



**HAL**  
open science

## Que nous disent les outils de mesure sur la somnolence et l'hypersomnolence chez l'adulte ? Approches historiques et perspectives futures.

V.P. Martin, J. Taillard, J. Rubenstein, P. Philip, R. Lopez, J.-A. Micoulaud-Franchi

### ► To cite this version:

V.P. Martin, J. Taillard, J. Rubenstein, P. Philip, R. Lopez, et al.. Que nous disent les outils de mesure sur la somnolence et l'hypersomnolence chez l'adulte ? Approches historiques et perspectives futures.. Médecine du sommeil, 2022, 10.1016/j.msom.2022.10.003 . hal-03828125

**HAL Id: hal-03828125**

**<https://hal.science/hal-03828125>**

Submitted on 22 Nov 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Que nous disent les outils de mesure sur la somnolence et l'hypersomnolence chez l'adulte ? Approches historiques et perspectives futures.

## What do measurement tools tell us about sleepiness and hypersomnolence in adults? Historical approaches and future prospects.

Vincent P. Martin<sup>1,2</sup>, Jacques Taillard<sup>2</sup>, Julia Rubenstein<sup>3</sup>, Pierre Philip<sup>2,3</sup>, Régis Lopez<sup>4,5</sup>, Jean-Arthur Micoulaud-Franchi<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Univ. Bordeaux, CNRS, LaBRI, UMR 5800, Bordeaux INP

<sup>2</sup> Univ. Bordeaux, CNRS, SANPSY, UMR 6033, CHU de Bordeaux

<sup>3</sup> Service universitaire de médecine du sommeil, CHU de Bordeaux, Bordeaux, France

<sup>4</sup> Unité des troubles du sommeil, département de neurologie, hôpital Gui-De-Chauliac, CHU de Montpellier, 80, avenue Augustin-Fliche, 34295 Montpellier cedex 5, France

<sup>5</sup> Institut des neurosciences de Montpellier (INM), université de Montpellier, INSERM, Montpellier, France

### Conflits d'intérêts

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts en lien avec cet article.

### Remerciements

Christophe Gauld pour ses échanges et commentaires autour de cet article.

## Résumé

Malgré son rôle central dans la sémiologie et les classifications nosologiques des troubles du sommeil et de l'éveil, il n'existe pas actuellement de consensus sur la définition de la somnolence et de l'hypersomnolence qui restent des concepts complexes et multidimensionnels. Dans un article publié dans ce numéro de Médecine du Sommeil, Lopez et coll. proposent des définitions de l'hypersomnolence et de ses différentes sous-dimensions selon une approche basée sur une connaissance experte, organisant les construits selon les connaissances et l'expérience des auteurs. Dans cet article, nous présentons une approche complémentaire, consistant à faire émerger les différentes sous-dimensions de la somnolence et de l'hypersomnolence en partant des outils conçus pour les mesurer chez l'adulte. Une analyse systématique des outils de mesures avec le minimum d'*a priori* possible est réalisée afin de proposer une organisation hybride basée à la fois sur le savoir expertal et sur une approche historique des évolutions et ajustements successifs des construits mesurés par les outils de mesure. Nous avons ensuite identifié trois enjeux actuels de recherche autour de la mesure de l'hypersomnolence : i) la standardisation des protocoles, ii) la mise au point de questionnaires mesurant les différentes dimensions de l'hypersomnolence chez l'adulte, et iii) les nouveaux critères de mesure sur la base des protocoles "classiques". Nous proposons enfin des perspectives à l'interface des apports de la médecine de précision et de la médecine stratifiée pour l'approche clinique et de recherche de la somnolence et de l'hypersomnolence en médecine du sommeil.

## Mots-clés

Hypersomnolence, Somnolence, Outils de mesure, Approche historique, Perspectives futures

## Abstract

Despite its central role in the semiology and nosological classifications of sleep and wakefulness disorders, there is currently no consensus on the definition of sleepiness and hypersomnolence, which remain complex and multidimensional concepts. In an article published in this issue of Sleep Medicine, Lopez et al. propose definitions of hypersomnolence and its different subdimensions according to an expert knowledge-based approach, organizing constructs according to the authors' knowledge and experience. In this article, we present a complementary approach, consisting in bringing out the different sub-dimensions of sleepiness and hypersomnolence from the tools designed to measure them in adults. A systematic analysis of measurement tools with the minimum of a priori possible is carried out in order to propose a hybrid organization based on both expert knowledge and a historical approach of the successive evolutions and refinements of the constructs allowed by the measurement tools. We then identified three current research challenges in the measurement of hypersomnolence: i) standardization of protocols, ii) development of questionnaires measuring the different dimensions of hypersomnolence in adults, and iii) new measurement criteria based on "classic" protocols. In opening we propose perspectives at the interface of the contributions of precision medicine and stratified medicine for the clinical and research approach of sleepiness and hypersomnolence in sleep medicine.

## Keywords

Hypersomnolence; Sleepiness; Measurement tools; Historical approach; Future prospects

# Introduction

## Contexte

La somnolence est un état physiologique dont la plupart des individus font l'expérience sur une période de 24h (1,2). Cependant, lorsqu'elle intervient avec une fréquence trop élevée ou lors de situations inappropriées, celle-ci peut être appelée hypersomnolence (3). L'hypersomnolence a des conséquences sur la santé personnelle – l'hypersomnolence étant reliée à de nombreux troubles du sommeil, mentaux, métaboliques, cardiovasculaires, ou neurologiques, ce qui augmente les risques de morbidité et de mortalité (4,5) – mais aussi sur la santé publique, avec de nombreuses conséquences sociales et économiques (6,7). L'hypersomnolence fait ainsi l'objet d'une attention scientifique, sociale et politique grandissante, spécialement dans le contexte de la conduite automobile (8).

Malgré son rôle central dans la classification nosologique des troubles du sommeil (9,10) – et ce dès la première classification (11), il manque des travaux d'investigation systématique de la définition de la somnolence et de l'hypersomnolence, comme il en a été proposé pour la fatigue (2) ou plus récemment la vigilance (12). La problématique de définition est importante et explique notamment la variabilité des estimations de prévalence de l'hypersomnolence, qui peuvent aller de 1,5% à plus de 40% (3,13,14).

## Approche *top-down* : Modèle proposé par Lopez et coll.

Dans un article publié dans ce numéro de Médecine du Sommeil (15), Lopez et coll. proposent une définition de l'hypersomnolence et des outils de mesure de ses différentes dimensions ainsi identifiées selon une approche que l'on propose de qualifier de "*top-down*", c'est-à-dire basée sur une connaissance experte, organisant les construits selon les connaissances et l'expérience des auteurs. Dans un premier temps, les différents construits liés à l'hypersomnolence sont établis, puis différents outils de mesure leur sont associés. Les auteurs ont ainsi distingué trois dimensions importantes liées à l'hypersomnolence.

### 1) **La somnolence diurne excessive**, qui regroupe trois symptômes :

- La *somnolence continue non impérative*, qui se manifeste par des niveaux d'éveil insuffisants et un "brouillard mental" (*drowsiness* en anglais) ;
- La *propension excessive à l'endormissement*, liée au risque rapporté par le sujet de s'endormir pendant sa période d'éveil, par des siestes, ou par des accès de sommeil, volontaire ou non (*sleepiness* en anglais) ;
- Les *comportements automatiques*, correspondant à des états altérés de la conscience associés à la somnolence.

2) **La quantité excessive de sommeil**, qui correspond à une plainte relative à une durée d'au moins 10h de sommeil sur les 24h et/ou d'au moins 9h du sommeil de nuit avec retentissement fonctionnel (16).

### 3) **Les perturbations du réveil**, qui regroupent trois symptômes :

- L'*inertie du sommeil*, caractérisée par un état d'éveil insuffisant plus ou moins durable après le réveil ;
- La *confusion du réveil*, correspondant aux perturbations sévères et transitoires de diverses fonctions cognitives, associée à des manifestations confusionnelles immédiatement après le réveil ;

- La *difficulté à interrompre le sommeil*, associée à une perception de risque de ne pas entendre l'alarme de son réveil ou avoir besoin d'un volume sonore intense pour arriver à interrompre le sommeil.

## Approche *bottom-up* : une revue générale des outils de mesure de la somnolence et de l'hypersomnolence

L'approche « *top-down* »n identifiée dans l'article de Lopez et coll. présente l'intérêt d'offrir, sur la base d'un jugement d'experts, une clarification du concept d'hypersomnolence au regard de la connaissance des enjeux de la clinique et de la recherche en médecine du sommeil identifiés par les auteurs. Cependant une possible limite d'une telle approche est de concevoir l'hypersomnolence à travers un savoir expertal qui peut justement présenter des biais du fait même de cette expertise. Nous avons récemment proposé d'aborder la question des délimitations de la somnolence via une approche complémentaire que nous avons qualifiée de « *bottom-up* » (17). Cette approche consiste à chercher à faire émerger les éventuelles sous-dimensions de la somnolence et de l'hypersomnolence par l'identification et l'étude des outils conçus pour les mesurer (18). Nous avons recensé et classifié tous les outils de mesures de la somnolence et de l'hypersomnolence cités dans la littérature scientifique, avec le minimum d'*a priori* sur les dimensions qu'ils mesurent. À partir d'une analyse systématique des outils de mesures, nous avons émis l'hypothèse que cette approche puisse permettre de mettre en évidence les différentes dimensions de la somnolence et de l'hypersomnolence selon une organisation non pas basée sur le savoir expert, mais sur une approche historique des évolutions et ajustements successifs de ce concept complexe et multidimensionnel.

La méthode utilisée pour cette approche est une revue de revues (ou « *umbrella review* » en anglais) (19) des outils de mesure de la somnolence, chez l'adulte. Ce travail, réalisé dans le respect des recommandations PRISMA (20), a permis dans un premier temps de sélectionner 36 articles de revue portant sur l'évaluation de l'hypersomnolence publiés depuis 1982 ; au sein desquels étaient identifiés 99 outils de mesures distincts de l'hypersomnolence. Via un processus agrégatif et inductif, ces outils ont été classifiés selon 8 catégories :

- Questionnaires (n = 54, 54,5%) : instrument constitué d'une série de questions ou d'autres types de propositions visant à recueillir des informations auprès d'un répondant (le sujet lui-même ou un observateur extérieur).
- Mesures dérivées de l'électroencéphalographie (EEG) (n = 7, 7,1%) : mesures quantitatives basées sur l'EEG.
- Mesures dérivées de la polysomnographie (PSG) (n = 10, 10,1%) : mesures quantitatives basées sur une combinaison d'EEG, d'électrooculographie et d'électromyographie pour définir les états de sommeil ou de veille.
- Mesures basées sur les performances (n = 12, 12,1%) : mesures quantitatives liées aux performances cognitives ou psychomotrices sur une tâche spécifique.
- Mesures de l'activité (n = 7, 7,1%) : outils de mesure quantitative et qualitative basée sur les comportements et l'observation des mouvements.
- Mesures liées aux yeux (n = 3, 3,0%) : mesures quantitatives basées sur les mouvements des yeux et le clignement des paupières.
- Mesures du système autonome (n = 4, 4,0%) : mesures quantitatives dérivées des signaux physiologiques liés à l'activation du système autonome.
- Autres mesures (n = 2, 2,0%) : mesures n'entrant pas dans l'une des catégories précédentes (c'est-à-dire mesures biologiques et mesures dérivées de la magnétoencéphalographie).

Par ailleurs, pour chaque outil individualisé, nous avons recherché la date de publication du plus ancien article de la littérature à notre connaissance mentionnant l'utilisation de cet outil dans un contexte expérimental lié à la somnolence ou à l'hypersomnolence. Enfin, ce travail nous a permis de construire une représentation graphique et interactive de ces outils de mesure ([disponible en ligne](#)), en fonction de leur première date de publication, de la catégorie dans laquelle ils ont été classés, et du nombre de mentions de chaque outil dans les articles de revue inclus. Il a été mis en évidence une surreprésentation de 6 outils de mesures, mentionnés chacun par plus de la moitié des articles de revue inclus : le test psychomoteur de vigilance (PVT), l'échelle de somnolence de Stanford (SSS), l'échelle de somnolence de Karolinska (KSS), le test itératif de latence d'endormissement (TILE), le test de maintien de l'éveil (TME) et l'échelle de somnolence d'Epworth (ESS). Par ailleurs, la catégorie la plus représentée était celle des questionnaires, comprenant plus de la moitié des outils de mesure de la somnolence identifiés. L'intégration des données relatives aux mentions de ces outils, de leur catégorie et de leur date de première publication nous a permis de faire émerger des éléments chronologiques reflétant l'historique du développement et de l'adoption des outils de mesure de la somnolence et de l'hypersomnolence des années 1960 à nos jours.

Nous proposons, dans cet article, d'étudier ces outils au regard de cette approche chronologique, en mettant en avant pour chaque étape les outils les plus représentatifs des différentes périodes clés, identifiés comme les outils ayant fait l'objet de nombreuses études de validation et qui ont largement été adoptés par la communauté de la médecine et de la recherche sur le sommeil. Chaque période ne se conçoit pas comme successive, mais complémentaire et se rajoutant en couche progressive, la date de début de la période ne sous-entendant pas nécessairement que les outils les plus représentatifs de cette période ont été développés à cette date de début, mais possiblement par la suite (**Figure 1**).

## Proposition d'une approche historique des outils de mesure de la somnolence et de l'hypersomnolence

### À partir des années 1960 : début des mesures psychophysiologicals et de performance en lien avec la somnolence

Les premières mentions de mesures liées à la somnolence proposent une approche psychophysiologicals avec la recherche des corrélats électrophysiologicals et autonomiques de la somnolence, mais également une évaluation des conséquences de la somnolence sur les performances. L'association des outils aux construits mesurés est délicate dans cette période, le vocabulaire n'ayant pas eu le temps de se stabiliser et de s'homogénéiser. Nous ne proposons pas ici de différencier rétrospectivement les différents construits mesurés par ces outils, mais nous nous évaluerons les outils mesurant l'effet d'un construit adjacent à la somnolence sur le système autonome et les performances.

Ce champ a commencé à être exploré dans les années 1960 avec des marqueurs comme la fréquence respiratoire (21), la pupillométrie (22), ou la conductance cutanée (23), puis dans les années 1980 avec des mesures liées au nombre de bâillements (24), à la posture (25), ou encore aux yeux qui grattent (26). En parallèle de ces mesures du système autonome, des mesures liées à l'impact de la somnolence sur les performances sont continuellement développées depuis le premier test de Wilkinson qui a ouvert cette période en 1961 (27) et surtout avec la publication du PVT une vingtaine d'année plus tard en 1985 (28), puis de la tâche de réponse

à l'attention soutenue (SART) et du test de résistance au sommeil d'Oxford (OSLER), tous deux en 1997 (29,30).

## Test psychomoteur de vigilance – PVT

Bien que développé après la période des années 1960-1970, l'outil qui nous semble emblématique et caractéristique de cette période de mesure de l'influence de la somnolence sur les performances est le test psychomoteur de vigilance (PVT), introduit en 1985 par Dinges et Powell (28) et mentionné par plus de la moitié des revues incluses dans notre revue générale (17). Dans sa version originale de 1985 (PVT-192), il s'agit de placer le sujet devant un écran noir, sur lequel un point lumineux apparaît à intervalles aléatoire pendant une période de 10 minutes. La consigne est d'appuyer sur le bouton d'une télécommande dès que le point apparaît. Cependant, cette version est i) adaptée qu'à un seul type d'appareil, dédié à cette procédure, ii) relativement longue au regard de certaines procédures expérimentales, et iii) soumise à l'achat de matériel spécifique et des logiciels associés, ce qui freine sa dissémination et donc l'utilisation de cet outil de mesure.

Un premier enjeu de ce test a donc été sa modernisation, afin d'adapter le logiciel originel aux ordinateurs maintenant largement répandus dans les laboratoires (ce qui n'était pas le cas en 1985). Ce travail a notamment été porté par l'équipe de Khitrov qui a proposé en 2014 le PC-PVT, une version du PVT développée pour le système d'exploitation Microsoft Windows, validé en comparaison au PVT-192 en rapportant des délais moyens de calculs inférieurs à 10 ms (31). Ce travail a été poursuivi et a abouti en 2018 à la sortie du PC-PVT2 par la même équipe, adapté pour Windows 10 et proposant des analyses complémentaires à celles effectuées habituellement (32). Le test a également été adapté pour smartphones et tablettes, avec des performances égales sur le PVT-192 et sa version tactile sur des tests de 5 minutes (33).

Un deuxième axe d'innovation sur le PVT a concerné la tâche proposée afin de réduire le temps de passation. En 2011 et 2017, deux études ont proposé des versions du PVT de seulement 3 minutes (le *brief-PVT*, PVT-B), respectivement sur PC (34) et tablettes/smartphones (35). Les deux études mettent au jour une plus faible sensibilité de ce test raccourci comparé au PVT-192, qui peut cependant être compensée en abaissant le seuil sur la durée des temps de réaction (335 ms au lieu de 500 ms pour (34), 220 ms pour les smartphones et 280 ms pour les tablettes dans (35)). En 2012, l'*adaptive PVT* (PVT-A) est proposée par l'équipe de Dinges (36) : la durée du test est fixée par l'algorithme, qui arrête la procédure lorsqu'il a acquis assez de données pour classer correctement la performance au PVT (avec une durée moyenne inférieure à 6m 30s). De fait de sa méthodologie de conception, ce test a une excellente validité au regard du PVT-192. Enfin, Ballester et coll. (37) ont proposé en 2018 sur un PVT de 10 minutes sur PC une tâche alternative à l'apparition d'une tâche sur l'écran : le changement d'angle d'un patch de Gabor. Cette nouvelle approche n'a cependant pas été validée sur le PVT-192.

Enfin, un troisième enjeu concerne l'accessibilité du test, afin de faciliter son utilisation et la reproductibilité des résultats publiés. Alors que le PVT-192 est vendu avec un boîtier, la seule version librement disponible à notre connaissance implémentée pour une utilisation sur n'importe quel PC est le PC-PVT (et son évolution le PC-PVT2), téléchargeables gratuitement au lien suivant : <https://pcpvt.bhsai.org>

## Tâche de réponse à l'attention soutenue (SART) et test de résistance au sommeil d'Oxford (OSLER)

Publié en 1997, la tâche de réponse à l'attention soutenue (SART) (30) est un équivalent du PVT, mais selon un paradigme *go/no-go* : alors que dans le PVT, les sujets doivent réagir le plus vite possible à un stimulus apparaissant à l'écran, lors du SART ceux-ci doivent réagir



spécifiquement à un stimulus rare (généralement le chiffre 3 au milieu d'une série d'autres nombres entre 1 et 9). Ce test a notamment été validé sur des populations de patients avec hypersomnie (38) ou pour évaluer la réponse au traitement chez des patients avec narcolepsie (39). Par ailleurs, contrairement au PVT pour lequel il n'y a pas de seuil pathologique validé (40), pour la consigne « préférez la précision à la rapidité », le seuil de 6 erreurs a été proposé pour la SART (41). Enfin, dans la récente classification des troubles hypersomnolence proposé par Lammers et coll. (16), le SART est d'une part proposé comme mesure objective d'évaluation de la sévérité de la somnolence diurne excessive aux côtés du TILE ; et d'autre part proposé comme possible critère de différenciation des différents sous-types d'hypersomnie idiopathique.

Publié la même année que le SART, le test de résistance au sommeil d'Oxford (OSLER) (29) a une méthodologie plus proche du Test de Maintien de l'Éveil. Les sujets sont installés confortablement en position semi-assise dans une pièce sombre et isolée du bruit pendant quatre séances de 40 minutes à 2 heures d'intervalle. Ils sont invités à rester éveillés tout en appuyant sur un bouton ou en plaçant un doigt sur un capteur tactile en réponse à une stimulation lumineuse intermittente (diode clignotant pendant 1 seconde toutes les 3 secondes). Toutes les omissions sont comptées. Le test est interrompu si le sujet ne répond pas au stimulus 7 fois de suite pendant 21 secondes (indiquant l'endormissement) ou à 40 minutes. Comme pour le TME, dans le cas où le sujet ne s'est pas endormi, la latence d'endormissement retenue est de 40 minutes. Le délai de réponse moyen est calculé en faisant la moyenne des valeurs obtenues lors des quatre tests. Malgré l'existence d'études montrant l'intérêt à la fois des latences d'endormissement (29,42–44) et du nombre d'erreurs (42,43) à l'OSLER pour différencier patients présentant une somnolence diurne excessive et sujets contrôles, et la facilité de mise en place du test comparé au TME, l'OSLER ne fait l'objet d'aucun consensus méthodologique et est beaucoup moins utilisé que le TME dans les essais cliniques.

## Simulateurs de conduite

Enfin un outil emblématique de la période de la mesure de l'influence de la somnolence sur les performances est la simulation de conduite. Il est ainsi intéressant de noter qu'en plus des tests réalisés en laboratoire, des mesures de l'effet de la somnolence sur les performances de conduite automobile sont mises au point dès 1967 pour la conduite réelle (45) et dès 1970 en simulateur (46). La simulation de conduite consiste à donner l'illusion à un conducteur qu'il se déplace dans un environnement routier au volant d'un véhicule. Les simulateurs de conduite sont des outils souvent considérés comme une alternative pour tester sans danger la capacité de conduite, permettant un strict contrôle des paramètres expérimentaux (par exemple, les conditions météorologiques ou la densité du trafic). Les expérimentations sur simulateur permettent également un gain de temps et une réduction des coûts comparativement aux expérimentations réalisées en conduite réelle.

Cependant, les résultats obtenus sur ces simulateurs diffèrent de ceux de la conduite réelle par leur environnement et la motivation du sujet, qui elles-mêmes dépendent du niveau de simulation proposé, avec des performances de conduite généralement plus faibles sur simulateur qu'en conduite réelle (47–49). Par ailleurs, 20 à 30% des sujets immergés dans l'environnement virtuel d'un simulateur subissent le phénomène du « mal du simulateur » (50), qui peut provoquer une perte d'équilibre et/ou des nausées, et qui nécessite la régression vers un simulateur moins immersif ou interdit l'évaluation du sujet par cet outil de mesure. Si le niveau de conduite est souvent pris en compte, nous n'avons pas trouvé d'étude prenant en compte l'habitude du sujet à naviguer dans un monde virtuel du participant. Enfin, une des limites principales des simulateurs de conduite est la reproductibilité des résultats obtenus avec ceux-ci. En effet, à la fois les caractéristiques du matériel et des logiciels employés interfèrent

avec les mesures de performances, limitant non seulement la reproductibilité des résultats obtenus avec une configuration vis-à-vis d'une autre, mais aussi l'établissement de valeurs et de seuils normatifs.

### Perspectives de recherches : facteurs confondants

Un des principaux enjeux des outils de mesure de performances liées à la somnolence détaillés ci-dessus est la prise en compte de l'implication des sujets dans la tâche demandée pouvant être un facteur confondant sur le lien exploré entre somnolence et performance. En effet, les sujets peuvent avoir des pensées vagabondes (*mind wandering* en anglais), avec une attention, une concentration et une motivation variable sur la tâche demandée qui peuvent influencer les résultats. Les tests de performance gagneraient ainsi à mieux contrôler ces facteurs au cours de la tâche et à mesurer cette dimension post-test – par exemple avec l'échelle proposée et validée en français par l'équipe belge de Stawarczyk et coll. (51), proposée en **Annexe B**. L'objectif est ensuite de concevoir des tests de mesure de la performance liée à la somnolence avec un niveau adapté aux caractéristiques psychophysiologiques du sujet passant le test.

## À partir des années 1970 : début des outils psychométriques de la somnolence

### Échelles de somnolence instantanées

L'échelle de somnolence de Stanford (SSS) est le premier outil psychométrique de mesure de la somnolence, publiée en 1973 (52) et validée en Français en 1983 (53). La SSS est un auto-questionnaire demandant au sujet d'évaluer la perception de son niveau de somnolence à un moment donné sur une échelle de 1 « Sensation d'être actif, vif, alerte, pleinement éveillé », à 7 « Ne lutte plus contre le sommeil, endormissement proche, rêve ». L'échelle de somnolence de Karolinska (KSS) a été développée en 1990 (26). Elle présente l'originalité d'avoir été validée sur la base de mesures quantitatives de l'activité électroencéphalographique. Il s'agit d'un auto-questionnaire pour lequel les répondants estiment leur degré de somnolence sur une échelle allant de 1 « Parfaitement éveillé » à 9 « Très somnolent, avec de grands efforts pour rester éveillé, luttant contre le sommeil ». D'autres outils de mesure instantanés de la somnolence ont depuis été développés, comme l'échelle visuelle analogique dédiée à la somnolence (EVA-S), étudiée pour la première fois en 1987 par Monk (54). Cet outil de mesure consiste en un trait de 10 cm ayant à chaque extrémité soit une paire de descriptifs opposés (« je suis très somnolence » / « je suis très éveillé »), soit des descriptifs correspondant à la présence et à l'absence d'un état (« je ne suis pas du tout somnolent » / « je suis très somnolent ») (55).

Alors que pour la SSS, l'article de référence précise la consigne donnée aux participants (“Lors de l'utilisation de l'échelle, il est demandé aux sujets de noter la valeur correspondant à la proposition qui décrit le mieux leur état de somnolence”<sup>1</sup>), cette consigne n'est pas précisée pour la KSS. Par ailleurs, pour aucun des deux questionnaires les consignes n'ont été inscrites sur l'échelle même, posant une problématique de standardisation avec des consignes variables selon les études. Nous retrouvons ainsi pour la SSS des consignes demandant de noter leur

---

<sup>1</sup> “In using the scale, subjects are asked to record the scale value of the statement which best describe their state of sleepiness.”

niveau d'*alertness*<sup>2</sup> (56), ou bien "leur niveau d'*alertness* ou de somnolence"<sup>3</sup> (57). Pour la KSS, les différences de consigne ne concernent pas tant la dimension mesurée (qui est la *sleepiness*), mais la période temporelle évaluée : par exemple, l'état de somnolence instantané (58)<sup>4</sup>, les premières et deuxièmes minutes et demie et fin de la phase de repos de travailleurs postés (59)<sup>5</sup>, ou encore les cinq dernières minutes (60)<sup>6</sup> ou les dix dernières minutes (61) avant la passation de l'échelle. Une problématique propre à la KSS est l'existence de plusieurs versions du même questionnaire. Ainsi, la version originale possède neuf échelons, tandis qu'une alternative utilisée propose l'ajout d'un dixième item « Extrêmement somnolent, ne peut rester éveillé ». Par ailleurs, si la version originale ne proposait une description textuelle que sur les items impairs (26), une version introduite en 2001 a proposé des descriptions textuelles sur tous les items (62), avec une validation similaire des deux outils psychométriques sur une période de 24h de veille (60).

Ces outils de mesures instantanés de la somnolence sont utiles pour mesurer l'évolution de la perception du niveau de somnolence chez un sujet. Cependant, peu de littérature existe sur l'établissement de seuils pathologiques pour ces questionnaires. Sur la SSS, le seuil de 4/7 a été proposé (63), mais la validation de ce seuil souffre de la faible corrélation entre la SSS et d'autres tests objectifs comme les performances en lien avec la somnolence (64) ou le TILE (65,66). Au contraire, la KSS semble bien validée vis-à-vis de l'EEG et des performances (67), pour laquelle le seuil de 7/9 a été proposé. D'autres études sont cependant nécessaires pour confirmer ces seuils dans différentes populations (patients atteints de différentes pathologies) et conditions (privation chronique ou aiguë de sommeil). Enfin, la SSS et la KSS sont des outils à un seul item mesurant en fait un construit probablement multiple. La SSS et la KSS mesureraient en effet à la fois la somnolence et l'"*arousal*" (68)<sup>7</sup>. De plus, pour Johns la SSS mesurerait à la fois la somnolence et la fatigue (65)<sup>8</sup>.

## Perspectives de recherches : consignes et nouvelles échelles

Au regard des données précédentes concernant la SSS et la KSS, deux perspectives de recherches semblent se dégager. Tout d'abord, un effort d'homogénéisation des traductions et des consignes de ces questionnaires. Alors que dans leur livre de référence de 2011, Shahid et coll. (69) n'ont précisé de consigne ni pour la passation de la SSS ni pour la passation de la KSS, la systématisation du report de la consigne et du listing des langues dans lesquelles ces questionnaires ont été validés est à encourager pour favoriser cette homogénéisation. Des initiatives comme la *MAPPI Trust Initiative*<sup>9</sup> pourraient tenir ce rôle d'unification des différentes versions de ces questionnaires, même si celle-ci est payante et ne va pas dans un sens de facilitation de l'accessibilité des questionnaires. Une deuxième perspective de recherche concerne l'élaboration de nouveaux outils psychométriques de la somnolence, dont il faut s'assurer que l'unidimensionnalité (ou non) soit établie en fonction de construits

---

<sup>2</sup> "Respondents chose one of seven hierarchical statements that most closely described their level of alertness immediately before the crash or survey"

<sup>3</sup> "Circle the one number that best describes your level of alertness or sleepiness right now"

<sup>4</sup> "At each stop, subjects made ratings of sleepiness using the Karolinska Sleepiness Scale"

<sup>5</sup> "The subjects were instructed to rate their sleepiness at the start of the shift, during the 1st and 2nd 30-minute rest periods and at the end of the shift"

<sup>6</sup> "The instruction asks the user to circle the number that represents the perceived level of sleepiness during the immediately preceding 5 min."

<sup>7</sup> "A principal components analysis revealed two components, tentatively identified as activation and sleepiness [...]"

<sup>8</sup> "the SSS have two components on principal components analysis, one reflecting "sleepiness", the other perhaps "fatigue""

<sup>9</sup> <https://mapi-trust.org/>

identifiés et validés, et que les seuils soient déterminés au regard d'autres tests de mesure dits « objectifs » de la somnolence ou de l'arousal reconnus par la communauté.

## À partir des années 1980 : début de l'étape somnologique, de la somnolence à l'hypersomnolence

### TILE et TME : aspects historiques

Dès 1977, l'association entre propension à l'endormissement et privation de sommeil est identifiée par Carskadon (70). En étudiant les événements de microsommeil puis en mettant au point le test itératif de latence d'endormissement (71), Carskadon ouvre la voie de plusieurs décennies de recherche focalisée sur l'étude de la somnolence sous le prisme de la propension à l'endormissement et introduit des outils électrophysiologiques basés sur la polysomnographie, impliquant la combinaison d'enregistrements EEG, EOG et EMG.

Le TILE sera rapidement adopté par la communauté de recherche et de médecine du sommeil et les premières recommandations de pratique seront publiées dès 1986 (72), avec l'établissement de premiers seuils pathologiques pour identifier la somnolence diurne excessive. Ainsi, une latence moyenne d'endormissement, définie par le délai jusqu'à la première époque de n'importe quel stade de sommeil évalué par les critères de codage de Rechtschaffen et Kales (73), inférieure ou égale à 5 minutes indiquait une propension à l'endormissement considérée comme pathologique alors que des valeurs entre 5 et 10 minutes sont considérées comme dans une "zone intermédiaire" (72). Le seuil d'une latence d'endormissement moyenne inférieure ou égale à 8 minutes, employé couramment désormais est apparu dans la deuxième édition de la classification internationale des troubles du sommeil (ICSD-2) en 2005 en tant que critère diagnostique des hypersomnies d'origines centrales, étant considéré alors qu'environ 90% des sujets atteints de narcolepsie auraient une latence moyenne d'endormissement inférieure à cette valeur (74).

Dès le début des années 1980, la nécessité d'un test dédié à la mesure de l'efficacité de la prise en charge de l'hypersomnolence émerge, le TILE étant plutôt utilisé à des fins diagnostiques (71) en particulier pour la narcolepsie (75,76). C'est ainsi qu'en 1982, Mitler et coll. proposent le test de maintien de l'éveil (TME) (77), complétant le TILE, en mesurant la capacité de maintien d'éveil des sujets et devenant ainsi le second test objectif de mesure le plus utilisé en médecine du sommeil.

L'établissement d'un seuil pathologique sur le TME est complexe, notamment en raison de la très grande disparité de protocoles et de critères de définition de l'endormissement et d'arrêt du test, avant les recommandations de 2005 (cf. section suivante). Dans la revue menée en 2005 par Arand et coll. (78), trois études normatives ont été identifiées. Tout d'abord en 1988, Browman et coll. (79) ont établi une latence moyenne d'endormissement au TME de  $18,8 \pm 3,3$  minutes sur un protocole de TME de quatre fois 20 minutes, sur une population de 15 sujets sains et en utilisant la définition de l'endormissement de trois époques de stade 1 ou d'une époque de n'importe quel autre stade. En utilisant le même critère d'endormissement et un protocole de quatre fois 40 minutes, Häkkänen et coll. (80) ont observé en 1999 une latence moyenne d'endormissement de  $35,2 \pm 7,8$  minutes sur 74 sujets sains qui étaient réveillés systématiquement après une minute de sommeil. Deux ans auparavant, Doghramji et coll. (81) avait déjà proposé une étude normative du TME sur 64 sujets sains en utilisant le protocole de quatre fois 40 minutes. Une originalité de cette étude est la suggestion de valeurs normatives à la fois pour des tests de 40 minutes et des tests de 20 minutes (dérivés des 40 minutes du protocole). De plus, deux critères différents de l'endormissement ont été étudiés : d'une part en définissant l'endormissement comme la première occurrence d'une époque de n'importe

quel stade (a été également pris en compte l'endormissement pour 10s de sommeil continu) ; et d'autre part en le définissant comme la première occurrence de 3 époques de stade 1 ou 1 époque de n'importe quel autre stade (81). En utilisant le premier critère pour définir l'endormissement, les valeurs normatives observées étaient respectivement pour le protocole de 40 et de 20 minutes de  $30.4 \pm 11.2$  minutes et  $18.1 \pm 3.6$  minutes. En considérant la définition utilisée dans les recommandations actuelles de trois époques de stade 1 ou d'une époque de n'importe quel autre stade, les valeurs normatives observées étaient respectivement de  $35.2 \pm 7.9$  minutes et  $18.7 \pm 2.6$  minutes.

En utilisant un seuil considéré comme pathologique à 2 écarts-types par rapport à la moyenne, les auteurs de cette étude proposent ainsi, pour le protocole de quatre fois 40 minutes et la définition standard de l'endormissement un seuil pathologique de 19,4 minutes, seuil toujours utilisé notamment dans les études portant sur les performances automobiles qui ont confirmé l'intérêt de ce seuil au regard du risque d'accident lié à la somnolence au volant (82,83)

Cependant, les données actuelles sont insuffisantes pour dire si ce seuil au TME est valable pour tous les troubles du sommeil et si les seuils proposés doivent être proposés comme une déviation de 1, 1,5 ou 2 écarts-types par rapport à la moyenne dans un groupe de sujets. Par ailleurs, cette dernière pratique est statistiquement problématique. En effet, les distributions de latence d'endormissement dans le TME (mais également dans le TILE) ne sont pas gaussiennes puisque les valeurs associées à l'absence d'endormissement sont surreprésentées et plafonnent les distributions (84). Pour autant, le TME reste indiqué pour évaluer la capacité d'une personne à rester éveillée lorsque sa somnolence peut constituer un problème de sécurité personnelle ou publique, et pour évaluer chez les patients avec un trouble hypersomnolence, la réponse au traitement mis en place.

## Standardisation des tests

Le TILE et le TME ont des procédures expérimentales proches, qui consistent à mettre un sujet dans des conditions favorables au sommeil plusieurs fois dans la journée et de mesurer son temps d'endormissement à l'aide de mesures polysomnographiques. La principale différence entre les deux tests réside dans la consigne : alors que pour le TILE, les sujets sont invités à "s'allonger calmement, trouver une position confortable, fermer les yeux et se laisser aller à l'endormissement", pour le TME il leur est demandé "de s'asseoir, immobile, et de rester éveillé aussi longtemps que possible."

Si la consigne influence de façon significative les résultats obtenus au TILE (75), ce n'est pas un facteur suffisant pour différencier les deux tests. En effet, en 1982, en parallèle de la publication du TME, Hartse et coll. avaient mis au point le test répété de maintien de l'éveil (*Repeated Test of Sustained Wakefulness* en anglais) (85), qui consistait à reproduire la procédure du TILE – patient allongé dans un lit, dans le calme et dans le noir – mais en changeant uniquement la consigne par "essayez de rester éveillé" à la place de "essayer de vous endormir". Les résultats obtenus sur 5 sujets avec une narcolepsie avant et après traitement montrent que la seule différence de consigne ne suffit pas à transformer un test mesurant la propension à l'endormissement en test mesurant les capacités de maintien d'éveil : les conditions expérimentales dans lesquelles sont effectués les tests le sont tout autant.

C'est pour cela que des consensus d'experts internationaux ont publié en 2005 (86) puis, plus récemment en 2021 (87), des recommandations concernant les procédures du TILE et du TME. Si des recommandations sur la procédure du TILE existent depuis 1986 (72), nous n'avons trouvé aucune recommandation équivalente pour le TME excepté les trois études normatives précédemment décrites (79,80,88) : les recommandations de 2005 et 2021 n'en deviennent que plus importantes pour ce test-ci. Les recommandations de 2005 pour le TILE ont été proposées en Français par la Société Française de Recherche en Médecine du Sommeil en 2008 (89), mais aucune traduction des recommandations de 2021 n'est disponible en français. Pour le TME,

des recommandations ont été publiées par la SFRMS en 2014 (90). Il est intéressant de noter que le choix de tests de 40 minutes pour le TME apparaît dès les recommandations de 2005 et est repris dans celles de 2021. Les itérations de 40 minutes, plus longues que celles de 20 minutes, subiraient moins l'effet de seuillage dû à l'attribution des valeurs maximales pour les sujets qui ne s'endorment pas sur les tests de 20 minutes. L'intérêt d'évaluer les endormissements survenant après un maintien de l'éveil de plus de 20 minutes reste cependant discutable.

Une des évolutions notables dans les recommandations est l'attention accordée au sommeil des patients avant un TILE ou un TME. Les recommandations de 2005, indiquent ainsi que le TILE doit être précédé d'un agenda du sommeil complété sur la semaine précédant le test afin d'éviter l'influence d'une privation de sommeil sur les latences observées. Cette recommandation était déjà incluse dans les recommandations de 1986 sur le TILE (72), à peine un an après la formalisation de l'agenda du sommeil lui-même (91). En revanche, le suivi du sommeil précédant un TME par agenda du sommeil est laissé à la discrétion du clinicien. Avec les recommandations de 2021, ce point change : non seulement le suivi du sommeil précédent un TME est inclus dans les recommandations du test, mais les durées de suivi avant un TME ou un TILE passent à une durée de deux semaines précédant le test. Par ailleurs, il est conseillé d'utiliser un agenda ou une actimétrie durant ces périodes faisant de ces outils des méthodes de standardisation importante de la mesure l'hypersomnolence et des capacités de maintien d'éveil.

D'autres évolutions concernant la surveillance vidéo, la prise caféine ou encore l'activité physique ont été proposées dans les recommandations de 2021. Afin de systématiser le report des consignes et des conditions expérimentales de réalisation des tests, nous proposons dans les **Tableaux 1 et 2** de comparer, respectivement pour le TILE et le TME, les différences de procédure entre les recommandations de 2005 et celles de 2021. Une version exhaustive de ces tableaux reprenant l'intégralité des recommandations est fournie en **Annexe A**.

## Nouvelles mesures sur la base du TILE et du TME

Outre la confirmation des seuils historiques considérés comme pathologiques au TILE et TME, qui requièrent des études supplémentaires, de nouvelles modalités de mesure à partir de protocoles déjà existants, validés et implémentés dans les centres de médecine du sommeil ont récemment été proposées. Cette approche présente l'avantage de poursuivre le développement de nouvelles mesures de la somnolence tout en s'appuyant sur des protocoles déjà implémentés et maîtrisés par les techniciens spécialisés.

Sur le TILE ont ainsi été établis d'autres seuils (92) et d'autres mesures comme par exemple la dynamique de transition sommeil-éveil (93,94) ou le pourcentage de sommeil paradoxal (95). Un travail récent a permis d'identifier des mesures et des seuils alternatifs du TILE potentiellement utile pour la pratique clinique courante (96). Les auteurs rapportent en particulier l'intérêt du calcul du temps passé en sommeil paradoxal sur les 5 tests, qui permet une bonne prédiction de la présence d'une déficience en hypocretine-1 (marqueur de la narcolepsie de type 1) chez les patients atteints d'hypersomnolence quel que soit le diagnostic (narcolepsie, hypersomnie idiopathique, hypersomnolence non spécifiée), mais aussi pour le diagnostic différentiel entre la narcolepsie de type 1 et de type 2. Il est intéressant de noter qu'une telle approche avait été déjà proposée en 1986 par Roth et coll. (97) en établissant l'index et le score polygraphique de somnolence, calculés à partir de la combinaison pondérée du temps de sommeil passé dans les différents stades lors d'un test de sieste unique de 40 minutes. Dans le même ordre d'idée, des mesures alternatives extraites des TME, comme l'analyse visuelle ou automatisée des microsommeils (98–101) ou des mouvements oculaires par vidéo (102), pourraient permettre d'améliorer l'évaluation du risque lié à

l'hypersomnolence pour la conduite automobile, de manière complémentaire aux mesures conventionnelles des latences d'endormissement.

Ces approches récentes sont tout à fait intéressantes, car elles peuvent permettre de développer de nouvelles mesures de la somnolence, tout en s'appuyant sur des tests déjà largement utilisés dans les centres de sommeil, sans en changer la procédure expérimentale, favorisant de fait la validation de ces nouvelles mesures et leurs éventuelles adoptions futures.

## Protocoles d'enregistrements polysomnographie de longue durée

À part le TILE et le TME, les innovations dans la création d'outils de mesure de la somnolence par des mesures polysomnographiques ont été relativement modestes, se concentrant sur des variantes de PSG "classiques", comme la mise au point de la PSG-24h en 1988 (103), de la PSG étendue en 1995 (104), ou encore de récents paradigmes de plus longue durée (105). Les années 2010 ont vu émerger la standardisation de protocoles d'évaluation de la quantité excessive de sommeil, en particulier basés sur la PSG, qui est un aspect important de la poursuite de cette période somnologique. S'il y avait déjà un protocole de PSG 24h proposé en 1988 (106) et un protocole de PSG étendue proposé en 1994 (104), les protocoles de PSG de longue durée (*bedrest*) n'ont commencé à être standardisés que récemment, et ne font pour l'instant l'objet d'aucun consensus. Nous avons identifié quatre protocoles différents, pour lesquels les patients bénéficient d'une actimétrie la semaine précédant l'enregistrement du sommeil pour s'assurer de l'absence d'une dette de sommeil ou d'un jet lag social. Les différents protocoles des équipes de Paris (107), de Montpellier (105,108), de Bordeaux et de Bologne (109) sont présentés dans le **Tableau 3**.

## Perspectives de recherche : motivation, habituation, recommandation

Trois enjeux sont insuffisamment précisés dans les recommandations sur les TILE et TME et pour les protocoles d'enregistrement PSG de longue durée nous semblent importants à développer.

Tout d'abord, des enjeux de motivations. Dans le cas du TME – de même que pour les mesures de performances en lien avec la somnolence mentionnées précédemment – un enjeu important est l'implication du sujet dans la réalisation du test. Alors qu'un sujet passant un TME dans le cadre d'une procédure réglementaire pour l'aptitude à la conduite sera très probablement motivé à conserver ce dernier, un sujet n'ayant pas de motivation particulière peut démontrer une plus faible mobilisation de ressources pour rester éveillé. Des aspects motivationnels peuvent également interférer avec la mesure des TILE ou la réalisation correcte des enregistrements PSG de longue durée. Un premier pas vers le contrôle de cet aspect motivationnel pourrait s'appuyer sur la mesure du niveau de motivation pendant le test à l'aide d'outils psychométriques (**Annexe B**).

Il existe par ailleurs des enjeux d'habituation. Par exemple, pour le TILE, l'habitude qu'a le sujet de faire des siestes influencera la facilité à s'endormir dans un milieu inhabituel lors du TILE, indépendamment de la présence d'un trouble hypersomnolence ou non. Cet aspect d'habituation peut également interférer avec les protocoles de PSG de longue durée, réalisés dans des conditions différentes du milieu de vie habituel des patients. La prise en compte de cet aspect semble essentielle pour l'interprétation du TILE et des PSG de longue durée et a été insuffisamment étudiée.

Enfin, nous avons observé un décalage entre l'implémentation des TILE et TME dans les services de médecine du sommeil et les recommandations publiées en 2005 et 2021. En effet, alors que dans les premiers les horaires des TILE sont fixés pour permettre un fonctionnement harmonisé du service, les recommandations précisent que le premier test doit s'effectuer "1h30 à 3h après la fin de l'enregistrement nocturne". Les articles pionniers de chaque test les

effectuaient à horaires fixes (à partir de 10h00 dans (70), à 10h00, 12h00, 14h00, 16h00 et 18h00 pour (77)), les recommandations de 1986 sur le TILE explicitent déjà d'adapter l'horaire de la première opportunité de sieste à l'heure de lever, précisant malgré tout que "l'emploi du temps typique commence à 9h30 ou 10h" (formulation reprise en 2005 par Littner et coll. (86) avec "9h00 ou 10h00" pour le TME uniquement, qui a disparu avec les recommandations de 2021). Une zone de flou qui mériterait une clarification de la communauté serait ainsi de préciser la nature du réveil des patients, le matin avant le début des tests (spontané, induit par un réveil ou un technicien) et d'étudier l'influence de ce type de réveil sur les latences d'endormissement au TILE et au TME.

Version acceptée



## À partir des années 1990 : début de l'étape symptomatique, vers une clinique dimensionnelle de l'hypersomnolence

### Au-delà de l'échelle de somnolence d'Epworth

Au début des années 1990, constatant les aspects “laborieux, chronophage et onéreux” du TILE<sup>10</sup>, Johns a conçu un nouvel outil psychométrique pour mesurer la propension à l'endormissement diurne : l'échelle de somnolence d'Epworth (ESS) (110). Il s'agit d'un auto-questionnaire invitant le répondant à estimer sa probabilité de somnoler, cotée de 0 (aucune chance d'assoupissement) à 3 (forte chance d'assoupissement), dans huit situations de la vie quotidienne impliquant différents types d'activité. Contrairement à la SSS et la KSS, ce questionnaire ne se concentre pas sur les sensations de somnolence au cours des dernières minutes, mais sur des reports de phénomène s'effectuant sur des durées de l'ordre de la semaine ou du mois afin d'en déterminer le caractère potentiellement pathologique. Cette échelle a une très bonne consistance interne (alpha de Cronbach : 0,73-0,86) (111,112), une bonne fiabilité en test-retest (112,113), et les analyses de validité de construit tendent toutes à confirmer son unidimensionnalité (111,112,114,115), malgré des résultats contradictoires dans la littérature (116,117). De plus, sa validité externe, en particulier sur des mesures objectives de la propension à l'endormissement, reste faible (TILE,  $\rho = -0,27$ ) à modérée (TME,  $\rho = -0,43$ ) (118). Enfin, une attention particulière doit être portée au type de population auquel l'ESS est proposé. L'ESS-CHAD a été proposée en 2017 pour les adolescents (119). Chez les sujets âgés, l'ESS ne semble pas adaptée (120), ce qui a conduit à l'élaboration d'un questionnaire spécifique, l'*Observation and Interview Based Diurnal Sleepiness Inventory* (ODSI) (121).

De nombreuses variations de l'ESS chez l'adulte ont été développées depuis 1991. Premièrement, l'ESS est disponible à ce jour en 124 langues sur le site de la *MAPPI trust initiative*<sup>11</sup>, dont le français en 2010 sur une population québécoise (122). En 1997, est proposé le complément de consigne suivant : « Même si vous ne vous êtes pas récemment trouvé dans de telles situations, essayez de vous représenter comment ces situations auraient pu vous affecter ». L'objectif de cette modification était d'homogénéiser les scores obtenus – en particulier avec les sujets qui n'expérimentent habituellement pas certaines des situations décrites<sup>12</sup>. Publiée en 2002, l'échelle d'Hobson (123) ajoute 4 items à l'ESS. Ils reflètent des situations actives (en conduisant, en mangeant à un repas, en travaillant, en effectuant des tâches ménagères) donnant ainsi plus de poids aux accès de sommeil involontaires. Dans le même ordre d'idée, la *Resistance to Sleepiness Scale* (RSS) est une variante de l'ESS, demandant au sujet d'estimer la propension à s'endormir lors de 6 situations au cours desquelles il est approprié de dormir et 6 situations où cela ne l'est pas (124). Parmi les autres variations de l'ESS, la *Time Of Day Sleepiness Scale* (TODSS) (125) reprend les intitulés de l'ESS, mais en proposant trois modalités temporelles (matin, midi et soir) avec pour objectif de mieux refléter les variations de l'intensité de la somnolence au cours de la journée.

Plus récemment, a été proposé l'index de somnolence de Barcelone (BSI) (126), un questionnaire en deux items développé avec le souci d'obtenir une bonne validité externe sur les mesures “objectives” de la somnolence (TILE, TME et PSG). Bien que récemment validé en français (127), cet outil requiert cependant de nouvelles études pour confirmer sa validité psychométrique.

En parallèle de ces mesures de la propension à l'endormissement diurne, d'autres outils psychométriques ont été développés dans les années 1990 pour apprécier les conséquences

<sup>10</sup> “However, the MSLT is very cumbersome, time-consuming and expensive to perform.”

<sup>11</sup> <https://eprovide.mapi-trust.org/instruments/epworth-sleepiness-scale/#languages>

<sup>12</sup> <https://epworthsleepinessscale.com/about-the-ess/>

fonctionnelles de l'hypersomnolence. Ainsi, la *Sleep Wake Activity Inventory* (SWAI) en 1993 (128) évalue six dimensions de comportements reliés à l'hypersomnolence, et la *Rotterdam Daytime Sleepiness Scale* (RDSS) en 1995 (129), qui évalue trois domaines de conséquences de l'hypersomnolence chez des patients souffrant de troubles respiratoires au cours du sommeil. Cependant, l'échelle la plus utilisée pour mesurer les répercussions fonctionnelles de l'hypersomnolence est le *Functional Outcomes of Sleep Questionnaire* (FOSQ), publié en 1997 (130), qui mesure l'impact fonctionnel de l'hypersomnolence sur cinq domaines de la vie quotidienne (le niveau d'activité, la vigilance, les relations intimes et sexuelles, la productivité et les interactions sociales).

## Perspectives de recherche : approche dimensionnelle d'évaluation de l'hypersomnolence

Un point de recherche qui semble important sur l'ESS pourrait être la mise à jour des situations proposées dans l'ESS. En effet, à la suite des évolutions sociétales apparues durant les 30 ans qui se sont écoulés depuis la publication de l'échelle originale, les habitudes de vie ont évolué et il peut paraître plus approprié d'estimer la propension à l'endormissement "sur son smartphone, allongé ou assis dans son lit" ou "en train de regarder une série" que "assis en train de lire" par exemple. Ces changements d'intitulés nécessiteraient cependant un consensus sur les modifications à effectuer, puis une validation de la nouvelle échelle ainsi créée.

À partir des années 2000-2010, un des enjeux principaux concernant l'évaluation clinique de l'hypersomnolence est le renforcement de la validation et de la diffusion des nouveaux questionnaires explorant l'ensemble des dimensions symptomatiques de l'hypersomnolence ainsi que son retentissement (131).

En ce sens, deux outils ont récemment été conçus. L'*Hypersomnia Severity Index* (HSI)(132) et l'*Idiopathic Hypersomnia Severity Scale* (IHSS)(133) toutes deux publiées en 2019.

L'HSI, est construite de façon similaire à l'*Insomnia Severity Index* (ISI) avec une partie sur les symptômes et une partie sur les répercussions fonctionnelles (134). L'HSI mesure la somnolence continue non impérative, la propension excessive à l'endormissement, la quantité excessive de sommeil, les difficultés à interrompre le sommeil, et le retentissement fonctionnel de l'hypersomnolence.

L'*Idiopathic Hypersomnia Severity Scale* (IHSS) (133), mesure toutes les dimensions symptomatiques de l'hypersomnolence (15) excepté les comportements automatiques et la somnolence continue non impérative. Elle permet également d'apprécier le retentissement fonctionnel de l'hypersomnolence.

Des outils plus spécifiques, notamment autour de l'évaluation des perturbations du réveil, ont également été proposés ces dernières années. Ainsi, le *Sleep Inertia Questionnaire* (SIQ), publié en 2015 (135), et le PVT dans une étude récente de 2021 (136), sont deux outils de mesure subjective et objective des perturbations du réveil. La relation entre ces mesures psychométriques et celles de performance en lien avec l'inertie du sommeil reste à investiguer. Alors que la confusion du réveil n'est, actuellement, mesurée que par l'IHSS, la difficulté à interrompre le sommeil est prise en compte à la fois dans l'IHSS et la HSI, et peut être mesurée à l'aide de tests de réveil forcés (137–139) ou de seuils d'éveil (140,141), pour lesquels les relations entre ces mesures restent – là aussi – à mieux explorer.

Enfin, si la quantité excessive de sommeil peut être investiguée à l'aide d'outils classiques en médecine du sommeil (agenda du sommeil et actimétrie qui restent des outils indispensables dans le contexte de l'évaluation clinique de l'hypersomnolence) ou de divers protocoles de PSG de longue durée, nous n'avons identifié aucun outil de mesure des comportements automatiques liés à l'hypersomnolence.

Version acceptée

## Discussion : ajustements et modélisation

L'approche historique des outils de mesures de la somnolence et de l'hypersomnolence, proposée dans cet article, montre des évolutions et ajustements successifs et complémentaires de ces concepts complexes et multidimensionnels. Chaque période rajoute une nuance qui complète l'approche de la somnolence et hypersomnolence et se prolonge et influence les périodes d'une manière incrémentielle. Depuis les mesures psychophysologiques et de performances (à partir des années 1960) et psychométriques (années 1970) de la somnolence, s'est développée une approche neurophysiologique et clinique de l'hypersomnolence portant sur la mesure de la propension à l'endormissement tout d'abord (années 1980 et 1990) puis des différentes dimensions l'hypersomnolence (années 2000 et 2010) (**Figure 1**).

À côté des nécessaires efforts pour standardiser les protocoles des tests "classiques" de l'hypersomnolence basés sur les mesures polysomnographique par la diffusion de recommandations en 2005 et récemment actualisées en 2021 sur le TILE et le TME (87) ou l'établissement de consignes et conditions expérimentales standardisées des enregistrements PSG de longue durée (105,107,109), la familiarisation avec de nouveaux questionnaires multidimensionnels de l'hypersomnolence comme l'HSI (132) et l'IHSS (133) semblent une perspective importante pour perpétuer cette dynamique d'ajustement de l'évaluation de mesure de l'hypersomnolence commencée dès les débuts de la médecine du sommeil. Nous avons identifié le développement de nouveaux critères de mesure sur la base des protocoles "classiques" (TILE, TME, PSG) déjà implémentés dans les centres de médecine du sommeil, qui pourraient offrir une intégration aisée de ces nouvelles mesures objectives, mais qui restent à confronter à une approche multidimensionnelle. Il faut cependant noter qu'en raison d'une limite méthodologique des revues de revues, les outils les plus récents développés pour mesurer la somnolence et l'hypersomnolence (nouvelles méthodes d'imageries ou de biologie, outils numériques, etc...) n'ont pas pu être discutés. En effet, l'intervalle moyen entre la publication d'un outil dans la littérature et sa mention dans une revue est de 14 ans, conduisant à l'omission des outils développés récemment.

Afin de poursuivre les progrès sur l'évaluation de l'hypersomnolence, il nous semble qu'une approche basée plus explicitement sur la modélisation est nécessaire. De façon similaire à ce qui avait été proposé par Gauld et coll. en 2020 (142) sur l'utilisation de la médecine personnalisée dans le cadre des apnées du sommeil, nous proposons de discuter les apports de modélisation permis d'une part par la *médecine de précision* dans l'hypersomnolence (approche d'ordre « *top-down* »); et d'autre part par la *médecine stratifiée* (approche d'ordre « *bottom-up* »).

### Pour une médecine *de précision* de l'hypersomnolence

Dans la section sur le TILE, le TME, le PVT et la simulation conduite, nous avons soulevé la nécessité de mettre en relation l'hypersomnolence avec d'autres construits tels que la motivation, la concentration ou les pensées vagabondes. Les caractéristiques traits des sujets, déterminé génétiquement, peuvent aussi interférer avec la mesure de l'hypersomnolence et seront à prendre en compte, avec en particulier le chronotype (différences individuelles dans la phase, c'est-à-dire moment de sommeil ou d'éveil, du matin ou du soir), le somnotype (propension à un besoin de quantité de sommeil, de courte à longue) (143) ou encore le trototype (sensibilité aux répercussions d'un sommeil de qualité ou de quantité diminuée sur les performances).

À partir de précédents travaux que nous avons réalisés (144), sur la base du modèle de Lopez et coll., de précédentes revues sur la fatigue et la vigilance (2,12), et de définitions proposées au sein de l'initiative *Research domain criteria (RDoC)* (145), nous proposons dans la **Figure**

2 un modèle relationnel des construits liés à la somnolence et à l'hypersomnolence et de leurs outils de mesure les plus utilisés, à la fois sur le plan clinique (partie inférieure de la figure) et psychophysiologique (partie supérieure de la figure). Ce modèle préliminaire qui reste à confirmer et à ajuster permet de replacer les outils d'évaluation de la somnolence et de l'hypersomnolence dans un contexte plus large, en lien avec les mécanismes physiopathologiques, cérébraux, cognitifs sous-jacents qu'il reste à mieux identifier par les outils des neurosciences intégratives du sommeil.

## Pour une médecine *stratifiée* de l'hypersomnolence

Les profils symptomatiques en fonction des pathologies proposés par Lopez et coll. [Figure 2 dans (15)] pourraient être modélisés et quantifiés en utilisant de très larges cohortes de sujets. La quantification des relations impliquées au sein de ce modèle clinique pourra voir le jour en s'appuyant sur des *données massives (big data)* dans un contexte de *médecine stratifiée*, c'est-à-dire une approche permettant l'identification de sous-groupes phénotypiques de l'hypersomnolence dans une perspective diagnostique, pronostique, et thérapeutique.

Un modèle prometteur de médecine stratifiée repose sur les *réseaux de symptômes*, introduits en 2013 par Borsboom (146) et utilisés récemment en médecine du sommeil (10). Au sein de ce modèle, l'attention est portée sur les relations entre les symptômes considérés (par ex. en calculant des corrélations partielles), faisant de cette modélisation un candidat idéal par exemple pour modéliser les relations entre dimensions de l'hypersomnolence au sein des profils d'hypersomnolence des différents troubles du sommeil. Cette approche en réseaux de symptômes offre des perspectives pour modéliser chaque sous-groupes phénotypiques d'hypersomnolence en lien avec le diagnostic, mais également en lien avec l'évolution de symptômes, la prédiction de nécessités thérapeutiques et le niveau de handicap et d'interférence avec la qualité de vie (147).

## Conclusion

L'approche *bottom-up* proposée dans cet article a permis de repérer des périodes historiques et des perspectives futures importantes dans les outils de mesure de l'hypersomnolence et dans la manière dont celle-ci était conceptualisée. La **Figure 1** permet de relier l'approche *bottom-up* proposée et l'approche *top-down* de Lopez et coll., la **Figure 2** permet de proposer les bases d'un modèle intégré de l'hypersomnolence. L'hypersomnolence est un construit complexe et multidimensionnel que les outils de mesure en lien avec les conceptions d'experts cliniques et de recherche en médecine du sommeil ont permis de délimiter progressivement.

Ce processus de délimitation et d'ajustement progressif gagnera désormais à être plus explicitement confronté à une modélisation des mécanismes physiopathologiques en lien avec les différentes dimensions de l'hypersomnolence évaluées et des expressions symptomatiques des différents troubles d'hypersomnolence classifiés. L'évolution de la conception des outils de mesure qui a été présentée dans cet article et qui s'est déroulée dans un processus historique incrémental, devra dans le futur permettre une confluence des approches de médecine de précision et de stratification, tout en s'inscrivant dans un contexte d'intensification des dynamiques d'innovation et de développement d'une culture distinctive de médecine du sommeil connectée (148,149) comme cela a été proposé par le projet RdoC (150) En s'appuyant sur une médecine personnalisée unifiée, la médecine du sommeil du futur pourra alors exploiter de manière optimale toutes les nouvelles caractérisations phénotypiques rendues disponibles par le déploiement d'outils numériques..

## Tableaux et Figures

**Tableau 1 :** Différences de consignes et conditions expérimentales des recommandations sur le Test Itératif de Latence d'Endormissement de l'*American Academy of Sleep Medicine* (AASM) entre 2005 (86) et 2021 (87). Les points similaires sont inclus dans le **Tableau 4** en Annexe A. Surlignage vert : ajout de nouvelles consignes dans la version 2021 par rapport à la version 2005. Surlignage jaune : modification des consignes dans la version 2021 par rapport à la version 2005. Surlignage rouge : retrait de consignes dans la version 2021 par rapport à la version 2005.

Consignes et conditions expérimentales	Recommandations de 2005 (86)	Recommandations de 2021 (87)
Vérification du sommeil avant le test	Agenda du sommeil <b>1</b> semaine avant le TILE	Agenda ou actimétrie Actimétrie <b>2</b> semaines avant le TILE
Traitement SAOS et programmation du test	Aucune recommandation	Le TILE doit être programmé quand le patient est stable, le traitement accepté et efficace
Caféine	Caféine interdite	- discussion avec le clinicien d'une dose de caféine acceptable, pour éviter d'une part de fausser les résultats du TILE, d'autre part le sevrage de caféine - l'objectif est l'abstinence, et quand nécessaire, le sevrage doit être précédé d'un arrêt progressif
PSG la veille du TILE	- Le diagnostic de narcolepsie par un TILE peut être faussé si le temps total de sommeil durant la PSG est inférieur à 6 heures.	- Le patient doit avoir dormi au minimum 6h et <b>passé minimum 7h dans son lit.</b>
Traitement SAOS	Aucune consigne donnée concernant le traitement du SAOS	- Le traitement pour SAOS doit être utilisé durant la PSG la veille du TILE et lors du TILE lui-même. - Les paramètres de la PPC et le masque doivent être les mêmes qu'à la maison
Montage	Le montage conventionnel inclut des dérivations centrales et (C3-A2, C4-A1) et occipitales (O1-A2, O2-A1),	- Minimum 3 électrodes (F3-M2 ou F4-M1, C3-M2 ou C4-M1, O1-M2 ou O2-M1) + EOG gauche et droit + EMG (mental/submental), ECG - les autres capteurs pour la PSG doivent être retirés pour le confort

	l'électrooculogramme des deux yeux (EOG), un électromyogramme (EMG) mental et submental, et un électrocardiogramme (ECG).	du patient
Arrêt au bout de 4 siestes (non-réalisation de la 5e latence) dans le cadre d'une suspicion de narcolepsie	La non-réalisation de la cinquième sieste est possible, mais ce test n'est pas fiable pour le diagnostic de la narcolepsie à moins d'avoir observé deux endormissements en sommeil paradoxal.	La non-réalisation de la cinquième sieste est possible seulement en cas de diagnostic clair de narcolepsie avec une latence moyenne sur les 4 siestes $\leq 8$ min et 2 ou plus d'endormissement en sommeil paradoxal (1 durant la PSG et 1 durant le TILE ou 2 durant le TILE)
Activités stimulantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les activités stimulantes doivent être arrêtées 15 minutes avant chaque opportunité de sieste</li> <li>- Une exposition inhabituelle à la lumière naturelle est proscrite.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les activités stimulantes comme les appareils électroniques et les téléphones portables ainsi que la consommation de nicotine doivent être arrêtées au moins 30 min. avant chaque opportunité de sieste.</li> <li>- L'exposition prolongée à une lumière artificielle vive ou au soleil doit être évitée durant toute la journée de test.</li> </ul>
Enregistrements vidéo	Aucune recommandation	Des enregistrements vidéo doivent être réalisés pendant les opportunités de sieste et être accessibles aux cliniciens interprètes. Le patient doit faire l'objet d'une surveillance vidéo tout au long de la journée, mais la conservation des enregistrements effectués entre les essais de sieste est laissée à la discrétion des cliniciens.
Formation des techniciens	Les techniciens mettant en œuvre le TILE doivent avoir de l'expérience dans la conduite du test.	Pas de recommandation particulière sur le profil des techniciens mettant en œuvre le TILE.

**Tableau 2:** Différences de consignes et conditions expérimentales des recommandations sur le Test de Maintien de l'Éveil de l' *American Academy of Sleep Medicine* (AASM) entre 2005 (86) et 2021 (87). Les points similaires sont inclus dans le **Tableau 4** en Annexe A. Surlignage vert : ajout de nouvelles consignes dans la version 2021 par rapport à la version 2005. Surlignage jaune : modification des consignes dans la version 2021 par rapport à la version 2005. Surlignage rouge : retrait de consignes dans la version 2021 par rapport à la version 2005.

Consignes et conditions expérimentales	Recommandations de 2005 (86)	Recommandations de 2021 (87)
Vérification du sommeil avant le test	Pas de consensus sur la nécessité des agendas de sommeil avant le TME ; dans certains cas, sur la base de l'avis d'un clinicien, ils peuvent être indiqués.	Agenda ou actimétrie 2 semaines avant le TME
Traitement SAOS et programmation du test	Aucune recommandation quant à la prise en compte des traitements SAOS lors de la programmation du TME	Le TME doit être programmé quand le patient est stable, le traitement accepté et efficace
Traitement SAOS	Aucune recommandation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le traitement pour SAOS doit être utilisé durant la PSG la veille du TME, mais pas lors du TME lui-même</li> <li>- Les paramètres de la PPC et le masque doivent être les mêmes qu'habituellement.</li> </ul>
Montage	Le montage conventionnel inclut des dérivations centrales et (C3-A2, C4-A1) et occipitales (O1-A2, O2-A1), l'électrooculogramme des deux yeux (EOG), un électromyogramme (EMG) mental et submental, et un électrocardiogramme (ECG).	Minimum 3 électrodes (F3-M2 ou F4-M1, C3-M2 ou C4-M1, O1-M2 ou O2-M1) + EOG gauche et droit + EMG (mental/submental), ECG.
Premier test	- Le premier test doit être effectué 1.5-3h après l'heure habituelle de réveil du patient. Cela correspond généralement à un premier test commençant à	- Le premier test doit être effectué 1.5-3h après le réveil à la maison.



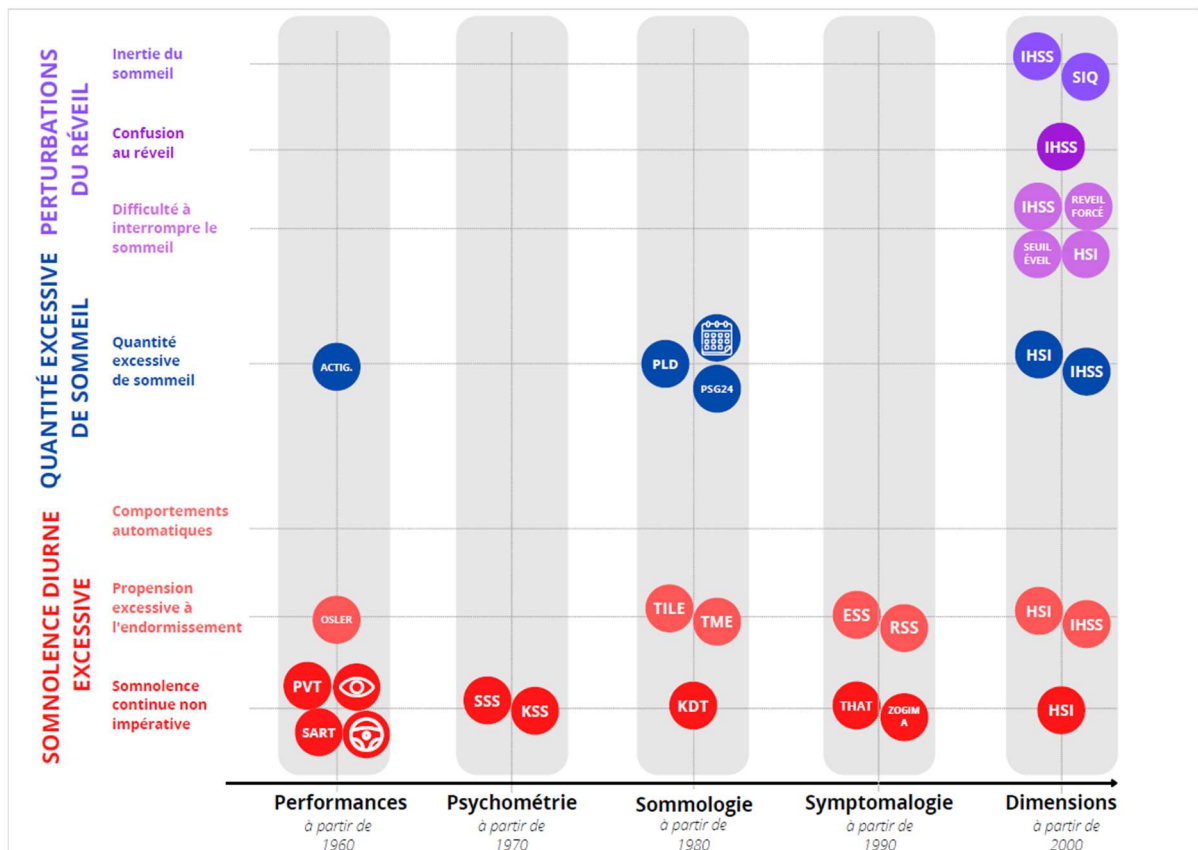
	9h00 ou 10h00.	
Conditions de la salle	Aucune recommandation concernant l'acclimatation du sujet aux conditions expérimentales	Le patient doit avoir le temps de s'acclimater à la salle avant le début du test
Lit ou fauteuil	Le sujet doit être assis dans un lit, avec un soutien de la tête et du dos par un traversin ou un polochon de façon à ce que le cou ne soit pas en sous ou surextension inconfortable.	Le sujet doit être assis dans un lit ou dans un fauteuil, avec le dos et la tête confortablement soutenus. La position doit être la même pour tous les tests.
Activités stimulantes	Aucune recommandation concernant les activités stimulantes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les activités stimulantes comme les appareils électroniques et les téléphones portables, ainsi que la consommation de nicotine doivent être arrêtées au moins 30 min. avant chaque test.</li> <li>- L'activité physique et les expositions prolongées à une lumière artificielle vive ou au soleil doivent être évitées durant toute la journée de test.</li> </ul>
Enregistrements vidéo	Aucune recommandation	Des enregistrements vidéo doivent être réalisés pendant les différents test et être accessibles aux cliniciens interprètes. Le patient doit faire l'objet d'une surveillance vidéo tout au long de la journée, mais la conservation des enregistrements effectués entre les essais de sieste est laissée à la

		discrétion des cliniciens.
Formation des techniciens	Les techniciens mettant en œuvre le TME doivent avoir de l'expérience dans la conduite du test.	Pas de recommandation particulière sur le profil des techniciens mettant en œuvre le TME.

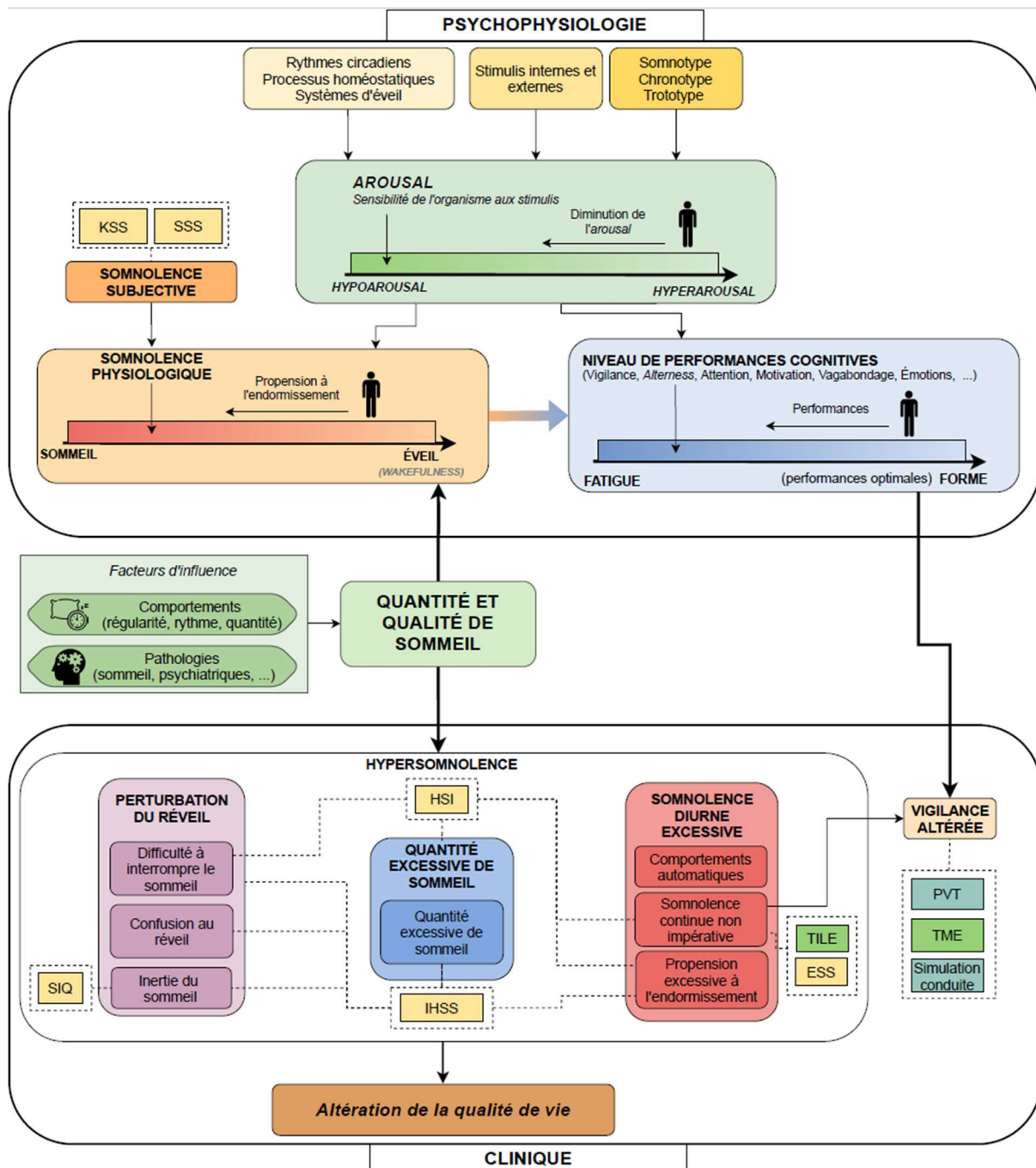
Version acceptée

**Tableau 3:** Différences de consignes et de conditions expérimentales des protocoles de PSG de longue durée des équipes de Paris (107), Montpellier (105,108), Bordeaux et Bologne (109).

Consigne et conditions expérimentales	Protocole de Paris (107)	Protocole de Montpellier (105,108)	Protocole de Bordeaux	Protocole de Bologne (109)
Déroulement	N0: PSG J1: TILE N1[21h]→ J2[17h]: PSG longue durée (20h)	N0: PSG J1: TILE modifié (réveil après 1 min. de sommeil) N1[23h] → N2[7h]: PSG longue durée (32h)	N0: PSG J1: TILE J1[17h] → J2[17h]: PSG longue durée (24h)	J0[8h]→N0[8h] : PSG habituations J1[8h]→N1[8h] : PSG longue durée J2: TILE
Lumière	Autorisée	10 lux	0.1 lux (similaire au TME) + Autorisé	Autorisée
Lecture	Autorisé	Proscrite	Limitée au maximum	Autorisée
Télévision, ordinateurs, téléphone	Proscrits	Proscrits	Limités au maximum	Autorisés
Indices chronobiologiques (montre, lumière du jour)	Autorisés	Proscrits	Proscrits	Autorisés
Visites	Proscrites	Proscrites	Uniquement patients mineurs	Non précisé
Seuil pathologique retenu	11h/20h enregistrées	19h/32h enregistrées	11h/24h enregistrées	11h/24h enregistrées
Informations supplémentaires	Deux siestes de 30 min. sont proposées (une le matin et une l'après-midi) le jour de la PSG longue durée		La PSG longue durée commence dans la continuité de la dernière opportunité de sieste du TILE du J1	



**Figure 1** : Place des différents outils de mesure de la somnolence et de l’ hypersomnolence en fonction de l’ approche experte proposée par Lopez et coll. et d’ une approche historique proposée dans cet article, à partir d’ un travail réalisé pour *Sleep Medicine Reviews* (17), [disponible en ligne](#). L’ approche *bottom-up* présentée dans cet article se propose d’ entrer en lien avec l’ approche *top-down* de l’ article de Lopez et coll., afin d’ offrir une approche constructive pour la médecine du sommeil à partir de ces deux approches et de faciliter la lecture conjointe des deux articles. L’ axe des abscisses indique les points de départ des périodes identifiées. Ces périodes influencent le développement des outils ensuite, comme c’ est le cas pour le PVT développé dans les années 1980 mais emblématique de la période « Performances » identifiée. ACTIG. : Actimétrie, ESS : *Epworth Sleepiness Scale*, HSI: *Hypersomnia Severity Index*, IHSS: *Idiopathic Hypersomnia Severity Scale*, KDT : *Karolinska Drowsiness Test*, KSS : *Karolinska Sleepiness Scale*, OSLER : *Oxford Sleep Resistance Test*, PLD : Polysomnographie Longue Durée (*bedrest*), PSG24: Polysomnographie 24h, PVT : *Psychomotor Vigilance Task*, RSS : *Resistance to Sleepiness Scale*, SART : *Sustained Attention Reaction Test*, SIQ : *Sleep Inertia Questionnaire*, SSS: *Stanford Sleepiness Scale*, THAT : *Toronto Hospital Alertness Test*, TILE : Test Itératif de Latence d’ Endormissement ; TME : Test de Maintien de l’ Éveil



**Figure 2 :** Proposition de modèle intégratif des différents outils de mesure de la somnolence et de l'hypersomnolence dans une approche psychophysiological et clinique adapté d'après (144), permettant d'envisager une médecine de précision de l'hypersomnolence.

ESS : *Epworth Sleepiness Scale*, HSI : *Hypersomnia Severity Index*, IHSS : *Idiopathic Hypersomnia Severity Scale*, KSS : *Karolinska Sleepiness Scale*, PVT : *Psychomotor Vigilance Task*, SIQ : *Sleep Inertia Questionnaire*, SSS : *Stanford Sleepiness Scale*, TILE : *Test Itératif de Latence d'Endormissement* ; TME : *Test de Maintien de l'Éveil*

## ANNEXE A

**Tableau 4 :** Différences de consignes et conditions expérimentales des recommandations sur le Test Itératif de Latence d'Endormissement et le Test de Maintien de l'Éveil de l' *American Academy of Sleep Medicine* (AASM) entre 2005 (86) et 2021 (87).

Consignes et conditions expérimentales	Recommandations de 2005 (86)		Recommandations de 2021 (87)	
	TILE	TME	TILE	TME
Vérification du sommeil avant le test	Agenda du sommeil 1 semaine avant le TILE	Pas de consensus sur la nécessité des agendas de sommeil avant le TME ; dans certains cas, sur la base de l'avis d'un clinicien, ils peuvent être indiqués.	Agenda ou Actimétrie 2 semaines avant le TILE ou le TME	
Traitement SAOS et programmation du test	Aucune recommandation		Le test doit être programmé quand le patient est stable, le traitement accepté et efficace	

Traitements avant le test	À la discrétion du clinicien		<ul style="list-style-type: none"> <li>- sédatifs, stimulants ou modulateurs du sommeil paradoxal arrêtés 2 semaines avant le TILE</li> <li>- jugement éclairé sur les changements de médications qui peuvent interférer avec la sécurité du patient</li> <li>- consultation avec le médecin pour planification, et avant tout changement de médication avant le TILE</li> </ul>	- traitement contre les pathologies du sommeil stables
Caféine	Caféine interdite	Caféine à la discrétion du clinicien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discussion avec le clinicien d'une dose de caféine acceptable, pour éviter d'une part de fausser les résultats du TILE, d'autre part le sevrage de caféine</li> <li>- L'objectif est l'abstinence, et quand nécessaire, le sevrage doit être précédé d'un arrêt progressif</li> </ul>	- Discussion avec le clinicien d'une dose de caféine acceptable, pour éviter d'une part de fausser les résultats du TME, d'autre part le sevrage de caféine
PSG la veille du test	- Le TILE est effectué après une PSG durant la période principale de sommeil du patient.	À la discrétion du clinicien	- Le TILE est effectué après une PSG durant la période principale de sommeil du patient.	À la discrétion du clinicien

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le diagnostic de narcolepsie par un TILE peut être faussé si le temps total de sommeil durant la PSG est inférieur à 6 heures.</li> <li>- Le TILE ne doit pas être effectué après une nuit d'ajustement de PPC (<i>split-night</i>)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le patient doit avoir dormi au minimum 6h et passé minimum 7h dans son lit.</li> <li>- Le test ne doit pas être effectué après une nuit d'ajustement de PPC (<i>split-night</i> ou titrage de PPC).</li> </ul>	
Habillement	Les vêtements doivent être confortables, et adaptés à l'environnement pour ne pas interférer avec le test			
Drogues	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nicotine : à la discrétion du clinicien</li> <li>- Pas de caféine</li> </ul>	Nicotine, caféine et autres médicaments : à la discrétion du clinicien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le patient ne doit consommer ni alcool, ni caféine, ni marijuana, ni tout autre agent sédatif ou éveillant le jour du test.</li> <li>- La nicotine est découragée, mais si indispensable, arrêtée 30 min avant le début du test</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ni alcool, ni marijuana, ni substance sédatrice.</li> <li>- La consommation de nicotine doit être arrêtée 30 min avant le début du test</li> </ul>
Traitement SAOS	Aucune consigne donnée concernant le traitement du SAOS		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le traitement pour SAOS doit être utilisé durant la PSG la veille du TILE et lors du TILE lui-même.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le traitement pour SAOS doit être utilisé durant la PSG la veille du TME, mais pas lors du TME lui-même.</li> </ul>



		- Les paramètres de la PPC et le masque doivent être les mêmes qu'à la maison	même - Les paramètres de la PPC et le masque doivent être les mêmes qu'habituellement.
Montage	Le montage conventionnel inclut des dérivations centrales et (C3-A2, C4-A1) et occipitales (O1-A2, O2-A1), l'électrooculogramme des deux yeux (EOG), un électromyogramme (EMG) mental et submental, et un électrocardiogramme (ECG).	Minimum 3 électrodes (F3-M2 ou F4-M1, C3-M2 ou C4-M1, O1-M2 ou O2-M1) + EOG gauche et droit + EMG (mental/submental), ECG.	
Enregistrements vidéo	Aucune recommandation	Des enregistrements vidéo doivent être réalisés pendant les opportunités de sieste et être accessibles aux cliniciens interprètes. Le patient doit faire l'objet d'une surveillance vidéo tout au long de la journée, mais la conservation des enregistrements effectués entre les essais de sieste est laissée à la discrétion des cliniciens.	
Procédure	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le test consiste en 5 opportunités de sieste, dont la première commence 1.5-3h après la fin de l'enregistrement nocturne.</li> <li>- Chaque opportunité commence ensuite 2 heures après le début de la précédente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le TME consiste en quatre tests de 40 minutes.</li> <li>- Le premier test doit être effectué 1.5-3h après l'heure habituelle de réveil du patient. Cela correspond généralement à un premier test commençant à 9h00 ou</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le test consiste en 5 opportunités de sieste, dont la première commence 1.5-3h après la fin de l'enregistrement nocturne.</li> <li>- Chaque opportunité commence ensuite 2 heures après le début de la précédente</li> </ul>

		10h00.		
Arrêt au bout de 4 siestes (non-réalisation de la 5e latence) dans le cadre d'une suspicion de narcolepsie	La non-réalisation de la cinquième sieste est possible, mais ce test n'est pas fiable pour le diagnostic de la narcolepsie à moins d'avoir observé deux endormissements en sommeil paradoxal.	NA	La non-réalisation de la cinquième sieste est possible seulement en cas de diagnostic clair de narcolepsie avec une latence moyenne sur les 4 siestes $\leq 8$ min et 2 ou plus endormissement en sommeil paradoxal (1 durant la PSG et 1 durant le TILE ou 2 durant le TILE)	NA
Confort	Avant chaque opportunité de sieste, il convient de proposer au patient de passer aux toilettes et de lui demander s'il a besoin de quelque chose d'autre pour son confort.			
Conditions de la salle	La salle doit être dans le noir, silencieuse, et à température confortable.	La salle doit être faiblement éclairée, silencieuse, à température confortable. Une veilleuse de 7.5 watts placée à 30 cm du sol et à	La salle doit être dans le noir, silencieuse, et à température confortable.	La salle doit être faiblement éclairée, silencieuse, à température confortable. Une veilleuse de 7.5 watts placée à 30 cm du sol et à

		environ 1m la tête du patient doit permettre un éclairage de 0.1-0.13 lux au niveau de la cornée.		environ 1m la tête du patient doit permettre un éclairage de 0.1-0.13 lux au niveau de la cornée. Le patient doit avoir le temps de s'acclimater à la salle avant le début du test.
Lit ou fauteuil	Le patient doit être allongé dans un lit pour chaque opportunité de sieste.	Le sujet doit être assis dans un lit, avec un soutien de la tête et du dos par un traversin ou un polochon de façon à ce que le cou ne soit pas en sous ou surextension inconfortable.	Le patient doit être allongé dans un lit pour chaque opportunité de sieste.	Le sujet doit être assis dans un lit ou dans un fauteuil, avec le dos et la tête confortablement soutenus. La position doit être la même pour tous les tests.
Calibration	Avant chaque opportunité de sieste dans 5 situations, une calibration des électrodes est effectuée. Les instructions standards incluent : (1) "allongez-vous tranquillement avec les yeux ouverts pendant 30 secondes"; (2) "fermez les deux yeux pendant 30 secondes"; (3) "sans bouger votre tête, regardez à droite, puis à gauche, puis à droite, puis à gauche, puis à droite, puis à gauche"; (4) "clignez des yeux doucement cinq fois"; et (5) "serrez vos dents fermement."			
Consigne	- Au début de chaque opportunité de sieste, les patients reçoivent l'instruction suivante: "Allongez-vous calmement, trouvez une position confortable, gardez les yeux fermés et	- Au début de chaque test, les patients reçoivent la consigne suivante: "Asseyez-vous et restez éveillé aussi longtemps que possible. Regardez droit devant vous et ne regardez pas directement	- Au début de chaque opportunité de sieste, les patients reçoivent l'instruction suivante: "Allongez-vous calmement, trouvez une position confortable, gardez les yeux fermés et	- Au début de chaque test, les patients reçoivent la consigne suivante: "Asseyez-vous et restez éveillé aussi longtemps que possible. Regardez droit devant vous et ne regardez pas directement la

	<p>laissez-vous aller au sommeil”.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le test commence immédiatement après que les consignes soient données, et que les lumières de la chambre soient éteintes.</li> </ul>	<p>la lumière.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le test commence immédiatement après que les consignes soient données, et que les lumières de la chambre soient éteintes.</li> <li>- Les patients n’ont pas le droit d’utiliser des mesures extraordinaires pour se maintenir éveillés comme se gifler ou chanter.</li> </ul>	<p>laissez-vous aller au sommeil”.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le test commence immédiatement après que les consignes soient données, et que les lumières de la chambre soient éteintes.</li> </ul>	<p>lumière.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le test commence immédiatement après que les consignes soient données, et que les lumières de la chambre soient éteintes.</li> <li>- Les patients n’ont pas le droit d’utiliser des mesures extraordinaires pour se maintenir éveillés comme se gifler ou chanter.</li> </ul>
Arrêt de l’opportunité	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chaque opportunité de sieste est arrêtée si le patient ne s’est pas endormi au bout de 20 min.</li> <li>- Si le sujet s’endort (1 époque de n’importe quel stade), le test est continué durant 15 minutes, indépendamment de la quantité de sommeil ou d’éveil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chaque test est arrêté au bout de 40 minutes si le sujet ne s’endort pas.</li> <li>- Le test est arrêté si le sujet fait trois époques consécutives de stade N1 ou une époque de n’importe quel autre stade de sommeil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chaque opportunité de sieste est arrêtée si le patient ne s’est pas endormi au bout de 20 min.</li> <li>- Si le sujet s’endort (1 époque de n’importe quel stade), le test est continué durant 15 minutes, indépendamment de la quantité de sommeil ou d’éveil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chaque test est arrêté au bout de 40 minutes si le sujet ne s’endort pas.</li> <li>- Le test est arrêté si le sujet fait trois époques consécutives de stade N1 ou une époque de n’importe quel autre stade de sommeil.</li> </ul>
Endormissement	<p>L’endormissement est défini comme le temps entre l’extinction de la lumière au début du test et la première époque scorée à n’importe quel stade de sommeil.</p>			

Activités stimulantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les activités stimulantes doivent être arrêtées 15 minutes avant chaque opportunité de sieste</li> <li>- Une exposition inhabituelle à la lumière naturelle est proscrite.</li> </ul>	Aucune recommandation concernant les activités stimulantes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les activités stimulantes comme les appareils électroniques et les téléphones portables ainsi que la consommation de nicotine doivent être arrêtées au moins 30 min. avant chaque opportunité de sieste.</li> <li>- L'exposition prolongée à une lumière artificielle vive ou au soleil doit être évitée durant toute la journée de test.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les activités stimulantes comme les appareils électroniques et les téléphones portables, ainsi que la consommation de nicotine doivent être arrêtées au moins 30 min. avant chaque test.</li> <li>- L'activité physique et les expositions prolongées à une lumière artificielle vive ou au soleil doivent être évitées durant toute la journée de test.</li> </ul>
Inter-siestes	Entre les opportunités de siestes, le patient doit être hors de son lit et n'a pas le droit de dormir.			
Repas	Un petit-déjeuner léger est recommandé au moins 1h avant la première opportunité de sieste ou le premier test, et un déjeuner léger est recommandé immédiatement après la fin de la deuxième opportunité de sieste ou le deuxième test.			
Analyse d'urine	Une analyse d'urine doit être faite quand nécessaire pour s'assurer que les résultats ne sont pas faussés par un usage inadvertant, non intentionnel ou illicite de médicaments ou de drogues.			

Formation des techniciens	Les techniciens mettant en œuvre le TILE ou le TME doivent avoir de l'expérience dans la conduite du test.	Pas de recommandation particulière sur le profil des techniciens mettant en œuvre le TILE ou le TME.
---------------------------	--	--

Version acceptée

## ANNEXE B

### Caractérisation de l'expérience consciente de Stawarczyk et coll. (51).

Ce questionnaire propose 5 possibilités: (a) sur la tâche : l'attention et les pensées du participant étaient entièrement concentrées sur les stimuli liés à la tâche ; (b) interférence liée à la tâche : le participant a eu des pensées sur certaines caractéristiques de la tâche ou sur sa performance, (c) la distraction externe : l'attention du participant était concentrée sur les stimuli présents dans l'environnement actuel, mais sans rapport avec la tâche à accomplir, (d) l'errance mentale : le participant avait son attention découplée de l'environnement actuel et éprouvait des pensées sans rapport avec la tâche à accomplir, (e) : l'attention du participant n'était pas concentrée sur la tâche en cours et il ou elle ne pensait à rien en particulier, ce qui signifie que son esprit était vide.

### Caractérisation de l'expérience consciente

#### Où était dirigée votre attention ?

- 1 : Concentré(e) sur la tâche
- 2 : Pensées en lien avec la tâche
- 3 : Sur l'environnement interne ou externe
- 4 : Pensées sans lien avec la tâche
- 5 : Moment d'absence

Réponse :

# Références

1. Ohayon MM. From wakefulness to excessive sleepiness: What we know and still need to know. *Sleep Med Rev.* 2008;12(2):129–41.
2. Shen J, Barbera J, Shapiro CM. Distinguishing sleepiness and fatigue: focus on definition and measurement. *Sleep Med Rev.* 2006;10(1):63–76.
3. Ohayon MM, Dauvilliers Y, Reynolds CF. Operational definitions and algorithms for excessive sleepiness in the general population: implications for DSM-5 nosology. *Archives of general psychiatry.* 2012;69(1):71–9.
4. Jike M, Itani O, Watanabe N, Buysse DJ, Kaneita Y. Long sleep duration and health outcomes: A systematic review, meta-analysis and meta-regression. *Sleep Med Rev.* 2018;39:25–36.
5. Scott AJ, Webb TL, Martyn-St James M, Rowse G, Weich S. Improving sleep quality leads to better mental health: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Sleep Med Rev.* 2021;60:101556.
6. Barnes CM, Watson NF. Why healthy sleep is good for business. *Sleep Med Rev.* 2019;47:112–8.
7. Léger D, Stepnowsky C. The economic and societal burden of excessive daytime sleepiness in patients with obstructive sleep apnea. *Sleep Med Rev.* 2020;51:101275.
8. Bioulac S, Micoulaud-Franchi JA, Arnaud M, Sagaspe P, Moore N, Salvo F, et al. Risk of Motor Vehicle Accidents Related to Sleepiness at the Wheel: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sleep.* 2017;40(10).
9. Gauld C, Lopez R, Geoffroy PA, Morin CM, Guichard K, Giroux É, et al. A systematic analysis of ICSD-3 diagnostic criteria and proposal for further structured iteration. *Sleep Med Rev.* 2021;58:101439.
10. Gauld C, Lopez R, Morin C, Geoffroy PA, Maquet J, Desvergnés P, et al. Symptom network analysis of the sleep disorders diagnostic criteria based on the clinical text of the ICSD-3. *J Sleep Res.* 2021;0(0):e13435.
11. Reynolds CF, Coble P, Holzer B, Carroll R, Kupfer DJ. *Sleep and Its Disorders.* Prim Care. 1979;6(2):417–38.
12. van Schie MKM, Lammers GJ, Fronczek R, Middelkoop HAM, van Dijk JG. Vigilance: discussion of related concepts and proposal for a definition. *Sleep Med.* 2021;83:175–81.
13. Jaussent I, Morin CM, Ivers H, Dauvilliers Y. Incidence, worsening and risk factors of daytime sleepiness in a population-based 5-year longitudinal study. *Sci Rep.* 2017 May 2;7(1):1372.
14. Young TB. Epidemiology of daytime sleepiness: definitions, symptomatology, and prevalence. *J Clin Psychiatry.* 2004;65 Suppl 16:12–6.
15. Lopez R, Micoulaud-Franchi JA, Barateau L, Dauvilliers Y. Une approche multi-dimensionnelle de l'hypersomnolence. *Médecine du Sommeil.* 2022 Jul;S1769449322002448.
16. Lammers GJ, Bassetti CLA, Dolenc-Groselj L, Jennum PJ, Kallweit U, Khatami R, et al. Diagnosis of central disorders of hypersomnolence: A reappraisal by European experts. *Sleep Med Rev.* 2020;52:101306.



17. Martin VP, Lopez R, Dauvilliers Y, Rouas JL, Philip P, Micoulaud-Franchi JA. Sleepiness in adults: An umbrella review of a complex construct. [en cours de révision]. 2022;
18. Radder H. The world observed/the world conceived. University of Pittsburgh Press; 2006.
19. Grant MJ, Booth A. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Info Libr J.* 2009;26(2):91–108.
20. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2021 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *PLoS Med.* 2021;18(3):e1003583.
21. Crawford A. Fatigue and Driving. *Ergonomics.* 1961 Apr;4(2):143–54.
22. Lowenstein O, Feinberg R, Loewenfeld IE. Pupillary movements during acute and chronic fatigue: A new test for the objective evaluation of tiredness. Vol. 65. Federal Aviation Agency, Office of Aviation Medicine; 1963.
23. Davies DR, Krkovic A. Skin-Conductance, Alpha-Activity, and Vigilance. *AJP.* 1965;78(2):304.
24. Provine RR. Yawning as a Stereotyped Action Pattern and Releasing Stimulus. *Ethology.* 2010 Apr 26;72(2):109–22.
25. Carskadon MA. Evaluation of excessive daytime sleepiness. *Neurophysiol Clin.* 1993 Jan;23(1):91–100.
26. Åkerstedt T, Gillberg M. Subjective and objective sleepiness in the active individual. *Int J Neurosci.* 1990;52:29–37.
27. Wilkinson RT. Effects of sleep deprivation on performance and muscle tension. *The Nature of Sleep.* 1961;329–36.
28. Dinges DF, Powell JW. Microcomputer analyses of performance on a portable, simple visual RT task during sustained operations. *Behav res meth instrum comput.* 1985;17(6):652–5.
29. Bennett L, Stradling J, Davies R. A behavioural test to assess daytime sleepiness in obstructive sleep apnoea. *J Sleep Res.* 1997;6(2):142–5.
30. Robertson IH, Manly T, Andrade J, Baddeley BT, Yiend J. Oops!': performance correlates of everyday attentional failures in traumatic brain injured and normal subjects. *Neuropsychologia.* 1997;35(6):747–58.
31. Khitrov MY, Laxminarayan S, Thorsley D, Ramakrishnan S, Rajaraman S, Wesensten NJ, et al. PC-PVT: A platform for psychomotor vigilance task testing, analysis, and prediction. *Behav Res.* 2014 Mar;46(1):140–7.
32. Reifman J, Kumar K, Khitrov MY, Liu J, Ramakrishnan S. PC-PVT 2.0: An updated platform for psychomotor vigilance task testing, analysis, prediction, and visualization. *J Neuros Meth.* 2018 Jul;304:39–45.
33. Arsintescu L, Kato KH, Cravalho PF, Feick NH, Stone LS, Flynn-Evans EE. Validation of a touchscreen psychomotor vigilance task. *Accid Anal Prev.* 2019 May 1;126:173–6.
34. Basner M, Mollicone D, Dinges DF. Validity and sensitivity of a brief psychomotor vigilance test (PVT-B) to total and partial sleep deprivation. *Acta Astronautica.* 2011 Dec;69(11–12):949–59.

35. Grant DA, Honn KA, Layton ME, Riedy SM, Van Dongen HPA. 3-minute smartphone-based and tablet-based psychomotor vigilance tests for the assessment of reduced alertness due to sleep deprivation. *Behav Res.* 2017 Jun;49(3):1020–9.
36. Basner M, Dinges DF. An Adaptive-Duration Version of the PVT Accurately Tracks Changes in Psychomotor Vigilance Induced by Sleep Restriction. *Sleep.* 2012 Feb;35(2):193–202.
37. Ballester R, Huertas F, Molina E, Sanabria D. Sport participation and vigilance in children: Influence of different sport expertise. *JSHS.* 2018 Oct;7(4):497–504.
38. van Schie MKM, Thijs RD, Fronczek R, Middelkoop HAM, Lammers GJ, van Dijk JG. Sustained attention to response task (SART) shows impaired vigilance in a spectrum of disorders of excessive daytime sleepiness: Vigilance impairment in EDS. *J Sleep Res.* 2012 Aug;21(4):390–5.
39. van der Heide A, van Schie MKM, Lammers GJ, Dauvilliers Y, Arnulf I, Mayer G, et al. Comparing Treatment Effect Measurements in Narcolepsy: The Sustained Attention to Response Task, Epworth Sleepiness Scale and Maintenance of Wakefulness Test. *Sleep.* 2015 Jul 1;38(7):1051–8.
40. Lim J, Dinges DF. Sleep Deprivation and Vigilant Attention. *Ann N Y Acad Sci.* 2008 May;1129(1):305–22.
41. van Schie MKM, Alblas EE, Thijs RD, Fronczek R, Lammers GJ, van Dijk JG. The influences of task repetition, napping, time of day, and instruction on the Sustained Attention to Response Task. *J Clin Exp Neuropsychol.* 2014 Nov 26;36(10):1055–65.
42. Dauvilliers Y, Verbraecken J, Partinen M, Hedner J, Saaresranta T, Georgiev O, et al. Pitolisant for Daytime Sleepiness in Patients with Obstructive Sleep Apnea Who Refuse Continuous Positive Airway Pressure Treatment. A Randomized Trial. *Am J Respir Crit Care Med.* 2020 May 1;201(9):1135–45.
43. Mazza S, Pepin JL, Deschaux C, Naegele B, Levy P. Analysis of Error Profiles Occurring during the OSLER Test: A Sensitive Mean of Detecting Fluctuations in Vigilance in Patients with Obstructive Sleep Apnea Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002 Aug 15;166(4):474–8.
44. Jenkinson C, Davies RJ, Mullins R, Stradling JR. Comparison of therapeutic and subtherapeutic nasal continuous positive airway pressure for obstructive sleep apnoea: a randomised prospective parallel trial. *The Lancet.* 1999 Jun;353(9170):2100–5.
45. Brown ID, Simmonds DCV, Tickner AH. Measurement of Control Skills, Vigilance, and Performance on a Subsidiary Task during 12 Hours of Car Driving. *Ergonomics.* 1967;10(6):665–73.
46. Heimstra NW. The Effects of ‘Stress Fatigue’ on Performance in a Simulated Driving Situation. *Ergonomics.* 1970;13(2):209–18.
47. Dwarakanath A, Elliott MW. Assessment of Sleepiness in Drivers. *Sleep Med Clin.* 2019 Dec;14(4):441–51.
48. Hallvig D, Anund A, Fors C, Kecklund G, Karlsson JG, Wahde M, et al. Sleepy driving on the real road and in the simulator—A comparison. *Accid Anal Prev.* 2013 Jan;50:44–50.
49. Philip P, Sagaspe P, Moore N, Taillard J, Charles A, Guilleminault C, et al. Fatigue, sleep restriction and driving performance. *Accid Anal Prev.* 2005;37(3):473–8.

50. Altena E, Daviaux Y, Sanz-Arigitia E, Bonhomme E, Sevin É, Micoulaud-Franchi J, et al. How sleep problems contribute to simulator sickness: Preliminary results from a realistic driving scenario. *J Sleep Res.* 2019 Apr;28(2).
51. Stawarczyk D, Majerus S, Maj M, Van der Linden M, D'Argembeau A. Mind-wandering: Phenomenology and function as assessed with a novel experience sampling method. *Acta Psychologica.* 2011 Mar 1;136(3):370–81.
52. Hoddes E, Zarcone V, Smythe H, Phillips R, Dement WC. Quantification of Sleepiness: A New Approach. *Psychophysiology.* 1973;10(4):431–6.
53. Schulz P, Walser A, Meyer J, Kubli A, Garrone G. Traduction française de la Stanford Sleepiness Scale (SSS) et utilisation de cette échelle de sédation après dose unique de midazolam ou d'amitriptylline. *Aggressologie (Paris).* 1983;24(8):357–9.
54. Monk TH. Subjective ratings of sleepiness—the underlying circadian mechanisms. *Sleep.* 1987;10(4):343–53.
55. Yeung AWK, Wong NSM. The Historical Roots of Visual Analog Scale in Psychology as Revealed by Reference Publication Year Spectroscopy. *Front Hum Neurosci.* 2019 Mar 12;13:86.
56. Connor J. Driver sleepiness and risk of serious injury to car occupants: population based case control study. *BMJ.* 2002 May 11;324(7346):1125–1125.
57. Freedman N. Objective and Subjective Measurement of Excessive Sleepiness. *Sleep Med Clin.* 2012 Jun;7(2):219–32.
58. Ingre M, Kecklund G, Åkerstedt T, Kecklund L. Variation in Sleepiness during Early Morning Shifts: A Mixed Model Approach to an Experimental Field Study of Train Drivers. *Chronobiol Int.* 2004 Jan;21(6):973–90.
59. Gillberg M, Kecklund G, Åkerstedt T. Relations Between Performance and Subjective Ratings of Sleepiness During a Night Awake. *Sleep.* 1994 May;17(3):236–41.
60. Miley AA, Kecklund G, Akerstedt T. Comparing two versions of the Karolinska Sleepiness Scale (KSS). *Sleep Biol Rhythms.* 2016 Jul;14(3):257–60.
61. Pertenais C, Lopez R, Guichard K, Dauvilliers Y, Philip P, Jaussent I, et al. Revue de la littérature des outils psychométriques d'évaluation de la somnolence, de l'hypersomnolence et des hypersomnies chez l'adulte. *Médecine du Sommeil.* 2019 Dec;16(4):238–53.
62. Baulk S, Reyner L, Horne J. Driver Sleepiness—Evaluation of Reaction Time Measurement as a Secondary Task. *Sleep.* 2001 Sep;24(6):695–8.
63. Riegel B, Hanlon AL, Zhang X, Fleck D, Sayers SL, Goldberg LR, et al. What is the best measure of daytime sleepiness in adults with heart failure?: Best measure of daytime sleepiness. *J Am Assoc Nurse Pract.* 2013 May;25(5):272–9.
64. Van Dongen HPA, Maislin G, Mullington JM, Dinges DF. The Cumulative Cost of Additional Wakefulness: Dose-Response Effects on Neurobehavioral Functions and Sleep Physiology From Chronic Sleep Restriction and Total Sleep Deprivation. *Sleep.* 2003 Mar;26(2):117–26.
65. Johns M. Rethinking the assessment of sleepiness. *Sleep Med Rev.* 1998 Feb;2(1):3–15.

66. Johnson LC, Spinweber CL, Gomez SA, Matteson LT. Daytime Sleepiness, Performance, Mood, Nocturnal Sleep: The Effect of Benzodiazepine and Caffeine on Their Relationship. *Sleep*. 1990 Mar;13(2):121–35.
67. Kaida K, Takahashi M, Åkerstedt T, Nakata A, Otsuka Y, Haratani T, et al. Validation of the Karolinska sleepiness scale against performance and EEG variables. *Clin Neurophysiol*. 2006;117(7):1574–81.
68. Maclean AW, Fekken GC, Saskin P, Knowles JB. Psychometric evaluation of the Stanford Sleepiness Scale. *J Sleep Res*. 1992 Mar;1(1):35–9.
69. Shahid A, Wilkinson K, Marcu S, Shapiro CM, editors. *STOP, THAT and One Hundred Other Sleep Scales*. 2011. (Springer-Verlag New York).
70. Carskadon MA, Dement WC. Sleep tendency: an objective measure of sleep loss. *Sleep Res*. 1977;6(200):940.
71. Carskadon MA, Dement WC. Effects of Total Sleep Loss on Sleep Tendency. *Percept Mot Skills*. 1979 Apr 1;48(2):495–506.
72. Carskadon MA. Guidelines for the Multiple Sleep Latency Test (MSLT): A Standard Measure of Sleepiness. *Sleep*. 1986 Dec;9(4):519–24.
73. Rechtschaffen A, Kales A. A manual for standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages in human subjects. UCLA. 1968. (Los Angeles: BIS/BRI).
74. ICSD-2. International Classification of sleep disorders. American Academy of Sleep Medicine. Vol. 2nd ed. 2005.
75. Hartse K, Roth T, Zorick F, Moyses T. REM sleep episodes during multiple daytime naps of narcoleptic subjects. *Sleep Res*. 1980;9:203.
76. Mitler MM, Van den Hoed J, Carskadon MA, Richardson G, Park R, Guilleminault C, et al. REM sleep episodes during the multiple sleep latency test in narcoleptic patients. *Electroencephalogr clin neurophysiol*. 1979 Apr 1;46(4):479–81.
77. Mitler MM, Gujavarty KS, Browman CP. Maintenance of wakefulness test: A polysomnographic technique for evaluating treatment efficacy in patients with excessive somnolence. *Electroencephalogr clin neurophysiol*. 1982;53(6):658–61.
78. Arand D, Bonnet M, Hurwitz T, Mitler M, Rosa R, Sangal RB. The Clinical Use of the MSLT and MWT. *Sleep*. 2005;28(1):123–44.
79. Browman CP, Mitler MM. Hypersomnia and the Perception of Sleep-Wake States: Some Preliminary Findings. *Percept Mot Skills*. 1988 Apr 1;66(2):463–70.
80. Häkkinen H, LiePsych, Summala H, Partinen M, Tiihonen M, Silvo J. Blink Duration as an Indicator of Driver Sleepiness in Professional Bus Drivers. *Sleep*. 1999 Sep 1;22(6):798–802.
81. Doghramji K, Mitler MM, Sangal RB, Shapiro C, Taylor S, Walsleben J, et al. A normative study of the maintenance of wakefulness test (MWT). *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1997 Nov;103(5):554–62.
82. Philip P, Sagaspe P, Taillard J, Chaumet G, Bayon V, Coste O, et al. Maintenance of Wakefulness Test, obstructive sleep apnea syndrome, and driving risk. *Ann Neurol*. 2008 Oct;64(4):410–6.

83. Philip P, Chaufton C, Taillard J, Sagaspe P, Léger D, Raimondi M, et al. Maintenance of Wakefulness Test scores and driving performance in sleep disorder patients and controls. *Int J Psychophysiol.* 2013 Aug 1;89(2):195–202.
84. Wise MS. Objective measures of sleepiness and wakefulness: application to the real world? *J Clin Neurophysiol.* 2006 Feb;23(1):39–49.
85. Hartse KM, Roth T, Zorick FJ. Daytime sleepiness and daytime wakefulness: the effect of instruction. *Sleep.* 1982;5(Suppl 2):S107-18.
86. Littner MR, Kushida C, Wise M, Davila DG, Morgenthaler T, Lee-Chiong T, et al. Practice Parameters for Clinical Use of the Multiple Sleep Latency Test and the Maintenance of Wakefulness Test. *Sleep.* 2005;28(1):113–21.
87. Krahn LE, Arand DL, Avidan AY, Davila DG, DeBassio WA, Ruoff CM, et al. Recommended protocols for the Multiple Sleep Latency Test and Maintenance of Wakefulness Test in adults: guidance from the American Academy of Sleep Medicine. *J Clin Sleep Med.* 2021;17(12):2489–98.
88. Doghramji K, Mitler MM, Sangal RB, Shapiro C, Taylor S, Walsleben J, et al. A normative study of the maintenance of wakefulness test (MWT). *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1997 Nov 1;103(5):554–62.
89. Arnulf I, Vecchierini MF, Rey M. Recommandations de la Société française de recherche et de médecine du sommeil (SFRMS) Procédure de réalisation des tests itératifs de vigilance. *Médecine du Sommeil.* 2008 Sep;5(17):38–41.
90. Taillard J. Procédures de réalisation des tests de maintien d'éveil et valeurs normatives. *Médecine du Sommeil.* 2014 Oct;11(4):206–8.
91. Bastuji H, Jouvet M. Interet de l'agenda de sommeil pour l'étude des troubles de la vigilance. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1985 Apr;60(4):299–305.
92. Pizza F, Barateau L, Jaussent I, Vandi S, Antelmi E, Mignot E, et al. Validation of Multiple Sleep Latency Test for the diagnosis of pediatric narcolepsy type 1. *Neurology.* 2019;93(11):e1034–44.
93. Drakatos P, Suri A, Higgins SE, Ebrahim IO, Muza RT, Kosky CA, et al. Sleep stage sequence analysis of sleep onset REM periods in the hypersomnias. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2013;84(2):223–7.
94. Kawai R, Watanabe A, Fujita S, Hirose M, Esaki Y, Arakawa C, et al. Utility of the sleep stage sequence preceding sleep onset REM periods for the diagnosis of narcolepsy: a study in a Japanese cohort. *Sleep Med.* 2020;68:9–17.
95. Murer T, Imbach LL, Hackius M, Taddei RN, Werth E, Poryazova R, et al. Optimizing MSLT Specificity in Narcolepsy With Cataplexy. *Sleep.* 2017;40(12):zsx173.
96. Lopez R, Barateau L, Evangelista E, Chenini S, Scholz U, Jaussent I, et al. Rapid eye movement sleep duration during the multiple sleep latency test to diagnose hypocretin-deficient narcolepsy. [en cours de révision]. 2022;
97. Roth B, Nevšimalová S, Šonka K, Dočekal P. An Alternative to the Multiple Sleep Latency Test for Determining Sleepiness in Narcolepsy and Hypersomnia: Polygraphic Score of Sleepiness. *Sleep.* 1986 Mar 1;9(1):243–5.

98. Anness AM, Young A, O'Driscoll DM. Microsleep assessment enhances interpretation of the Maintenance of Wakefulness Test. *J Clin Sleep Med*. 2021;
99. Des Champs de Boishebert L, Pradat P, Bastuji H, Ricordeau F, Gormand F, Le Cam P, et al. Microsleep versus Sleep Onset Latency during Maintenance Wakefulness Tests: Which One Is the Best Marker of Sleepiness? *Clocks & Sleep*. 2021;3(2):259–73.
100. Hertig-Godeschalk A, Skorucak J, Malafeev A, Achermann P, Mathis J, Schreier DR. Microsleep episodes in the borderland between wakefulness and sleep. *Sleep*. 2020 Jan 13;43(1):zsz163.
101. Morrone E, D'Artavilla Lupo N, Trentin R, Pizza F, Risi I, Arcovio S, et al. Microsleep as a marker of sleepiness in obstructive sleep apnea patients. *J Sleep Res*. 2020;29(2):e12882.
102. Kratzel L, Glos M, Veauthier C, Rekow S, François C, Fietze I, et al. Video-based sleep detection using ocular signals under the standard conditions of the maintenance of wakefulness test in patients with sleep disorders. *Physiol Meas*. 2021;42(1):014004.
103. Newman J, Stampi C, Dunham D, Broughton R. Does wrist-actigraphy approximate traditional polysomnographic detection of sleep and wakefulness in narcolepsy-cataplexy. *Sleep Res*. 1988;17:343.
104. Uchiyama M, Mayer G, Meier-Ewert K. Differential effects of extended sleep in narcoleptic patients. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1994 Sep 1;91(3):212–8.
105. Evangelista E, Lopez R, Barateau L, Chenini S, Bosco A, Jaussent I, et al. Alternative diagnostic criteria for idiopathic hypersomnia: A 32-hour protocol. *Ann Neurol*. 2018;83(2):235–47.
106. Broughton R, Dunham W, Newman J, Lutley K, Duschesne P, Rivers M. Ambulatory 24 hour sleep-wake monitoring in narcolepsy-cataplexy compared to matched controls. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1988 Dec;70(6):473–81.
107. Vernet C, Arnulf I. Idiopathic Hypersomnia with and without Long Sleep Time: A Controlled Series of 75 Patients. *Sleep*. 2009 Jun 1;32(6):753–9.
108. Evangelista E, Rassin AL, Barateau L, Lopez R, Chenini S, Jaussent I, et al. Characteristics associated with hypersomnia and excessive daytime sleepiness identified by extended polysomnography recording. *Sleep*. 2021 May 14;44(5):zsa264.
109. Pizza F, Moghadam KK, Vandi S, Detto S, Poli F, Mignot E, et al. Daytime continuous polysomnography predicts MSLT results in hypersomnias of central origin. *J Sleep Res*. 2013 Feb;22(1):32–40.
110. Johns MW. A New Method for Measuring Daytime Sleepiness: The Epworth Sleepiness Scale. *Sleep*. 1991;14(6):540–5.
111. Johns MW. Sleepiness in Different Situations Measured by the Epworth Sleepiness Scale. *Sleep*. 1994 Dec;17(8):703–10.
112. Johns MW. Reliability and Factor Analysis of the Epworth Sleepiness Scale. *Sleep*. 1992 Jul;15(4):376–81.
113. Walker NA, Sunderram J, Zhang P, Lu S en, Scharf MT. Clinical utility of the Epworth sleepiness scale. *Sleep Breath*. 2020 Dec;24(4):1759–65.

114. Lapin BR, Bena JF, Walia HK, Moul DE. The Epworth Sleepiness Scale: Validation of One-Dimensional Factor Structure in a Large Clinical Sample. *J Clin Sleep Med*. 2018 Aug 15;14(08):1293–301.
115. Smith SS, Oei TPS, Douglas JA, Brown I, Jorgensen G, Andrews J. Confirmatory factor analysis of the Epworth Sleepiness Scale (ESS) in patients with obstructive sleep apnoea. *Sleep Med*. 2008 Oct;9(7):739–44.
116. Grewe FA, Roeder M, Bradicich M, Schwarz EI, Held U, Thiel S, et al. Low repeatability of Epworth Sleepiness Scale after short intervals in a sleep clinic population. *Journal of Clinical Sleep Medicine*. 2020 May 15;16(5):757–64.
117. Lee JL, Chung Y, Waters E, Vedam H. The Epworth sleepiness scale: Reliably unreliable in a sleep clinic population. *J Sleep Res [Internet]*. 2020 Oct [cited 2022 Sep 21];29(5). Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jsr.13019>
118. Kendzerska TB, Smith PM, Brignardello-Petersen R, Leung RS, Tomlinson GA. Evaluation of the measurement properties of the Epworth sleepiness scale: a systematic review. *Sleep Med Rev*. 2014;18(4):321–31.
119. Janssen KC, Phillipson S, O'Connor J, Johns MW. Validation of the Epworth Sleepiness Scale for Children and Adolescents using Rasch analysis. *Sleep Medicine*. 2017 May;33:30–5.
120. Onen F, Moreau T, Gooneratne NS, Petit C, Falissard B, Onen SH. Limits of the Epworth Sleepiness Scale in older adults. *Sleep Breath*. 2013 Mar;17(1):343–50.
121. Onen F, Lalanne C, Pak VM, Gooneratne N, Falissard B, Onen SH. A Three-Item Instrument for Measuring Daytime Sleepiness: The Observation and Interview Based Diurnal Sleepiness Inventory (ODSI). *J Clin Sleep Med*. 2016;12(4):505–12.
122. Kaminska M, Jobin V, Mayer P, Amyot R, Perraton-Brillon M, Bellemare F. The Epworth Sleepiness Scale: Self-Administration Versus Administration by the Physician, and Validation of a French Version. *Can Respir J*. 2010;17(2):e27–34.
123. Hobson DE, Lang AE, Martin WRW, Razmy A, Rivest J, Fleming J. Excessive daytime sleepiness and sudden-onset sleep in Parkinson disease: a survey by the Canadian Movement Disorders Group. *JAMA*. 2002;287(4):455–63.
124. Violani C, Lucidi F, Robusto E, Devoto A, Zucconi M, Strambi LF. The assessment of daytime sleep propensity: a comparison between the Epworth Sleepiness Scale and a newly developed Resistance to Sleepiness Scale. *Clin Neurophysiol*. 2003;114(6):1027–33.
125. Dolan DC, Taylor DJ, Okonkwo R, Becker PM, Jamieson AO, Schmidt-Nowara W, et al. The Time of Day Sleepiness Scale to assess differential levels of sleepiness across the day. *J Psychosom Res*. 2009 Aug;67(2):127–33.
126. Guaita M, Salamero M, Vilaseca I, Iranzo A, Montserrat JM, Gaig C, et al. The Barcelona Sleepiness Index: A New Instrument to Assess Excessive Daytime Sleepiness in Sleep Disordered Breathing. *J Clin Sleep Med*. 2015;11(11):1289–98.
127. Coelho J, Lopez R, Taillard J, D'Incau E, Fond G, Philip P, et al. An Ultra-Short Measure of Excessive Daytime Sleepiness Is Related to Circadian Biological Rhythms: The French Psychometric Validation of the Barcelona Sleepiness Index. *J Clin Med*. 2022 Jan;11(13):3892.

128. Rosenthal L, Roehrs TA, Roth T. The sleep-wake activity inventory: A self-report measure of daytime sleepiness. *Biological Psychiatry*. 1993;34(11):810–20.
129. Van Knippenberg FCE, Passchier J, Heysteek D, Shackleton D, Schmitz P, Poublon RML, et al. The Rotterdam Daytime Sleepiness Scale: A New Daytime Sleepiness Scale. *Psychol Rep*. 1995;76(1):83–7.
130. Weaver TE, Laizner AM, Evans LK, Maislin G, Chugh DK, Lyon K, et al. An instrument to measure functional status outcomes for disorders of excessive sleepiness. *Sleep*. 1997;20(10):835–43.
131. Mayer G. The need for new instruments to measure the manifold aspects of excessive daytime sleepiness. *Sleep*. 2022 Jun 24;zsac144.
132. Kaplan KA, Plante DT, Cook JD, Harvey AG. Development and validation of the Hypersomnia Severity Index (HSI): A measure to assess hypersomnia severity and impairment in psychiatric disorders. *Psychiatry Research*. 2019;281:112547.
133. Dauvilliers Y, Evangelista E, Barateau L, Lopez R, Chenini S, Delbos C, et al. Measurement of symptoms in idiopathic hypersomnia: The Idiopathic Hypersomnia Severity Scale. *Neurology*. 2019;92(15):e1754–62.
134. Bastien CH, Vallières A, Morin CM. Validation of the Insomnia Severity Index as an outcome measure for insomnia research. *Sleep Med*. 2001;2(4):297–307.
135. Kanady JC, Harvey AG. Development and Validation of the Sleep Inertia Questionnaire (SIQ) and Assessment of Sleep Inertia in Analogue and Clinical Depression. *Cogn Ther Res*. 2015;39(5):601–12.
136. Evangelista E, Rassin AL, Lopez R, Biagioli N, Chenini S, Barateau L, et al. Sleep inertia measurement with the psychomotor vigilance task in idiopathic hypersomnia. *Sleep*. 2021;zsab220.
137. Bastuji H. Le test de réveil forcé : Une nouvelle méthode d'exploration de la vigilance. *Médecine du Sommeil*. 2006 Mar;3(7):41–4.
138. Bastuji H, Perrin F, Garcia-Larrea L. Event-related potentials during forced awakening: a tool for the study of acute sleep inertia. *J Sleep Res*. 2003 Sep;12(3):189–206.
139. Peter-Derex L, Perrin F, Petitjean T, Garcia-Larrea L, Bastuji H. Discriminating neurological from psychiatric hypersomnia using the forced awakening test. *Neurophysiol Clin*. 2013 Jun;43(3):171–9.
140. Kahn null, Groswasser null, Franco null, Scaillet null, Sawaguchi null, Kelmanson null, et al. Factors influencing the determination of arousal thresholds in infants - a review. *Sleep Med*. 2000 Oct 1;1(4):273–8.
141. Rosenthal L, Bishop C, Helmus T, Krstevska S, Roehrs T, Roth T. Auditory awakening thresholds in sleepy and alert individuals. *Sleep*. 1996 May;19(4):290–5.
142. Gauld C, Dumas G, Darrason M, Salles N, Desvergnés P, Philip P, et al. Médecine du sommeil personnalisée et syndrome d'apnées hypopnées obstructives du sommeil : entre précision et stratification, une proposition de clarification. *Médecine du Sommeil*. 2020 Dec 1;17(4):213–30.



143. Putilov AA. Owls, larks, swifts, woodcocks and they are not alone: A historical review of methodology for multidimensional self-assessment of individual differences in sleep-wake pattern. *Chronobiol Int.* 2017 Mar 16;34(3):426–37.
144. Martin VP, Rouas JL, Micoulaud-Franchi JA, Philip P, Krajewski J. How to Design a Relevant Corpus for Sleepiness Detection Through Voice? *Front digit health.* 2021;3:124.
145. Cuthbert BN. The RDoC framework: facilitating transition from ICD/DSM to dimensional approaches that integrate neuroscience and psychopathology: Forum - The Research Domain Criteria Project. *World Psychiatry.* 2014 Feb;13(1):28–35.
146. Borsboom D, Cramer AOJ. Network Analysis: An Integrative Approach to the Structure of Psychopathology. *Annu Rev Clin Psychol.* 2013;9(1):91–121.
147. Borsboom D. Possible Futures for Network Psychometrics. *Psychometrika.* 2022 Mar;87(1):253–65.
148. Lewis D. Lancement du projet InnovationS. 2022.
149. Wimbledon AFGH. On the Statistical matching of neuronal and other data. *J dynam Stat.* 1974;5:1–28.
150. Torous J, Onnela JP, Keshavan M. New dimensions and new tools to realize the potential of RDoC: digital phenotyping via smartphones and connected devices. *Transl Psychiatry.* 2017 Mar;7(3):e1053–e1053.