

. . . . .

## PARAMETRES DU SOMMEIL ET EFFICIENCE MENTALE: VERS UN DEPISTAGE PSYCHOPHYSIOLOGIQUE DE LA DEFICIENCE MENTALE

Jean-Claude Grubar

La recherche des bases biologiques de l'intelligence, l'intelligence "A" d'Eysenck (1982) et des concomitants à l'efficacité intellectuelle a été un souci constant de nombreux psychophysiologistes.

Cette thématique a malheureusement trop longtemps souffert du discrédit de certains psychologues environnementalistes stricts, plus idéologues que scientifiques.

Dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, le célèbre neurophysiologiste Jackson proposa la *sleep cognition hypothesis*, dans laquelle, génialement il pressentait un rôle prévalent au sommeil dans les

activités cognitives.

Le développement de l'approche électrophysiologique du sommeil et la découverte du sommeil paradoxal, en particulier, allait confirmer de façon éclatante les prémonitions de Jackson.

### EVENEMENTS TONIQUES DU SOMMEIL ET DEFICIENCE MENTALE

Selon la critériologie internationale de Rechtschaffen et Kales (1968), le sommeil paradoxal (SP), 5<sup>e</sup> stade de sommeil, est

caractérisé par un EEG désynchronisé où coexistent des ondes  $\beta$  et des ondes  $\theta$ , la présence de mouvements oculaires rapides (MOR) en bouffées à l'EOG et une atonie musculaire à l'EMG submental. Ce sommeil actif apparaît cycliquement toutes les 90 minutes environ, au cours du sommeil nocturne et occupe 20% du temps de sommeil de l'adulte.

Du point de vue phylogénétique, le sommeil paradoxal est d'apparition récente (Jouvet-Mounier, 1968; Karmanova, 1982) et se développe parallèlement à la corticalisation, c'est-à-dire parallèlement aux possibilités d'apprentissage des espèces concernées.

Pour ce qui concerne l'ontogenèse, les jeunes de toutes les espèces étudiées ont davantage de sommeil paradoxal que les adultes, chez l'être humain 50% du temps de sommeil se passe en phase paradoxale chez le nouveau-né alors que l'adulte n'en dispose que 20% (Roffwarg et al., 1966). De nouveau, il est possible d'affirmer la relation entre temps passé en sommeil paradoxal et possibilités d'apprentissage.

Les données avancées par les travaux sur la phylogenèse et l'ontogenèse du sommeil paradoxal étaient l'hypothèse que le pourcentage de SP constitue un indice pertinent de la plasticité cérébrale (Jouvet, 1972), c'est-à-dire des possibilités de recueil et de fixation des informations en provenance de l'environnement.

Par ailleurs, de nombreux travaux ont montré que le SP constitue une phase critique de la mémorisation et des apprentissages (Leconte et Bloch, 1970; Fishbein, 1971; Pearlman et Greenberg, 1972; Mac Grath et Cohen, 1978).

Ces différentes données légitiment les travaux entrepris sur le sommeil et, en particulier, le SP des déficients mentaux.

La comparaison d'enregistrements du sommeil nocturne spontané de sujets normaux et déficients

mentaux met en évidence des différences significatives pour ce qui touche au SP: allongement de la latence d'apparition de la première phase de SP, diminution du nombre d'épisodes de SP, augmentation du taux de sommeil indifférencié, tel qu'il est défini par Lairy et al. (1967), chez les déficients mentaux (Grubar, 1983), ce qui entraîne une réduction significative du pourcentage de SP chez les déficients mentaux (voir tableau 1).

Le taux SP observé chez les déficients mentaux est analogue à celui observé chez les individus âgés. Cette surmaturité du SP entraîne une diminution de plasticité cérébrale, c'est-à-dire une moindre réceptivité à l'environnement: c'est un *premier handicap* chez les déficients mentaux.

L'étude du sommeil d'enfants surdoués (Grubar, 1985a) montre une structure inverse: diminution de la latence d'apparition de la première phase de SP, augmentation du nombre d'épisodes de SP qui entraînent une augmentation significative du pourcentage de SP comparé au sommeil d'enfants normaux (voir tableau 2).

Il semble exister une relation entre le niveau d'efficacité mentale appréciée par le QI et le taux de SP: QI et pourcentage de SP sont corrélés positivement ( $r = +,774$ ,  $p < ,001$ ; Grubar, 1987).

La valeur du coefficient de corrélation entre QI et pourcentage de SP légitime le pourcentage de SP comme indice psychophysique valide de la déficience mentale dans la perspective d'un dépistage psychophysique.

### EVENEMENTS PHASIQUES DU SOMMEIL ET DEFICIENCE MENTALE

Après l'analyse des événements toniques du sommeil concomitants de l'efficacité mentale, il apparaît pertinent, dans un second temps, de prolonger cette analyse par celle des composantes phasiques du sommeil.

**Tableau 1**

**Comparaison de 11 indices toniques et phasiques du sommeil d'enfants déficients mentaux et normaux**

PARAMETRES	DEFICIENTS MENTAUX n = 54		NORMAUX n = 17		SIGNIFICATIVITE "t" de Student
	m	$\sigma$	m	$\sigma$	
AGE REEL QUOTIENT INTELLECTUEL	9;8 50	2;2 17	9;0 104	2;1 17	
% SP	12,15	3,42	21,83	1,54	p < .001
Latence 1re phase de SP (mn)	151	47	88	17	p < .001
n phases SP	2,72	1,42	4,21	0,75	p < .001
% SI	4,71	1,54	1,19	0,38	p < .001
N MORs	438,29	36,75	450,63	32,56	NS
1 < 1 sec.	115,64	6,13	168,11	7,21	p < .001
1 ≥ 2 sec.	251,92	31,24	239,74	12,78	p < .05
$R = \frac{1 < 1 \text{ sec.}}{1 \geq 2 \text{ sec.}}$	0,459	0,402	0,821	0,512	p < .02
N Spindles	127,94	12,58	157,87	12,21	p < .001
N Spindles < 0,4s	66,82	6,33	72,46	6,77	p < .01
N Spindles > 0,4s	61,12	12,18	78,41	10,53	p < .001

### Les mouvements oculaires rapides du sommeil paradoxal et la déficience mentale

La présence de mouvements oculaires rapides (MORs) à l'EOG constitue l'un des indices cardinaux du SP.

La structuration des salves de MORs a fait l'objet de l'essentiel des travaux de Petre-Quadens (1972, 1978) qui les considère comme des processus de

type markovien à partir de l'analyse des intervalles temporels entre MORs consécutifs. Petre-Quadens distingue deux intervalles critiques: les intervalles courts, inférieurs à une seconde ou hautes fréquences oculomotrices, les intervalles longs, égaux ou supérieurs à deux secondes ou basses fréquences oculomotrices.

Alors que le nombre total de MORs est identique chez les déficients mentaux et les sujets normaux,

**Tableau 2**

**Comparaison de 8 indices toniques et phasiques  
du sommeil d'enfants surdoués et normaux**

PARAMETRES	SURDOUES n = 5		NORMAUX n = 17		SIGNIFICATIVITE "U" de Mann-Whitney
	m	extrêmes	m	$\sigma$	
AGE REEL QUOTIENT INTELLECTUEL	11;6 149	9;9-13;8 137-171	9;0 104	2;1 17	
% SP	m	extrêmes	m	$\sigma$	p < .02
	26,39	23,23-29,70	21,83	1,54	
Latence 1re phase SP (mn)	74	53-93	88	17	p < .05
N phases SP	6,40	6-7	4,21	0,75	p < .05
% SI	1,34	0,30-2,07	1,19	0,38	p < .025
N MORs*	444,08	362-504	438,29	36,75	NS
1 < 1 sec.*	282,25	247-311	168,11	7,21	p < .002
1 ≥ 2 sec.*	199,75	160-255	239,74	12,78	p < .05
R = $\frac{1 < 1 \text{ sec.}^*}{1 \geq 2 \text{ sec.}}$	1,441	1,21-1,64	0,821	0,512	p < .02

\* Sur 4 sujets, l'EOG d'un des enfants est inexploitable.

les intervalles courts sont déficitaires chez les premiers (Petre-Quadens, 1972; Grubar, 1978).

Le rapport (R) entre ces deux types d'intervalles, rapport des fréquences oculomotrices augmente avec l'âge (Hoffman et Petre-Quadens, 1979) et consécutivement à des sessions d'apprentissage (Spreux et coll., 1982). R apparaît, de la sorte, être comme le pourcentage SP, un indice critique. Il est actuellement admis que R constitue un indice pertinent des capacités organisationnelles des individus. L'amélioration des capacités organisationnelles avec l'âge, permet chez l'adulte normal,

de pallier l'involution de la plasticité cérébrale.

Cet indice a une valeur significativement inférieure chez les déficients mentaux (voir tableau 1) alors que chez des enfants surdoués, R est significativement supérieur à sa valeur chez des enfants normaux (Grubar, 1985b; voir tableau 2).

La valeur du coefficient de corrélation entre QI et R, + .670 (p < .01) légitime R comme paramètre psychophysiologique pertinent de la déficience mentale.

Des capacités organisationnelles réduites constituent un *second handicap* de la déficience mentale.

### Les spindles du stade 2 et la déficience mentale

Les spindles, événements phasiques et critériologiques du stade 2, sont constitués d'ondes  $\sigma$  (13 à 15 cps).

Spindles et MORs ont le même générateur, le noyau intralaminaire du thalamus (Schlag et al., 1974) mais sont dissociés dans le sommeil: les spindles n'apparaissent que lors du stade 2, les MORs que lors du sommeil paradoxal.

Il est à noter que le sommeil de fin de nuit est appauvri en sommeil lent (stades 3 et 4) et n'est uniquement constitué que de stade 2 et SP séparés par de courts intervalles de SI.

Ces divers arguments légitiment l'étude des spindles chez les déficients mentaux.

Shibagaki et coll. (1982) furent les premiers à constater une concomitance spindles-MORs dans le sommeil d'enfants trisomiques 21: stade 2 et SP étaient, le plus souvent atypiques chez ces sujets.

Consécutivement aux divers travaux de Shibagaki et Kiyono (1983), il est dorénavant classique de distinguer des spindles courts, d'une durée inférieure à 0,4 seconde, les spindles longs d'une durée supérieure à 0,4 seconde.

Le nombre total de spindles, le nombre de spindles d'une durée inférieure à 0,4s ainsi que le nombre de spindles d'une durée supérieure à 0,4s sont significativement inférieurs chez les déficients mentaux (voir tableau 1).

Ce constat s'il contribue à renforcer l'idée d'un diagnostic psychophysique de la déficience mentale, n'a pas fait l'objet d'étude chez les surdoués et demeure encore difficilement interprétable car la fonction de l'activité spindle n'a pas encore été précisée.

A titre d'hypothèse heuristique, il n'est pas impensable de postuler que l'activité spindle participerait du transfert et de la généralisation des informations préalablement fixées et organisées: les spindles en seraient les témoins. Cette hypothèse séduisante permettrait d'articuler toutes les fonctions du sommeil en rapport avec la cognition: *fixation des informations* lors du SP (pourcentage SP), *organisation des informations* lors du SP (R), *transfert des informations* lors du stade 2 (spindles).

Cette conception assurerait une base psychophysique à la définition de l'intelligence comme capacité à recueillir, fixer, organiser et transférer des informations (Grubar, 1985b).

### DE LA CORRELATION A LA CAUSALITE, DU DIAGNOSTIC PSYCHOPHYSIOLOGIQUE A L'INTERVENTION PSYCHOPHYSIOLOGIQUE: LA NEUROPEDAGOGIE

Il peut paraître osé mais néanmoins séduisant d'interpréter les corrélations entre pourcentage SP et QI, R et QI, évoquées précédemment en termes de causalité: une plasticité cérébrale réduite serait susceptible de rendre compte des déficits de fixation observés chez les déficients mentaux, des capacités organisationnelles réduites seraient, par ailleurs, susceptibles de rendre compte des déficits de la structuration, prérequis à l'abstraction, chez les déficients mentaux.

Valider cette hypothèse valide certes l'interprétation causale mais en outre induit un nouveau type d'intervention à support psychophysique.

Augmenter la quantité de SP faciliterait la fixation de nouvelles informations ce qui a déjà été vérifié chez l'animal (Delacour et Brenot, 1975).

Dans cette perspective épistémologique, une tentative de ce type a été réalisée chez des jeunes sujets trisomiques 21 avec la Butoctamide Hydrogen

Succinate (Grubar et al., 1986). Cette substance a pour effet d'augmenter de façon significative le taux de SP de ces sujets mais n'a aucun effet sur R.

Pallier les déficits organisationnels par une pédagogie au préalable hautement organisée constitue l'un des supports théoriques de la *neuropédagogie*.

Une technique d'induction opératoire, la "boîte à transformations" (Paour, 1980) utilisée en association avec la Butoctamide Hydrogen Succinate, a montré son efficacité sur un échantillon de jeunes déficients mentaux de différentes étiologies (Grubar, 1989; Grubar et al., 1990) et valide de la sorte l'hypothèse d'une causalité entre événements du sommeil paradoxal et efficacité mentale.

## CONCLUSION

L'utilisation des techniques électrophysiologiques

dans l'étude du sommeil a permis, non seulement, une meilleure connaissance de ce dernier mais aussi de valider l'hypothèse jacksonienne "sleep cognition".

Divers événements du sommeil participeraient aux prérequis psychobiologiques de l'efficacité mentale:

- . taux de SP: plasticité cérébrale;
- . rapport des fréquences oculomotrices: capacités organisationnelles;
- . activité sigma: capacités de transfert, à titre d'hypothèse.

Ces événements sont susceptibles, de la sorte, de constituer des indices psychophysiologiques de l'efficacité mentale et contribuer à la mise en place d'un véritable diagnostic psychophysiologique de la déficience mentale, diagnostic pouvant aboutir à un nouveau type d'intervention inspiré des dysfonctionnements psychophysiologiques, la neuropédagogie.

## BIBLIOGRAPHIE

DELACOUR, J., BRENOT, J. (1975) Sleep patterns and avoidance conditioning in the rat. *Physiology and Behavior*, 14, 329-335.

EYSENCK, H. J. (1982) *A model for intelligence*. New York: Springer éd.

FISHBEIN, W. (1971) Disruptive effects of rapide eye movement sleep deprivation on long term memory. *Physiology and Behavior*, 6, 279-82.

GRUBAR, J. C. (1978) Débilité mentale et sommeil paradoxal. *Enfance*, 3-4, 387-394.

GRUBAR, J. C. (1983) Sleep and mental deficiency. *Revue de Neurophysiologie Clinique*, 13, 107-114.

GRUBAR, J. C. (1985a) Sleep and mental deficiency. In: Freeman, J., *The Psychology of Gifted Children*. London: J. Wiley & Sons, éd.

GRUBAR, J. C. (1985b) Approche psychophysiologique du potentiel intellectuel. *Enfance*, 1, 85-90.

- GRUBAR, J. C. (1987) Sommeil et Efficience Mentale: vers une neuropédagogie. Thèse de Doctorat d'Etat inédite. Université de Paris X - Nanterre.
- GRUBAR, J. C. (1989) Sleep and mental retardation: towards a synthesis. *Brain Dysfunction*, 2, 73-83.
- GRUBAR, J. C., GIGLI, G. L., COLOGNOLA, R. M., FERRI, R., MUSUMECI, S. A., BERGONZI, P. (1986) Sleep patterns of Down's syndrome children: effects of Butochtamide Hydrogen Succinate (BAHS) administration. *Psychopharmacology*, 90, 119-122.
- GRUBAR, J. C., LANCRY, A., LECONTE, P. (1982) Modification des caractéristiques du sommeil paradoxal consécutif à un apprentissage chez l'homme. *Cahiers de Psychologie Cognitive*, 2, 327-334.
- GRUBAR, J. C., SAKUMA, A., GIGLI, G. L., D'ERARIO, C., POLLICINA, C. (1990) Déficience mentale et pharmacologie: l'approche neuropédagogique. *Enfance*, 3, 323-337.
- HOFFMAN, G., PETRE-QUADENS, O. (1979) Maturation of REM patterns from childhood to maturity. *Waking and Sleeping*, 3, 255-262.
- JOUVET, M. (1972) Le discours biologique. *Revue de médecine*, 16, 1003-1064.
- JOUVET-MOUNIER, D. (1968) *Ontogénèse des états de vigilance chez quelques mammifères*. Thèse inédite de doctorat, Lyon.
- KARMANOVA, I. G. (1982) *Evolution of sleep stages in the formation of the "wakefulness sleep" cycle in the vertebrates*. Bâle: Karger, éd.
- LAIRY, G., BARROS-FERREIRA, M., GOLDSTEINAS, L. (1967) Données récentes sur la physiologie et la physiopathologie de l'activité onirique. In: Gastaut, H. et al.. *The abnormalities of sleep in man*. Bologna, Aulo Gaggi, éd.
- LECONTE, P., BLOCH, V. (1970) Déficit de la rétention d'un conditionnement après privation du sommeil paradoxal. *Compte Rendus de l'Académie des Sciences Paris*, 271, 226-229.
- MAC GRATH, M., COHEN, D. (1978) REM sleep facilitation of adaptive waking behavior. *Psychological Bulletin*, 85, 24-57.
- PAOUR, J. L. (1980) *Construction et fonctionnement des structures opératoires concrètes chez l'enfant débile mental: apport des expériences d'apprentissage et d'induction*. Thèse de IIIe cycle inédite, Université de Provence, Aix en Provence.
- PEARLMAN, C., GREENBERG, R. (1972) Brief REM sleep deprivation impairs consolidation in complex learning in rats. *Psychophysiology*, 9, 109-110.
- PETRE-QUADENS, O. (1972) Sleep in mental retardation. In: Purpura, D. F., Mayers F. E.. *Sleep and the Maturing Nervous System*. New York: Academic Press, éd.
- PETRE-QUADENS, O. (1978) Logic and ontogenesis of some sleep patterns. *Totus Homo*, 8, 60-72.
- RECHTSCHAFFEN, A., KALES, A. (1968) *A manual of standard terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects*. Washington: Public Health Government Printing Office, éd.

ROFFWARG, H., MUZIO, J., DEMENT, W. (1966) Ontogenic development of human dream cycle. *Science*, 152, 604-619.

SCHLAG, J., PETRE-QUADENS, O., DE LEE, C., GOFFE, B. (1974) Eye movements and occipital electrocortical rhythms: effects of stimulation of the frontal eye field in the cat. *Journal of Physiology*, 68, 343-350.

SHIBAGAKI, M., KIYONO, K. (1983) Duration of spindle bursts during nocturnal sleep in mentally retarded children. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 55, 645-651.

SHIBAGAKI, M., KIYONO, K., WATANABE, K., HAKAMA, S. (1982) Concurrent occurrence of rapide eye movement with spindle burst during nocturnal sleep in mentally retarded children. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 53, 27-35.

SPREUX, F., LAMBERT, C., CHEVALIER, B., MERIAUX, H., FREIXA I BAQUE, E., GRUBAR, J. C., LANCRY, A., LECONTE, P. (1982) Modification des caractéristiques du sommeil paradoxal consécutif à un apprentissage chez l'homme. *Cahiers de Psychologie Cognitive*, 2, 327-334.

. . . . .