

Laisser parler la physiologie

Sommeil et éveil : deux états de conscience indissociables

Le sommeil et l'éveil sont les deux états de conscience principaux qui alternent au cours du nyctémère. Ils sont observables à travers des comportements bien différenciés : d'un côté, le repos, les yeux fermés, les muscles détendus et la diminution progressive de l'interaction avec l'environnement ; de l'autre, un niveau d'activité significatif, une interaction avec l'environnement, une réelle tonicité musculaire. L'existence d'états intermédiaires de la conscience est également identifiable à travers le comportement tel que la somnolence visible par le bâillement, la tête qui dodeline, le clignement des paupières ou un ressenti de picotement des yeux, l'attention difficile à maintenir, la lecture répétée d'une ligne de livre et la frilosité ; ce sont autant de signaux de somnolence qui, perçus en soirée, déclenchent normalement le comportement volontaire d'aller se coucher.

Ce qu'on appelle « le sommeil » est constitué de deux types de sommeil très différents l'un de l'autre : le sommeil lent et le sommeil paradoxal. Ils se succèdent tout au long du déroulé du sommeil, s'excluant l'un l'autre, ce qui fait dire parfois que nos principaux états de conscience sont au nombre de trois : l'éveil, le sommeil lent et le sommeil paradoxal. Chacun de ces états de conscience répond à des paramètres physiologiques qui les définissent et les différencient. Trois paramètres neurophysiologiques définissent chaque état, l'électro-encéphalogramme (EEG), l'électro-oculogramme (EOG) et l'électromyogramme des muscles de posture (EMG).

■ *L'éveil* est une période de mouvements, d'activités plus ou moins soutenues, sous-tendue par un rythme EEG rapide : alpha (8-13 Hz), bêta (14-28 Hz), gamma (plus de 28 Hz).

- Le *sommeil lent* (SL) est caractérisé par des ondes EEG lentes et un tonus musculaire moindre par rapport à l'éveil. Trois stades de sommeil lent sont différenciés : le stade N1 qui est un stade de transition entre éveil et sommeil, le stade N2, sommeil lent bien établi et le stade N3, sommeil lent profond avec des ondes EEG les plus lentes, amples et de basse fréquence.
- Le *sommeil paradoxal* (SP) également appelé sommeil REM (*Rapid Eye Movement* pour les Anglo-Saxons) où l'activité cérébrale est rapide, proche de celle de l'éveil mais avec des ondes particulières dites en dent de scie, des mouvements oculaires rapides enregistrés sur l'EOG et une abolition du tonus musculaire à l'EMG. On suppose que l'activité cérébrale et les MOR ont un rôle dans l'élaboration et la complexité du rêve, l'absence de tonus musculaire permettant de le vivre sans bouger. Durant le sommeil paradoxal sont observées une turgescence du clitoris chez la femme et une érection chez l'homme, sans lien avec le contenu du rêve (Fiche e1.1).



Enregistrement électrophysiologique du sommeil

La polysomnographie est l'examen de référence pour l'enregistrement électrophysiologique du sommeil en laboratoire. L'examen est interprété par un professionnel expérimenté et selon des règles reconnues au niveau international, retrouvées dans *Le manuel AASM pour le codage du sommeil et des événements associés*. L'exploration du sommeil comporte, afin de reconnaître l'éveil et les différents stades de sommeil, des voies EEG, des voies EMG au niveau du menton (tonus axial) et des voies EOG (deux électro-oculogrammes permettant de mettre en évidence les mouvements oculaires). Les stades de sommeil sont scorés par pages de 30 secondes selon des critères précis (appelé *scoring*). Le scoring permet la réalisation d'un hypnogramme qui est la représentation graphique de l'évolution des différents stades de sommeil dans le temps.

Quelques précisions électrophysiologiques sont nécessaires. On définit des trains d'ondes d'activité EEG sinusoïdes en fonction de leur fréquence, de leur durée, de leurs amplitudes et de leurs rythmes, intéressant les stades de sommeil et d'éveil, selon des critères proposés dès 1968 par Rechtschaffen et Kales. Il persiste encore des discussions concernant ces stades, comme, par exemple, la subdivision en neuf stades différents du stade de sommeil lent léger I. Cependant, ces critères définis précisément sur la base des études neurophysiologiques ont l'intérêt d'homogénéiser l'interprétation du déroulé du sommeil. On distingue ainsi certains grapho-éléments fondamentaux :

- le rythme alpha, caractérisé par un train d'ondes entre 8 et 13 Hz surtout observé en région postérieure occipitale, et dont la particularité est de se désynchroniser à la fermeture des yeux ;

- l'activité EEG de faible amplitude et fréquences mixtes (FAFM) ou Activité thêta dont la fréquence du train d'ondes est comprise entre 4 et 8 Hz ;
- les fuseaux de sommeil (ou *spindles*) dont le train d'ondes sinusoïdales de fréquence comprise entre 11 et 16 Hz (ou plus souvent entre 12 et 14 Hz), pendant plus de 0,5 seconde dans les régions centrales. Ces fuseaux de sommeil, correspondent à l'activation de boucles neuronales thalamo-corticales ; ils signent pour certains l'entrée dans le sommeil réel, le stade I étant alors considéré comme un stade de transition. À ce jour, le débat sur ce point n'est pas tranché.
- les complexes K, ondes aiguës négatives immédiatement suivies d'une composante positive, d'une durée de plus de 0,5 seconde, d'amplitude maximale sur les régions frontales, se détachent parfaitement de l'EEG, et sont aussi une caractéristique de l'entrée en sommeil lent léger de stade 2, correspondant à l'activation de boucles cortico-corticales, signant différents stades de traitement de l'information (exemple du traitement de l'information auditive, le canal auditif étant constamment sollicité, même pendant le sommeil) ;
- les activités à ondes lentes correspondent à des ondes de 0,5 à 2 Hz, d'amplitude pic à pic de plus de 75 μ V, dans les régions frontales. Leur présence sur plus de 20 % d'une page de 30 secondes signe l'entrée en sommeil lent profond.

Les techniques d'enregistrement électro-encéphalographique ont connu une évolution technologique importante dans la seconde partie du xx^e siècle, notamment avec la possibilité d'enregistrer l'activité EEG en profondeur grâce à l'implantation d'électrodes profondes chez l'humain¹. Ces nouvelles approches ont mis en évidence des zones de cerveau présentant au même moment des phases de sommeil différentes, phénomène déjà connu chez l'animal mais jusqu'alors insoupçonné chez l'humain. Ceci a permis l'ébauche de la théorie des sommeils et des éveils locaux (Fiche e1.2).



Hypnogramme : la partie émergée de l'iceberg

Les données de l'enregistrement électrophysiologique se représentent d'une façon graphique appelée hypnogramme qui montre l'importance relative de l'éveil et des stades de sommeil au cours de la nuit, leur organisation temporelle, et renseigne sur le déroulé du sommeil. La réalisation de l'hypnogramme permet de calculer une latence d'endormissement (temps nécessaire pour que la première page de stade I ou somnolence apparaisse, une fois les lumières éteintes et le sujet couché dans son lit).

1 À l'origine, dans la maladie de Parkinson pour stimuler les noyaux gris centraux qui ne fabriquent plus de dopamine et dans l'épilepsie pour rechercher la source des crises avant une éventuelle intervention neurochirurgicale.

À partir de l'endormissement, le sommeil s'approfondit progressivement jusqu'à l'apparition du sommeil paradoxal une heure et demie plus tard en moyenne, finissant ainsi le premier cycle de sommeil. Le sommeil de nuit s'organise en plusieurs cycles constitués chacun de sommeil lent et d'un épisode de sommeil paradoxal ; au cours de la nuit chez un sujet adulte, 3 à 5 cycles se succèdent d'une durée chacun de 90 à 120 minutes.

Le sommeil lent profond, surtout présent dans les cycles de première partie de nuit, reflète la régulation homéostatique du sommeil et correspond à une période de récupération énergétique du cerveau, peu consommatrice en énergie, avec une diminution de $\{1/3\}$ du métabolisme de base, une forte diminution du métabolisme du glucose, de la fréquence cardiaque, et du tonus sympathique au niveau musculaire squelettique, rénal et cutané, entre autres.

Les cycles de deuxième partie de nuit sont constitués de sommeil lent léger, essentiellement de stade N2 et de phases plus longues de sommeil paradoxal. Des éveils brefs, dont le dormeur n'a pas de souvenir, surviennent pendant la nuit, notamment en fin de cycle dans la transition avec le cycle suivant ; ils sont d'autant plus nombreux que la fin de nuit approche (Figure 1.1).

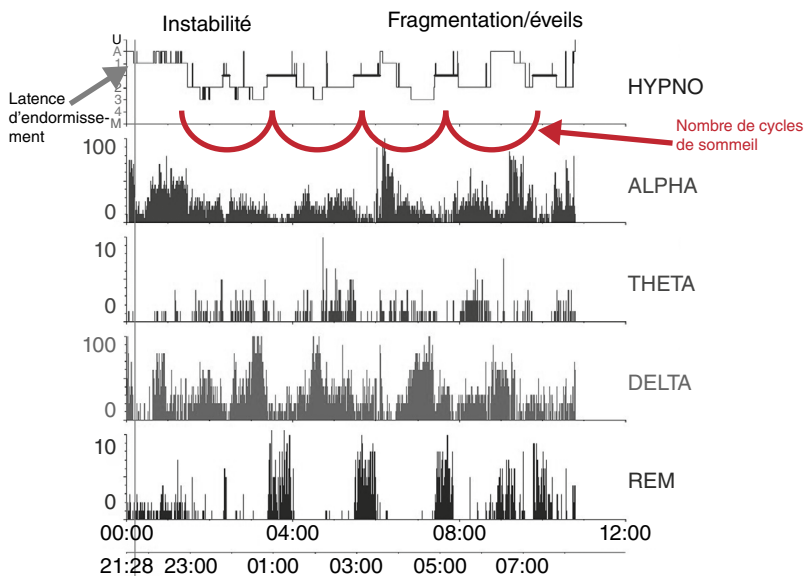


Figure 1.1 Hypnogramme : représentation graphique de l'organisation temporelle du sommeil chez un adulte jeune en bonne santé. Le sommeil est organisé en cycles comprenant chacun du sommeil lent et un épisode de sommeil paradoxal. L'analyse spectrale correspondante des différents rythmes EEG et de la densité en mouvements oculaires (REM) est représentée en dessous de l'hypnogramme.

Certaines normes sont à connaître, sachant cependant que l'évolution des connaissances concernant la physiologie du sommeil ou les données épidémiologiques peut amener à les modifier. En effet, le stade 4, correspondant à un sommeil lent extrêmement profond, a été supprimé des classifications internationales, dans une volonté de simplification de l'interprétation des polysomnographies. Cette modification n'a pas de conséquences majeures sur la recherche de pathologies en pratique courante mais peut manquer de pertinence dans l'exploration d'autres troubles du sommeil. Actuellement, on distingue ainsi :

- le stade N2, sommeil lent léger de stade 2, qui représente 50 % de notre temps total de sommeil. Le fait de parler de sommeil « léger » porte à confusion pour les non-connaisseurs car il s'agit d'un sommeil bien installé, dont les fonctions sont indispensables et complémentaires à celles des autres stades de sommeil lent profond et paradoxal. Ce stade de sommeil a été longtemps considéré comme un sommeil de remplissage, le sommeil lent profond et le sommeil paradoxal étant le noyau dur du sommeil. Les données récentes ont montré son intérêt majeur notamment dans les processus mnésiques, par exemple. Sur un plan scientifique cependant, il est très difficile de créer des protocoles de privation de sommeil sélective du sommeil lent léger sans impact sur les autres stades de sommeil. Sa fonction propre reste donc mal connue ;
- le stade N3, ou sommeil lent profond, s'évalue en durée (minutes par nuit), et quel que soit le temps de sommeil nécessaire du sujet, il doit être de 100 minutes environ ;
- les autres stades de sommeil, et notamment, le sommeil paradoxal, s'expriment en pourcentage par rapport à la durée totale du sommeil.

Le SP (ou REM) ou sommeil paradoxal, ponctuant chaque cycle de sommeil, est de plus en plus important au fur et à mesure de l'évolution du sommeil. Le pourcentage de SP, habituellement de 20 à 25 % du sommeil total de l'adulte, est facilement réduit quand les conditions de sommeil changent : effet dit « première nuit » lors d'un enregistrement en laboratoire, ou sous l'effet de certains médicaments psychotropes. Il est augmenté lors de la récupération en rebond en suite d'une privation de sommeil (Figure 1.2) (Fiches e1.3 et e1.4).



Mesures des paramètres du sommeil

Données subjectives : agenda de sommeil

Deux types de données sont à considérer pour étudier le sommeil : les données subjectives (entretien clinique, agenda de sommeil) et des données objectives (actimétrie, enregistrement polysomnographique). Il faut avoir à l'esprit que les deux versants, subjectif et objectif, ont un réel intérêt, l'important étant de bien déterminer le champ d'étude et d'action dans lequel on se place. Les données subjectives qui sont déclaratives sont rapportées par le patient grâce à l'agenda

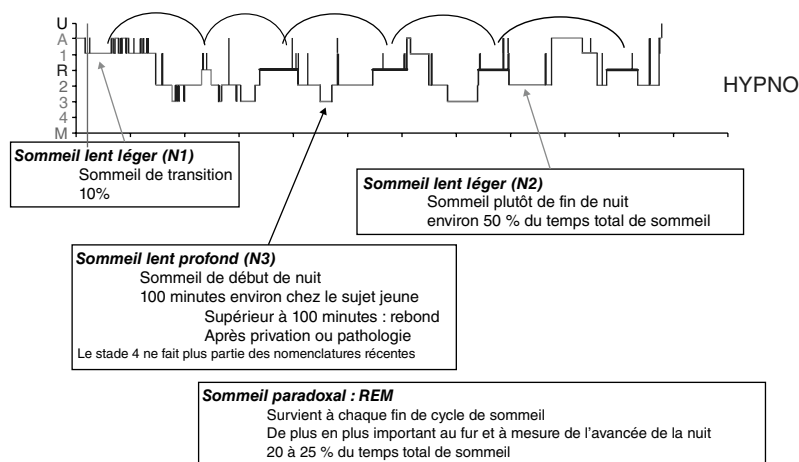


Figure 1.2 Hypnogramme : normes pour les quantités et proportions relatives des différents stades de sommeil chez un adulte jeune.

de sommeil (Annexe 1) ; ce calendrier rempli au jour le jour permet un relevé des horaires et de la qualité de sommeil perçue, d'éviter l'écueil de la focalisation sur les mauvaises nuits et leur généralisation à l'ensemble du sommeil. L'agenda permet au patient de prendre conscience de son rythme veille-sommeil, de ses erreurs comportementales, de ses croyances, et tout au long de sa prise en charge, des effets thérapeutiques à travers son impression subjective de sommeil. Il permet également au thérapeute de noter le degré d'implication du patient : un agenda de sommeil mal rempli nécessite de prendre un temps d'explication supplémentaire ou un travail motivationnel complémentaire.

Le recueil des données s'effectue sur les sept derniers jours au moins (comme le recommande le seul consensus d'experts américains existant à ce sujet en 2012, mais suivi au niveau international). Cet outil est un co-thérapeute puissant : il permet au patient de s'approprier le travail psychothérapeutique par l'expérience, de s'impliquer dans le recueil des données et dans le calcul des paramètres de sommeil.

La plupart des données épidémiologiques concernant le temps de sommeil idéal sont issues d'enquêtes déclaratives. Ainsi, le *temps total de sommeil* (TTS) est considéré comme normal entre 6 et 9 heures par 24 heures (durée de sommeil effective) chez l'humain ; dormir moins de 6 heures est considéré comme insuffisant, excepté chez un court dormeur sans aucun symptôme. On s'interroge sur le risque cardiovasculaire ou neurocognitif pour les temps de sommeil très courts (de moins de 5 heures) dont les modalités d'exploration restent à préciser (travaux épidémiologiques de D. Léger et M. Ohayon). Dormir plus de 9 heures

par 24 heures est considéré chez l'adulte comme une durée de sommeil augmentée (excepté pour de rares longs dormeurs constitutionnels), et dormir plus de 660 minutes répond à l'un des critères diagnostiques polysomnographique d'une hypersomnie. On peut retenir qu'une plainte de TTS en deçà de 6 heures par 24 heures ou au-delà de 9 heures nécessite une exploration du sommeil.

Données objectives : actimétrie et polysomnographie

Actimétrie

Si l'agenda de sommeil n'est pas réalisable, ou si l'on suspecte un trouble du rythme veille-sommeil, l'actimétrie est un outil objectivant d'autres paramètres de sommeil plus objectifs, mais sans notion de la structure ou de l'organisation du sommeil sous-jacente : il s'agit d'un système muni d'un capteur piezzo-électrique, détecteur de l'accélération du mouvement, donnant un gradient de niveau d'activité sur une durée prolongée (en général entre 15 jours à 3 semaines). Les études ont prouvé que l'actimétrie représentait un reflet intéressant de l'alternance veille-sommeil, à de rares exceptions (la maladie de Parkinson, par exemple à cause du tremblement). Des données objectives peuvent déterminer la latence d'endormissement, la durée de sommeil estimée, le gradient d'activité ou d'inactivité sur le nyctémère, parallèlement à l'exposition à la lumière (certains systèmes étant capables de détecter cette dernière).

Des capteurs issus des nouvelles technologies sont en cours de développement. Pour l'instant, leur validité scientifique n'est pas encore établie, mais leur intégration dans le futur (proche) pour l'évaluation de l'organisation du rythme veille-sommeil ou de la structure du sommeil est évidente. À l'avenir, on peut penser que l'utilisation d'agendas électroniques deviendra courante. Leur place dans la prise en charge n'est pas clairement établie : certains sont intégrés dans des montres connectées et sont des outils proches de l'actimétrie médicale, offrant la possibilité de connaître le rythme veille-sommeil du sujet, le patient étant passif lors de l'enregistrement des données ; d'autres vont proposer au patient de remplir d'une manière ou d'une autre les heures de coucher ou de lever (exemple de l'application Kanopée, ou de l'agenda de sommeil du site [Therasomnia²](http://Therasomnia2)) ; les données sont retranscrites graphiquement la plupart du temps. La finalité de ces différents outils doit être clairement énoncée, l'implication du sujet étant différente en fonction des outils utilisés. L'agenda papier a l'avantage de nécessiter l'écrit, une attention soutenue, et un investissement plus important dans le remplissage, incitant à privilégier cette dernière forme lors des thérapies effectuées dans les troubles du sommeil.

2 Kanopée est une application gratuite. Therasomnia est un site commercial (www.therasomnia.com/agenda-du-sommeil).

Polysomnographie

La polysomnographie est proposée pour rechercher l'existence de troubles organiques du sommeil, comme le syndrome d'apnées du sommeil, les syndromes de mouvements périodiques du sommeil, diagnostiquer des hypersomnies (narcolepsies et hypersomnies) ou explorer des parasomnies comme nous le verrons ultérieurement.

Le sommeil est sensible aux conditions d'enregistrement qui ne sont pas parfaites et sont différentes des conditions habituelles de sommeil, ce qui rend parfois complexe l'interprétation d'un résultat de polysomnographie. L'effet dit « première nuit » en laboratoire en atteste : le sommeil paradoxal est le premier touché et son pourcentage est souvent réduit lors d'une nuit d'enregistrement mais se normalise si l'enregistrement est fait dans les mêmes conditions deux ou plusieurs nuits de suite. Certains patients dorment moins bien qu'à leur habitude, gênés par les capteurs ; à l'inverse, chez les sujets insomniaques ou anxieux, il est fréquent d'enregistrer un sommeil en laboratoire nettement amélioré, peut-être du fait de dormir dans un endroit sûr ou un lieu différent qui annule momentanément le conditionnement à l'insomnie, à tel point que certains patients craignent la mise en doute de leur plainte d'insomnie ou un résultat erroné (Tableau 1.1) (Encadré 1.1).

Tableau 1.1 Paramètres mesurés en polysomnographie.

Item	Définition	Norme
Temps total d'enregistrement	Durée depuis l'extinction des lumières à l'allumage des lumières	Pas de norme. Comprend de la veille et du sommeil. À prendre en compte dans l'insomnie et les patients clinophiles
Latence d'endormissement (LE) en min	Délai d'apparition du sommeil : au moins 3 époques de stade de sommeil N1 ou une seule époque de n'importe quel autre stade de sommeil après l'extinction de la lumière	< ou égale à 30 minutes
Période totale de sommeil en min (PTS)	Intervalle de temps entre l'endormissement et le réveil final	Pas de norme. Comparé au TTS, permet une estimation du temps d'éveil après le début du sommeil
Temps Total de sommeil (TTS) en min	Durée cumulée du sommeil pendant la PTS	Moyenne de 6 à 9 heures chez le sujet jeune en bonne santé. Variations en fonction de l'âge Courts dormeurs (< 6 heures) Longs dormeurs (> 9 heures)