuxième journée du port des prismes et donc une baisse dans le gain sensoriel lors de cette deuxième journée. D'où l'accroissement dans la densité des MOR du SP de la deuxième nuit expérimentale relativement à la première.

Enfin, l'accroissement significatif dans le pourcentage de SP, des nuits référentielles aux nuits expérimentales et la durée totale du sommeil de même qu'une décroissance consistante mais non significative dans la latence du SP renforcent considérablement l'hypothèse que l'inversion du champ visuel produit un besoin accru de programmation associée au SP.

Le schème théorique proposé par l'auteur semble le seul pouvant expliquer la dissociation observée entre les événements phasiques et les événements toniques du SP. Il offre une approche plus globale et intégrée pour l'étude

expérimentale de la relation entre le SP et le traitement de l'information.

3. Suggestions pour les recherches ultérieures.

La dissociation observée entre les événements phasiques et toniques du SP, c'est-à-dire la décroissance dans la densité des MOR et l'accroissement dans le pourcentage de SP, souligne l'importance pour les recherches futures d'étudier conjointement les événements phasiques et toniques du SP et d'entretenir la possibilité que le SP soit impliqué simultanément dans le contrôle homéostatique de l'influx sensoriel à travers le cycle veille-sommeil et dans l'établissement de nouvelles structures cognitives.

Dans le contexte de l'étude de l'effet du réarrangement visuel sur le SP, plusieurs points demandent à être explorés. Une première suggestion serait de voir s'il y a des changements dans les mesures d'organisation des MOR du SP. La formulation théorique de l'auteur permet de prédire une décroissance dans la durée moyenne des bouffées de MOR et dans le nombre de celles-ci au cours des nuits suivant la vision invertie et plus particulièrement au niveau des MOR verticaux. Il serait également intéressant de voir s'il y a effectivement une baisse dans le niveau d'activation des systèmes neuro-végétatifs tels des variations moins

considérables dans le rythme cardiaque et l'activité électrodermale. Une étude du déploiement des MOR pendant l'observation d'images inverties à l'état d'éveil pourrait fournir des informations non négligeables sur la relation entre le traitement de l'information et les MOR du SP.

L'interaction entre les deux fonctions proposées pourrait être étudiée plus en détail en comparant des conditions qui font appel davantage à une équilibration homéostatique de l'influx sensoriel à d'autres qui nécessitent plutôt une réorganisation des structures fonctionnelles. Par exemple, on peut se demander quel effet la privation perceptuelle aurait sur le SP consécutif. Potter et Heron²³ ont déjà rapporté que celle-ci affecte peu ou pas la durée du SP mais produit un accroissement dramatique dans la densité des MOR. Cette dissociation entre les événements phasiques et toniques du SP pourrait s'expliquer comme suit. Contrairement à l'inversion du champ visuel, la privation perceptuelle produirait une baisse dans l'influx sensoriel à l'état d'éveil et une destruction des structures perceptuelles. Le SP serait alors impliqué davantage dans le rétablissement de ces structures que dans l'établissement de nouvelles structures fonctionnelles. On pourrait alors

23 W. Potter et W. Heron, Sleep during perceptual deprivation, Brain Research, vol. 40, 1972, p. 534-539.

concevoir qu'une élévation dans le besoin de rétablissement des structures cognitives déjà existantes produise une élévation dans le gain sensoriel ou l'activation physiologique du SP alors qu'une élévation dans le besoin d'élaboration de nouvelles structures produise une baisse dans le gain sensoriel du SP. Le traitement de l'information au cours du SP suivant la privation perceptuelle se ferait de façon accélérée et automatisée. L'absence de changement marqué dans le pourcentage de SP est conforme à cette interprétation.

Enfin, plusieurs études pourraient être entreprises dans le but de vérifier empiriquement si la dissociation entre les événements phasiques et toniques du SP qui suit l'inversion du champ visuel peut être généralisée à différentes conditions qui nécessitent une réorganisation marquée des structures cognitives tout en n'impliquant pas aussi directement le système visuel. Il serait intéressant de voir si des sujets adultes soumis à un apprentissage intensif d'une langue seconde démontreraient à la fois un accroissement dans le taux de SP consécutif et une décroissance dans la densité des MOR.

CONCLUSIONS

Les résultats suggèrent la possibilité d'une dissociation fonctionnelle entre les aspects phasiques et toniques du SP. L'accroissement significatif dans le pourcentage de SP lors des nuits suivant l'inversion du champ visuel de même qu'une décroissance consistante mais non significative dans la latence d'apparition du SP supportent l'hypothèse que le SP est impliqué dans l'établissement et la réorganisation des structures fonctionnelles (hypothèse P).

La décroissance significative dans la densité des MOR verticaux et la tendance consistante mais non significative à une décroissance dans la densité des MOR horizontaux du SP vont dans le sens de l'hypothèse SCIP qui veut que la fonction du SP consiste à équilibrer de façon homéostatique le taux d'influx sensoriel à travers le cycle veille-sommeil.

La notion que l'intensification dans le besoin de "reprogrammation" associé au SP devrait s'accompagner d'une plus grande profusion d'événements phasiques se trouve sévèrement remise en question. Les changements dans la densité des MOR suggèrent qu'une baisse dans le niveau d'activation physiologique facilite ou permet l'élaboration de nouveaux modèles corticaux.

BIBLIOGRAPHIE

Allen, S. R., J. Oswald, S. Lewis et J. Tagney, The effects of distorted visual input on sleep, Psychophysiology, vol. 9, 1972, p. 478-504.

Les auteurs ne peuvent observer de changements au niveau des paramètres physiologiques du SP chez des sujets soumis à la distortion du champ visuel. Ils rapportent cependant certaines observations qui suggèrent que leurs sujets ont eu l'expérience d'un stress physiologique considérable au cours des journées expérimentales.

Aserinsky, E. et N. Kleitman, Regularly occurring periods of eye motility and concomitant phenomena during sleep, Science, vol. 118, 1953, p. 273-274.

Les auteurs font part de leur découverte d'un stage du sommeil caractérisé par la présence de mouvements oculaires rapides.

Dement, W. C., The effect of dream deprivation, Science, vol. 131, 1960, p. 1705-1707.

L'auteur trouve pour la première fois que des sujets humains soumis à la privation expérimentale de SP démontrent un rebond dans le pourcentage de SP au cours des nuits de récupération. Ce qui suggère fortement que le SP répond à des besoins spécifiques.

Dewan, E. M., The programming (P) hypothesis for REM sleep, dans E. Hartman (Ed.), International Psychiatry Clinics, vol. 7, Sleep and Dreaming, 1970, p. 258-267.

Dewan propose que le SP est à la fois suffisant et nécessaire pour la programmation de l'information. Les prédictions expérimentales et les implications théoriques sont regroupées en six catégories.

Leconte, P. et E. Hennevin, Augmentation de la durée de sommeil paradoxal consécutive à un apprentissage chez le rat, Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris, vol. 273 D, 1971, p. 86-88.

Les auteurs trouvent que des rats soumis pendant 90 minutes à l'apprentissage d'une tâche d'évitement actif démontrent un accroissement significatif dans la durée du SP consécutif.

Mackworth, N. H. et J. S. Bruner, How adults and children search and recognize pictures, Human Development, vol. 13, 1970, p. 149-177.

Les auteurs trouvent que le déploiement des MOR à l'état d'éveil varie en fonction de l'expérience du sujet avec les stimuli visuels présentés.

de la Peña, A., The psycho-biological role of the rapid eye movement dream state, thèse de doctorat, Standord University, 1971, xi-229 p.

de la Peña propose que le SP a pour fonction de compenser la diminution relative dans l'influx sensoriel de l'éveil qui survient lorsque l'organisme traite l'information avec des structures cognitives relativement plus complexes et appropriées. Il met en perspective les recherches et les théories de la psychologie perceptuelle et cognitive.

de la Peña, A., V. Zarccone et W. C. Dement, Correlation between measures of the rapid eye movements of wakefulness and sleep, Psychophysiology, vol. 10, 1973, p. 488-500.

Les auteurs rapportent des corrélations positives et significatives entre les mesures de déploiement des MOR de l'éveil et celles des MOR du SP.

Rechtschaffen, A. et A. Kales (Ed.) A Manual of Standardized Terminology and Scoring System for Sleep Stages of Human Subjects, Washington, D. C., Government Printing Office, No. de publ. 204, 1968.

Il s'agit du manuel officiel de l'APSS. Les recommandations pour l'enregistrement et le "scoring" des stages du sommeil y sont présentées.

Zimmerman, J., J. Stoyva et D. Metcalf, Distorted visual feedback and augmented REM sleep, Psychophysiology, vol. 7, 1970, p. 298.

Il s'agit de la première étude de l'effet de la distortion visuelle sur le SP. Les auteurs rapportent un accroissement significatif dans le taux de SP. Cependant ils n'ont pas contrôlé pour la restriction du champ visuel accompagnant le port des lunettes expérimentales.

APPENDICE 1.

INSTRUMENTS UTILISES POUR
RECRUTER ET SELECTIONNER
LES SUJETS



FACULTÉ DE PSYCHOLOGIE

DÉPARTEMENT DE PSYCHOLOGIE GÉNÉRALE ET
EXPÉRIMENTALE

FACULTY OF PSYCHOLOGY

DEPARTMENT OF GENERAL-EXPERIMENTAL
PSYCHOLOGY

Le 27 juin, 1973

ETUDIANTS DEMANDES POUR ETUDE SUR LE SOMMEIL

Nous sommes à la recherche d'étudiants pour une étude sur le sommeil qui se déroule présentement à la faculté de Psychologie de l'Université d'Ottawa.

Le sujet devra passer 13 nuits en laboratoire. Pendant 4 des journées qui précéderont le sommeil en laboratoire, le sujet portera des lunettes qui invertissent complètement le champ visuel. Nous cherchons des sujets qui répondent aux critères suivants:

- Etudiant
- Sexe masculin
- Entre 18 et 25 ans
- Bilingue ou francophone pouvant lire avec facilité l'Anglais
- Bonnes habitudes de sommeil.

Si tu veux en savoir davantage sur les phénomènes perceptifs et l'activité onirique qui accompagne le sommeil paradoxal et si tu es intéressé par ce genre d'expérience, j'aimerais entrer en contact avec toi. Tu peux me rejoindre aux numéros suivants:

236-7656 à la maison

231-3904 ou 231-4258 à l'Université.

Une fois l'expérience complétée vous aurez droit à \$100.00. Vous n'aurez pas à déboursier pour les repas pris à la Faculté.

François Prévost
Dpt de Psy. Gén. & Expér.
Faculté de Psychologie

APPENDICE 1.

NOM. _____
 ADRESSE LOCALE _____

 TELEPHONE _____
 SEXE _____ STATUT FAMILIAL C _____ M _____
 DATE DE NAISSANCE. _____
 ETUDIANT A PLEIN TEMPS OUI _____ NOM _____
 LANGUE MATERNELLE _____ ETES VOUS BILINGUE? OUI _____ NON _____
 PRENEZ-VOUS DES MEDICAMENTS EN CE MOMENT?
 SOMNIFERES _____ (spécifiez)
 AUTRES _____ (spécifiez)

SOMMEIL

A quelle heure habituellement vous couchez-vous? _____
 A quelle heure vous levez-vous? _____
 Combien de temps est-ce que cela vous prend pour vous endormir? _____
 Est-ce que vous vous considérez comme bon dormeur _____
 dormeur moyen _____
 mauvais dormeur _____
 Est-ce que vous avez un sommeil agité? très _____
 moyen _____
 peu _____
 Avez-vous déjà souffert d'insomnie? Oui _____ Non _____
 Maintenant? Oui _____ Non _____
 Habituellement je rêve plusieurs fois par nuit _____
 une fois par nuit _____
 une fois par semaine _____
 une fois par mois _____
 moins qu'une fois par mois _____
 jamais _____
 Avez-vous des cauchemars? une fois par nuit _____
 une fois par semaine _____
 une fois par mois _____
 moins qu'une fois par mois _____

APPENDICE 2.

ABSTRACT OF

Effet de l'inversion du champ visuel
sur le sommeil paradoxal consécutif.

APPENDICE 2.

ABSTRACT OF

Effet de l'inversion du champ visuel
sur le sommeil paradoxal consécutif.

The published effects of visual inversion on sleep are conflicting. Apart from this, any REM sleep effect would appear to test Dewan's (1968, 1969) P-(programming) hypothesis which would predict increased REM sleep and REM density and de la Peña's (1973) sensory control for information processing (SCIP) hypothesis, which would predict lowered REM sleep or at least a decrease in REM density.

Four male students (aged 19-24) slept in the laboratory for six baseline nights, followed by a three-day rest and then six experimental nights (each series had two adaptation nights, two nights of uninterrupted sleep, two nights for dream collection). During the last four days of each series, Ss were engaged in activities standardized across conditions while either wearing 90° inverting prism goggles or plain glass goggles (same weight, same restriction of the visual field). Horizontal and vertical REMs were independently recorded. Except for total sleep time, data reported

1 François R. W. Prévost, master thesis presented to the School of Graduate Studies of the University of Ottawa, Ontario, 1974.

here were collected from the first eight hours of sleep of the two uninterrupted post-adaptation nights.

There were mean decreases from baseline to experimental nights of 12.81% ($p < .06$, T test, NS) in the horizontal REM density; of 28.86% ($p < .03$) in the vertical REM density; of 14.91% ($p < .10$, NS) in horizontal/vertical REM ratio (total number of 2-sec. mini-epochs of REM sleep containing at least one horizontal REM divided by the total number of such mini-epochs containing at least one vertical REM); and of 19.21% ($p < .08$, NS) in REM sleep latency. There were significant increases in REM sleep of 28.95% ($p < .04$) and in total sleep time of 10.48% ($p < .05$). No consistent changes were observed in other sleep stages, movement time or time awake. The number of shifts to stage 1 or awake was unchanged. There was no indication that the subjects experienced more stress during the day or more intra-sleep restlessness in the experimental condition.

The results support the notion of a functional dissociation between tonic and phasic aspects of REM sleep. The increase in REM sleep and the decrease in REM latency are in agreement with Dewan's P-hypothesis. The decrease in REM density, however, probably reflects a decrease in total phasic activity and in sensory information flow during REM sleep perhaps to balance the increased sensory inflow produced by the inversion of the visual field, and so can be

considered to support de la Peña's SCIP hypothesis. It is proposed that the formation of new functional structures during REM sleep is facilitated by a decrease in REM sensory inflow rather than by an increase.