



**MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE,
DE LA JEUNESSE
ET DES SPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Conseil scientifique
de l'éducation nationale**

MIEUX DORMIR

POUR MIEUX APPRENDRE

Synthèse de la recherche et recommandations

Texte rédigé
sous la direction
de Stéphanie Mazza,
avec les contributions
de Kinga Igloi,
Sabine Plancoulaine,
Amandine Rey et
Rébecca Shankland



Ce texte a été rédigé dans le cadre des travaux du groupe de travail « Bien-être à l'école » du Conseil scientifique de l'éducation nationale, sous la direction de **Stéphanie Mazza**, avec les contributions de **Kinga Igloi**, **Sabine Plancoulaine**, **Amandine Rey**, **Rébecca Shankland** et des membres du groupe de travail.

Groupe de travail « Bien-être à l'école » du Conseil scientifique de l'éducation nationale

Les travaux scientifiques en psychologie et neurosciences mettent en avant le rôle clé du sommeil, de l'activité physique ou encore des compétences psychosociales sur les performances cognitives et scolaires. Le groupe de travail s'attache à déterminer les interventions qui paraissent les plus efficaces dans ces domaines afin de dresser des recommandations concrètes.

Coordination : Stéphanie Mazza, professeure de neuropsychologie à l'université Lyon 1.

Véronique Billard, directrice de la pédagogie, Réseau Canopé; Vincent Cano, chargé de mission, bureau des collèges, Dgesco; Emily Darlington, maître de conférence à l'université Lyon 1; Patrick Debut, secrétaire général du CSEN; Ghislaine Dehaene-Lambertz, directrice de recherche au CNRS en sciences cognitives; Isabelle Goubier, inspectrice de l'éducation nationale, académie de Paris; Kinga Igloi, maître assistante à l'université de Genève; Marjorie Koubi, cheffe du bureau des collèges, Dgesco; Christine Lequette, médecin conseillère technique de la rectrice de Grenoble; Thomas Leroux, sous-directeur de l'action éducative, Dgesco; Marion Mallet-Petiot, cheffe du bureau des écoles, Dgesco; Christophe Marsollier, inspecteur général, IGESR; Stéphanie Mazza, professeure de neuropsychologie à l'université Lyon 1; Sophie Mico, infirmière conseillère technique auprès du recteur de Lyon; Brigitte Moltrecht, conseillère technique, Dgesco; Sofia Nogueira, adjointe à la cheffe du bureau des collèges, Dgesco; Sabine Plancoulaine, chercheuse à l'Inserm; Amandine Rey, maître de conférence à l'université Lyon 1; Benoit Rogeon, chef du bureau de la santé et de l'action sociale, Dgesco; Rebecca Shankland, professeure de psychologie du développement à l'université Lumière Lyon 2; Anne Valat, chargée de mission, CSEN.

Résumé

Trop souvent considéré comme une perte de temps dans nos sociétés modernes, le sommeil constitue bien plus qu'une période de repos. Il s'agit d'un élément vital et fondamental au développement, à la santé physique et émotionnelle, aux apprentissages et aux relations interpersonnelles, et cela à tout âge de la vie. Alors que les avancées technologiques nous poussent à retarder notre heure de coucher, nos besoins de sommeil n'ont guère évolué depuis les 100 dernières années. Les données indiquent que :

- L'organisme est incapable de stocker du sommeil en prévision d'une privation à venir;
- Un sommeil régulier, suffisant en quantité et qualité est donc le seul garant de notre bon fonctionnement;
- Le sommeil est important à tout âge, mais particulièrement pour le développement cérébral, métabolique, immunitaire, émotionnel et cognitif de l'enfant et de l'adolescent;
- Un bon sommeil est nécessaire pour permettre aux élèves de bien apprendre. Le sommeil de nuit ou de sieste est essentiel pour consolider ce qui a été appris;
- Le manque de sommeil de la petite enfance constitue un handicap pour les apprentissages à venir puisqu'il laisse des stigmates visibles à l'entrée au cours élémentaire.

Ainsi, un enfant qui dort bien est un enfant qui a plus de chance de bien apprendre. Les différents acteurs de l'éducation nationale doivent faire du sommeil un outil de réussite académique, et plus largement un outil permettant le développement du bien-être de l'élève. Même si le sommeil reste principalement un comportement qui prend place dans l'intimité de la sphère familiale, les principales répercussions sont visibles en classe : endormissement, conflits, manque d'attention, hyperactivité, impulsivité, absentéisme... Avec l'éducation obligatoire à 3 ans, tous les enfants doivent se voir offrir la possibilité de faire la sieste dans l'enceinte de l'école.

Les enseignants et les chercheurs en sont convaincus, bien dormir, c'est bien apprendre.

Sommaire

1. Le sommeil au cours du développement	7
L'importance de la sieste	9
2. Rôles du sommeil au cours du développement	11
2.1 Sommeil et maturation cérébrale	11
2.2 Sommeil et croissance	12
2.3 Sommeil et immunité	12
3. Sommeil et apprentissages	13
3.1 Sommeil et fonctionnement cognitif	13
3.2 Sommeil et consolidation des apprentissages	15
3.3 Sommeil et comportements	16
3.4 Un lien vers les compétences psychosociales	17
Le sommeil dans les troubles neuro-développementaux	19
4. Interventions à l'école	19
4.1 Expérimentations en Cycle 1	19
4.2 Expérimentations en Cycles 2 et 3	20
4.3 Expérimentations ciblant les élèves du secondaire	22
Le sommeil et les écrans	24
5. Limites des études	25
6. Perspectives et recommandations	25
6.1. Le sommeil, ça s'apprend	25
6.2. Le sommeil n'est pas uniquement une affaire de nuit : la place de la sieste	26
6.3. Porter une attention particulière aux adolescents	28
6.4. La formation des équipes pédagogiques	28
Ce qu'il faut retenir	29
Références	30

À quelques jours de la rentrée, il est fréquent de lire ou d'entendre dans les médias, qu'il est temps de recalibrer le rythme des enfants et des adolescents pour leur permettre d'aborder la rentrée reposés. Implicitement, le sommeil est considéré comme un facteur de réussite. Pourtant, alors que l'alimentation et l'exercice physique sont souvent invoqués pour prévenir les problèmes de santé, le sommeil est quant à lui encore souvent considéré comme une perte de temps. On estime que plus de 30% des enfants¹ et jusqu'à 70% des adolescents ne dorment pas suffisamment².

Dans ce texte, nous allons montrer l'importance des répercussions du manque de sommeil sur l'attention, les émotions et les résultats scolaires. L'influence du sommeil sur les apprentissages est double. Avoir bien dormi permet aux élèves de disposer de conditions cognitives optimales pour acquérir de nouvelles connaissances, et bien dormir après avoir appris permet de consolider ces nouveaux apprentissages.

Plusieurs travaux scientifiques mettent en évidence que le manque de sommeil des enfants et adolescents pourrait être corrigé par la mise en place d'une bonne hygiène de sommeil. La mise en place de comportements efficaces nécessite que l'on dispose de bonnes connaissances sur le sommeil, afin d'identifier les facteurs susceptibles de le favoriser ou de l'entraver.

Bien que la problématique du manque de sommeil soit fréquemment au centre des discussions des équipes éducatives, les professionnels de l'éducation se trouvent démunis et se sentent souvent peu légitimes pour l'aborder sereinement en classe ou auprès des familles. Cette revue de la littérature apporte des arguments scientifiques qui montrent à quel point le sommeil est une clé des conditions de la réussite et du bien-être de l'enfant et de l'adolescent. Cette synthèse rapporte de manière non-exhaustive les productions scientifiques et les résultats d'interventions réalisées en milieu scolaire ayant donné lieu à des évaluations. Elle témoigne de la place de l'École, de la maternelle au lycée, dans l'éducation au sommeil.

1 (Owens, 2014; Trosman & Ivanenco, 2021)

2 (Royant-Parola, Londe, Tréhout, & Hartley, 2021)

1. Le sommeil au cours du développement

Au cours du développement, le sommeil connaît de nombreuses modifications. Même si le temps de sommeil varie d'un nouveau-né à l'autre, à la naissance le nourrisson passe plus de 2/3 de son temps à dormir. Son sommeil se répartit aussi bien le jour que la nuit, en périodes de 3 à 4 heures entrecoupées d'éveil. On parle d'un sommeil ultradien.

Les stades de sommeil, tels que nous les connaissons chez l'adulte, ne sont pas encore visibles. Le nourrisson alterne des phases de « sommeil calme » et de « sommeil agité » qui se transformeront plus tard respectivement en « sommeil lent profond », caractérisé par des ondes cérébrales lentes et une activité physiologique ralentie, et en « sommeil paradoxal » caractérisé par une activité cérébrale intense, une atonie musculaire et des mouvements oculaires rapides.

À partir de l'âge de trois ans, les enfants présentent une architecture du sommeil assez proche de celle des adultes. Le sommeil lent et le sommeil paradoxal s'enchaînent au cours de la nuit sous forme de cycles de 90 à 120 minutes (Figure 1). À chaque fin de cycle, on observe une brève période d'éveil, très souvent inconsciente. La constitution des cycles de sommeil varie au cours de la nuit, les cycles ayant lieu avant 2-3 heures du matin sont généralement plus riches en sommeil lent profond que ceux de fin de nuit qui contiennent de plus longues périodes de sommeil paradoxal.

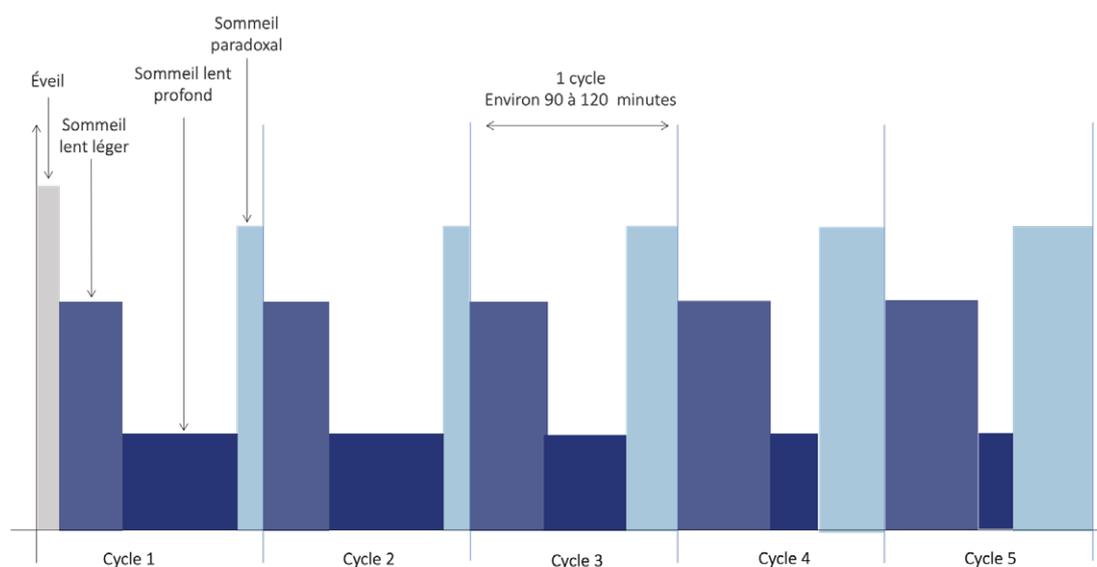


Figure 1. Organisation du sommeil au cours de la nuit

Entre 3 et 6 ans, le volume de sommeil est important, les enfants dorment entre 10 et 13 heures par 24 heures³ (Figure 2). Ce temps de sommeil concerne un sommeil de nuit et une sieste en début d'après-midi qui disparaîtra progressivement avant l'âge de 6 ans⁴. Après 6 ans, le sommeil est quasi exclusivement nocturne et l'horaire de coucher va progressivement être retardé. Le volume de sommeil lent profond est très important, surtout en première moitié de nuit. L'enfant étant scolarisé, les horaires de lever seront en semaine dictés par les rythmes scolaires. Lorsque les couchers sont trop tardifs, cela occasionne chez certains enfants une réduction chronique du temps de sommeil.

³ (Hirshkowitz et al., 2015)

⁴ (Staton et al., 2020)

Selon Borbély et collègues⁵, la régulation biologique du sommeil est dépendante de deux processus.

- D'une part, nous avons tous envie de dormir le soir et nous nous réveillons le matin. Ce cycle de 24 heures, qui régule l'éveil et le sommeil, s'appelle le rythme circadien (du latin « circa diem », environ un jour). Il repose sur l'activité des neurones d'une région bien précise, le noyau suprachiasmatique, qui agissent comme une horloge interne sur notre organisme. Ce processus circadien est également responsable de la variation de notre température interne et de la sécrétion de mélatonine, qui participent toutes deux au rythme éveil/sommeil.
- D'autre part, notre envie de dormir varie également d'un jour à l'autre, en fonction de notre activité de la journée précédente, ou des journées précédentes. Cette « pression de sommeil » est contrôlée par ce que l'on appelle le processus homéostatique, qui reflète l'accumulation au cours de la période d'éveil d'un besoin de sommeil.

Lorsque ces deux processus sont en phase, l'individu ressentira en soirée une forte pression de sommeil occasionnée par une longue journée d'activité. Même si ces 2 processus sont indépendants, ils interagissent pour réguler le sommeil jour après jour. Ainsi, le sommeil perdu ne se rattrape pas, tout comme il est impossible d'accumuler du sommeil en prévision d'une restriction à venir. Ces mécanismes régulent sur 24 heures de nombreuses fonctions biologiques comme nous le verrons dans les chapitres à venir.



Figure 2. Recommandation de sommeil pour chaque groupe d'âge (Traduit et modifié à partir de www.sleepfoundation.org)

À l'adolescence, le rythme éveil/sommeil connaît des changements importants que certains spécialistes du sommeil n'ont pas hésité à qualifier de « tempête »⁶ (Figure 3). Ce bouleversement va permettre de faire évoluer le sommeil de l'enfant vers un profil adulte, au coucher plus tardif, au sommeil moins profond et de plus courte durée. Lors de l'adolescence, la régulation circadienne du sommeil se modifie, retardant physiologiquement l'horaire du coucher d'environ 1h30 entre 11 et 20 ans. On dit que les adolescents présentent un « chronotype vespéral », c'est-à-dire qu'ils ne peuvent pas s'empêcher de devenir « couche-tard ». C'est à 20 ans, que ce décalage atteint son maximum. Après cet âge, le coucher se fera à nouveau plus tôt et le chronotype sera plutôt matinal. En 2004, Roenneberg et ses collègues⁷ ont mis en évidence que ces modifications de chronotype était un bon marqueur du début et de la fin de l'adolescence. Le sommeil lent profond, qui représente 25% du sommeil de l'enfant, diminue également proportionnellement à l'évolution des stades pubertaires⁸. Il est également supposé que les modifications hormonales de l'adolescence impactent le processus homéostatique. Il a ainsi été montré que les adolescents pubères tolèrent plus facilement la pression de sommeil lors d'un éveil prolongé, comparativement à des adolescents pré-pubères. Ainsi, en soirée, les adolescents perçoivent moins de signes de fatigue que les enfants ou les adultes en général. Cependant, même si ces adolescents semblent

5 (Borbély & Achermann, 1999; Borbély, Daan, Wirz-Justice, & Deboer, 2016)

6 (Carskadon, 2011; Crawley, Wolfson, & Carskadon, 2018)

7 (Roenneberg et al. 2004)

8 (Carskadon & Acebo, 2002)

plus résistants à la pression de sommeil, leur besoin de sommeil ne s'allège pas au cours de l'adolescence⁹. L'Académie Américaine de Médecine du Sommeil estime qu'entre 12 et 18 ans chaque adolescent devrait dormir entre 8 et 10h chaque nuit pour répondre à ses besoins physiologiques¹⁰. La réalité est tout autre, puisqu'il est estimé que la réduction quotidienne du temps de sommeil atteindrait en moyenne 2 heures par nuit¹¹. Des facteurs « extrinsèques » contribuent également à majorer cette restriction de sommeil. Parmi les principaux facteurs on note les horaires de début des cours, la consommation d'écran en soirée (voir chapitre 4.3) et les activités extracurriculaires¹². Même si les adolescents tentent de récupérer de leur dette de sommeil en augmentant leur temps de sommeil les fins de semaine, cette stratégie est peu efficace voire contre-productive¹³. En effet, comme nous l'avons vu, le rythme veille/sommeil est calé sur un rythme de 24h (processus circadien), nous ne disposons d'aucun moyen nous permettant de stocker du sommeil en prévision de la semaine qui arrive. D'autre part, l'allongement du temps passé au lit le dimanche matin risque fortement d'impacter le processus homéostatique et de provoquer des difficultés d'endormissement le soir suivant.

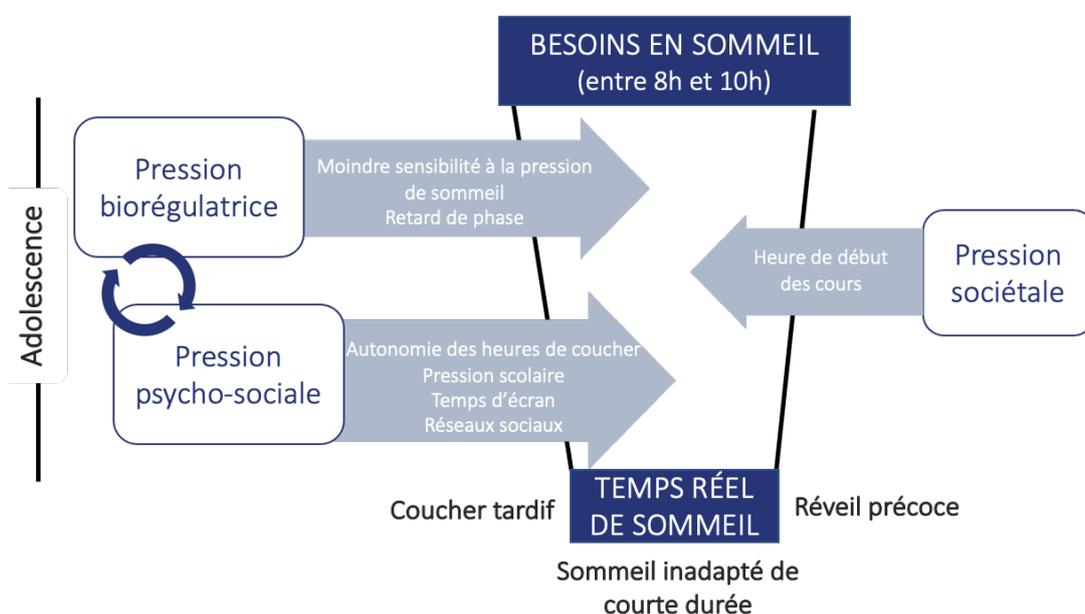


Figure 3. Le modèle « Perfect Storm » ou « tempête parfaite » (traduction en français de la figure de Carskadon (2011))

L'importance de la sieste

Chez l'adulte, plusieurs études se sont intéressées au lien entre sieste et fonctions cognitives, traitement des émotions et autorégulation, ainsi qu'à des facteurs liés à la santé tels que les systèmes immunitaire, neuroendocrinien et cardiovasculaire¹⁴.

Les données recueillies auprès des enfants sont plus rares et concernent principalement la cognition. En 2015, Thorpe et ses collaborateurs¹⁵ ont réalisé une synthèse de 26 articles portant sur les effets de la durée et de la qualité des siestes sur le développement et la santé

9 (Hagenauer et al., 2009; Jenni et al., 2005)

10 (Paruthi et al., 2016)

11 (Gradisar et al., 2011)

12 (Tarokh et al., 2016)

13 (Wittmann et al., 2006)

14 (Faraut, Andrillon, Vecchierini, & Leger, 2017)

15 (Thorpe et al., 2015)

des jeunes enfants. Ils ont mis en évidence que les résultats de ces études n'étaient pas tous cohérents, en raison de deux facteurs : l'âge et la régularité des siestes des enfants étudiés. En effet, les effets bénéfiques sur les apprentissages et la régulation émotionnelle sont généralement constatés chez les enfants les plus jeunes qui font régulièrement la sieste¹⁶. Williams et Horst ont étudié l'influence de la sieste sur l'apprentissage de nouveaux mots à partir d'histoires, simulant ainsi un environnement d'apprentissage réaliste¹⁷. Quarante-huit enfants de 3 ans ont écouté des histoires contenant des nouveaux mots. Dans cette expérience, les enfants ont été répartis de manière quasi-aléatoire dans quatre conditions selon qu'ils avaient l'habitude de faire régulièrement la sieste ou non, et dans chacun de ces 2 groupes la moitié des enfants ont entendu une même histoire trois fois, et l'autre moitié a entendu trois histoires différentes. La rétention des mots a été testée à plusieurs reprises : 2,5 heures plus tard, 24 heures plus tard et 7 jours plus tard. Comme nous pouvions nous y attendre, les résultats montrent que les lectures répétées des mêmes histoires favorisent l'apprentissage de nouveaux mots comparativement à la condition où 3 histoires différentes étaient proposées. Mais les résultats démontrent également des effets forts et persistants de la sieste sur l'apprentissage des mots. Ainsi, la sieste a permis aux enfants qui avaient écouté trois histoires différentes avant de dormir de mémoriser autant de mots que les enfants qui avaient l'avantage d'entendre la même histoire trois fois.

Dans une étude réalisée auprès d'enfants âgés de 3 à 5 ans, des chercheurs ont proposé à 40 enfants de réaliser un apprentissage visuo-spatial (jeu de memory) en début d'après-midi et un rappel des informations mémorisées après un délai de 2 heures puis de 24 heures¹⁸. Dans une condition, les enfants devaient rester éveillés entre l'apprentissage et le premier rappel. Dans la seconde condition, ces mêmes enfants avaient l'opportunité de réaliser une sieste dans cet intervalle. Les auteurs ont mis en évidence que la sieste réduisait significativement l'oubli d'informations lors du rappel après un délai de 2h et de 24h. En analysant séparément les enfants faisant quotidiennement la sieste et ceux ne réalisant plus la sieste (ou moins de 2 fois par semaine), ils ont pu mettre en évidence que l'effet bénéfique de la sieste était plus important chez les enfants siesteurs habituels.

En Chine, la sieste est une pratique de sommeil courante et bien acceptée à tout âge dans le cadre d'un mode de vie sain. Récemment, une étude menée auprès de 3 819 enfants chinois en école élémentaire a montré que la pratique régulière de la sieste avait des effets bénéfiques sur le fonctionnement cognitif, le bien-être psychologique et les problèmes émotionnels et comportementaux¹⁹.

Il est important de noter que nous gardons à l'âge adulte une réduction de notre vigilance en début d'après-midi. Cette baisse de vigilance est occasionnée par une réduction de notre température interne, qui survient vers 13h, de manière reproductible, et cela même en l'absence d'un repas. Il s'agit d'une fenêtre temporelle propice au repos, car nos capacités cognitives sont réduites et notre organisme prêt à faire une pause.

Pour certains enfants ou adolescents dont les facteurs environnementaux réduisent la qualité ou la quantité de sommeil nocturne, la sieste permet également une régulation de la somnolence²⁰. Pour ces raisons, la mise en place de la sieste est considérée comme une intervention de santé pour compenser les conséquences négatives du manque de sommeil²¹.

16 (Horváth & Plunkett, 2018; Miller, Seifer, Crossin, & Lebourgeois, 2015; Berger et al., 2012; Kurdziel et al., 2013)

17 (Williams & Horst, 2014)

18 (Kurdziel et al., 2013)

19 (Liu et al., 2019)

20 (Hartzler, 2014; Saletin et al., 2017; Tietzel & Lack, 2001; Vgontzas et al., 2007)

21 (Faraut et al., 2017; Lo et al., 2017)

2. Rôles du sommeil au cours du développement

Le sommeil est souvent considéré comme un simple mécanisme de récupération de la fatigue. En ce sens, il est commun d'estimer que le sommeil est une perte de temps, et encore plus chez l'adolescent qui perçoit moins bien son besoin de sommeil. Restreindre le rôle du sommeil à ce seul mécanisme de récupération est une erreur. Les études réalisées indiquent l'importance du sommeil pour de nombreuses fonctions biologiques, dont la régulation doit être faite chaque nuit. Un nombre croissant de recherches réalisées chez l'adulte montre qu'un sommeil de courte durée ou de qualité insuffisante a un impact sur le fonctionnement cardiovasculaire, métabolique et cognitif, en plus d'accentuer les problèmes de santé déjà existants²². Une seule méta-revue existe concernant les données obtenues chez l'enfant²³. Cette méta-revue permet de synthétiser les résultats de plusieurs revues systématiques, afin de dégager les effets robustes, visibles de manière cohérente au travers de plusieurs études. Cette méta-revue proposée par Matricciani et collaborateurs en 2019 regroupe les résultats de 39 revues systématiques, soit plus de 1 000 études, évaluant le lien entre le sommeil et la cognition, la santé psychosociale, la santé cardiometabolique et d'autres résultats tels que la douleur musculo-squelettique. Les résultats indiquent qu'il existe des preuves substantielles et cohérentes établissant un lien entre la durée de sommeil des enfants, la prise de poids et la régulation émotionnelle (voir chapitre 3). Pour les autres paramètres évalués, les auteurs rapportent des résultats plus mitigés, en raison d'une part d'une plus grande variabilité dans la prise en compte des facteurs confondants entre les études.

2.1 Sommeil et maturation cérébrale

Le sommeil connaît d'importantes transformations accompagnant les grandes étapes de la maturation cérébrale, de la vie in utero jusqu'au début de l'âge adulte.

La maturation cérébrale débute dans les régions sensorielles les plus postérieures du cerveau, et se termine vers 25 ans dans les régions frontales, les plus antérieures de notre cerveau. Les ondes lentes caractérisant le sommeil lent profond participent à cette maturation. On observe cette même trajectoire antéro-postérieure des ondes lentes, qui sont très présentes à l'arrière du cerveau durant la petite enfance et qui gagnent progressivement les régions centrales, puis l'avant du cerveau lorsque l'enfant grandit²⁴. Tout comme le nombre de synapses, le sommeil lent profond, et plus particulièrement les ondes lentes qui le composent, s'intensifient de la naissance à l'âge de 10 ans, puis diminuent jusqu'à l'âge adulte²⁵. Ainsi, des troubles du sommeil (difficultés d'endormissement, réveils fréquents, ronflements, apnées du sommeil...) ou une privation de sommeil chez les enfants et les adolescents sont susceptibles de modifier à moyen et long termes la maturation cérébrale et de favoriser l'apparition de troubles cognitifs, émotionnels et comportementaux²⁶.

Le sommeil paradoxal est également impliqué dans le développement et la maturation du cerveau, notamment au tout début de la vie. Il est fréquent d'observer au cours de ce stade chez le nouveau-né, de petits mouvements de sursaut des mains et des pieds. Ils permettent l'activation des réseaux sensori-moteurs qui prépare l'enfant à réaliser et maîtriser certains mouvements²⁷. Il en serait de même pour les mimiques faciales émotionnelles (le fameux sourire aux anges) visibles chez les nouveau-nés endormis, alors qu'elles ne sont pas encore observables à l'éveil.

22 (Pandi-Perumal & Leger, 2006; Gao et al., 2021)

23 (Matricciani et al., 2019)

24 (Shaw et al., 2008; Buchmann et al., 2011; van Noordt & Willoughby, 2021; Kocevska et al., 2017)

25 (Feinberg et al., 1990; Campbell & Feinberg, 2009)

26 (Brooks, Katz, & Stamoulis, 2022; Page, Wakschlag, & Norton, 2021; Jalbrzikowski et al., 2021)

27 (Blumberg et al., 2013; Sokoloff et al., 2021; Tarokh, 2021)

Une fois la maturation cérébrale terminée, le sommeil continue à participer au bon fonctionnement cérébral, en participant à la plasticité cérébrale sous-tendant les apprentissages. Il a ainsi été montré chez la souris que le sommeil renforce les connexions entre les neurones du réseau cérébral activé au moment de l'apprentissage et diminue la force des connexions en dehors de ce réseau²⁸. Le sommeil permet également l'élimination nuit après nuit des toxines produites par l'activité de nos neurones. Des données récentes observées chez le rongeur ont montré que pendant le sommeil lent profond, l'espace entre les neurones s'élargit pour permettre au liquide céphalo-rachidien qui baigne le cerveau, de drainer et d'éliminer les déchets accumulés au cours de l'éveil²⁹. Bien qu'il n'ait pas été directement observé chez l'Homme, ce mécanisme pourrait participer à protéger notre cerveau de l'accumulation anormale de ces derniers, comme on peut l'observer dans la maladie d'Alzheimer³⁰.

2.2 Sommeil et croissance

Le sommeil participe également à la croissance en taille et en poids³¹. Il est commun d'entendre dire que l'enfant grandit pendant son sommeil ! En réalité, chez l'enfant, le sommeil comme l'éveil participe à la croissance. L'hormone de croissance est sécrétée aussi bien le jour que la nuit. Mais, la nuit, c'est surtout pendant le sommeil lent profond que cette hormone est sécrétée. Vers 18 ans, c'est 70 % de la sécrétion qui a lieu pendant la première moitié de nuit (avant 3-4 heures du matin), lorsque le sommeil lent profond est abondant³². Il existe également un lien fort entre manque de sommeil et prise de poids. Chez les enfants, on estime que le manque de sommeil augmenterait de 30 % le risque d'obésité³³ et celui de développer des pathologies métaboliques lourdes, comme par exemple des diabètes de type 2³⁴. Cet effet semble lié à la régulation de la sécrétion de leptine, hormone de la satiété et de ghréline, hormone de la faim, qui sont toutes deux liées au cycle de l'hormone de croissance. Une étude réalisée auprès de jeunes adultes a montré qu'une privation de sommeil partielle pendant 2 nuits consécutives suffisait à diminuer la sécrétion de la leptine et à augmenter celle de la ghréline³⁵. Ceci avait pour conséquence d'augmenter de plus de 24 % la sensation de faim des participants. Le déséquilibre dans la sécrétion de ces deux hormones pourrait donc expliquer l'effet important du manque de sommeil sur la prise de poids.

Ainsi, ce n'est pas uniquement la durée de sommeil qui est importante pour la croissance. Un sommeil de bonne qualité, contenant suffisamment de sommeil lent profond est également nécessaire.

2.3 Sommeil et immunité

Le sommeil et le système immunitaire entretiennent un lien bidirectionnel. En l'absence d'infection, le sommeil prépare l'organisme à d'éventuelles attaques infectieuses, en agissant sur plusieurs messagers du système immunitaire, tels que les cytokines. On parle ici « d'homéostasie inflammatoire », le système se préparant à d'éventuelles agressions³⁶. Lors d'une infection, le système immunitaire déclenche une réponse inflammatoire qui, selon son ampleur et son évolution dans le temps, induit une augmentation de la durée et de l'intensité du sommeil. On suppose que cette modification du sommeil entraînerait à son tour une action sur le système

28 (Tononi et al., 2012)

29 (Xi et al., 2013; Herculano-Houzel, 2013)

30 (Winer, 2021)

31 (Copinschi, Leproult, & Spiegel, 2014; Fatima, Doi, & Mamun, 2016)

32 (Van Cauter, Leproult, & Plat, 2000)

33 (Li et al., 2017)

34 (Rudnicka et al., 2017; Dutil & Chaput, 2017; Monzon, Patton, Koren, 2021; Matricciani et al., 2019)

35 (Spiegel et al., 2004)

36 (Besedovsky, Lange, & Haack, 2019; Radogna, Diederich, & Ghibelli, 2010)

immunitaire qui déclencherait des mécanismes de défense plus efficaces. Il est important de noter que la plupart de nos connaissances sur les interactions entre le sommeil et le système immunitaire proviennent d'études réalisées auprès d'adultes. Elles ne sont pas réalisées chez les enfants pour des raisons éthiques.

Par exemple, dans le but de comprendre le lien entre sommeil et immunité, des chercheurs ont exposé des volontaires sains à des virus, comme celui du rhume³⁷. Ils ont montré qu'une réduction du temps de sommeil la semaine précédant la contamination augmentait significativement le risque de développer les symptômes de la maladie. Ainsi, les volontaires qui avaient dormi en moyenne moins de 6 heures par nuit (soit une heure de moins que la durée recommandée) avaient 4 fois plus de risque de développer les symptômes du rhume par rapport à ceux qui avaient suffisamment dormi³⁸. Ainsi, le manque de sommeil minimise la réponse immunitaire et notamment la production d'anticorps en réaction à une infection³⁹. Par le même mécanisme, le manque de sommeil impacte l'efficacité vaccinale en réduisant la quantité d'anticorps produite à la suite du vaccin⁴⁰. Une étude longitudinale récente réalisée auprès d'enfants âgés de 2 à 5 ans a montré qu'une durée courte de sommeil est associée à des niveaux élevés de marqueurs de l'inflammation⁴¹. Ainsi, une réduction chronique de sommeil, en favorisant ces phénomènes inflammatoires, prédispose à de nombreuses pathologies chroniques dont l'obésité, le diabète, les pathologies cardiovasculaires, cancéreuses, etc.

3. Sommeil et apprentissages

3.1 Sommeil et fonctionnement cognitif

Afin d'étudier les conséquences d'un manque de sommeil sur le développement cognitif des enfants, des études de suivi de cohorte ont été réalisées notamment en France et au Québec. La cohorte Canadienne compte 2 120 enfants suivis depuis la naissance. Entre 2 ½ ans et 6 ans, une évaluation du sommeil et de différentes mesures du développement cognitif, socio-affectif et physique a été réalisée⁴². Il a été mis en évidence que les enfants qui dormaient le moins à 2 ½ ans présentaient à 6 ans des capacités cognitives plus faibles que les bons dormeurs. Comparativement aux autres enfants, leurs performances étaient plus faibles dans les épreuves standardisées mesurant le niveau de vocabulaire et les performances non-verbales. Ces associations persistaient même en tenant compte d'un grand nombre de caractéristiques potentiellement associées aux performances cognitives des enfants, telles que le tabagisme durant la grossesse, le faible poids à la naissance, l'allaitement, l'âge de la mère à la naissance de l'enfant, le statut d'immigrante de la mère, le niveau d'éducation des parents, le niveau de revenu familial, etc⁴³.

37 (Prather et al., 2015)

38 (Cohen et al., 2009)

39 (Spiegel, Sheridan, & Van Cauter, 2002; Lange et al., 2003)

40 (Lange et al., 2011)

41 (Radmanish et al., 2022)

42 (Touchette et al., 2007, 2008)

43 (Touchette et al., 2007)

Trois méta-analyses principales ont évalué les effets du sommeil sur le fonctionnement cognitif des enfants d'âge scolaire⁴⁴. La première datant de 2012 a répertorié 86 études soit un total de 35 936 enfants, la seconde datant de 2017 a regroupé 26 études évaluant des enfants de moins de 6 ans (soit 37 853) et enfin celle de 2018, est plus modeste avec 19 études incluses pour un total de 1 760 enfants. Plusieurs études comprises dans ces méta-analyses se sont intéressées aux performances scolaires. Elles mettent en évidence que les enfants qui présentent une durée de sommeil suffisante réussissent mieux les épreuves académiques⁴⁵. Elles mettent également en évidence un effet global significatif entre la durée de sommeil et le fonctionnement cognitif des enfants. Une durée de sommeil plus longue est associée à de meilleures performances aux épreuves qui mobilisent les fonctions exécutives. Cela se traduit par un meilleur contrôle de soi, une meilleure flexibilité cognitive, ainsi que de meilleures capacités de mémoire de travail. Les fonctions exécutives sont sous-tendues par l'activité des régions cérébrales préfrontales. Ces régions sont très énergivores pendant nos activités éveillées, elles sont donc très sensibles au manque de sommeil⁴⁶. Au cours de la nuit, ce sont dans ces régions que le sommeil est le plus profond, afin d'assurer les processus nécessaires à leur restauration⁴⁷. Si le sommeil est insuffisant, l'activité cérébrale dans ces régions à l'éveil est modifiée, leur connectivité fonctionnelle réduite⁴⁸, et apparaissent les difficultés exécutives, de gestion émotionnelle et comportementale.

L'étude de différents modérateurs montre que ces résultats sont observés quel que soit le genre ou l'âge des enfants. Il est important de relever que ces études mettent en évidence un haut degré d'hétérogénéité concernant le type et les moyens de mesurer les variables du sommeil et les variables comportementales et cognitives, ainsi que les méthodes statistiques employées. De plus, ces études ne permettent pas de conclure à des liens de cause à effet, comme pourraient le faire des études expérimentales.

Ainsi, des études expérimentales ont cherché à moduler le temps de sommeil des enfants pour mesurer l'impact que celui-ci pouvait avoir sur leurs performances cognitives. Par exemple, des chercheurs ont exploré les effets d'une courte restriction et d'une courte extension de sommeil sur le fonctionnement cognitif d'enfants âgés de 9 à 12 ans⁴⁹. Les enfants ont été invités à dormir selon leurs horaires habituels pendant 2 nuits et leurs performances cognitives ont été évaluées le matin du premier jour. Le troisième après-midi, ils ont reçu un appel téléphonique leur demandant de se coucher soit 1 heure plus tôt (extension de sommeil), soit 1 heure plus tard (restriction de sommeil) pendant les 3 nuits suivantes. Après la troisième nuit de restriction ou d'extension de sommeil (vérifiée par actigraphie), les enfants ont de nouveau été testés. Les résultats mettent en évidence que la restriction expérimentale de sommeil, même de courte durée, a eu des effets délétères sur les performances cognitives des enfants et inversement, l'augmentation du temps de sommeil améliorerait ces dernières.

Il a également été montré que les enfants atteints de troubles neuropsychologiques (c'est-à-dire de troubles affectant les processus cognitifs) présentent plus fréquemment des troubles du sommeil que leurs homologues en bonne santé⁵⁰. Ces difficultés se traduisent par un temps d'endormissement plus long, un sommeil plus fragmenté, des horaires de couchers irréguliers qui réduisent le temps de sommeil. Ces difficultés de sommeil peuvent en retour majorer leurs difficultés cognitives (voir encadré sur les troubles neurodéveloppementaux).

44 (Astill et al., 2012; Reynaud et al., 2017; Short et al., 2018)

45 (Dunster et al., 2018; Sadeh et al., 2003)

46 (Dahl, 1996)

47 Maquet et al., 1990; Tononi & Cirelli, 2003; Tononi & Cirelli, 2006)

48 Koenis et al., 2013; Verweij et al., 2014)

49 (Sadeh et al., 2003)

50 (Aishworiya et al., 2016; Dorris et al., 2008)

3.2 Sommeil et consolidation des apprentissages

L'ensemble de ces données nous aide à comprendre comment le manque sommeil en réduisant les capacités cognitives de l'enfant peut altérer leurs capacités d'apprentissage. Cependant, l'influence du sommeil ne s'arrête pas là, car une fois assimilée, le sommeil qui suit l'apprentissage va permettre à ces connaissances de se consolider et de devenir moins sensibles à l'oubli.

En 1885, Ebbinghaus met en évidence une des lois les plus connues en psychologie : la courbe de l'oubli. Cette courbe illustre le déclin exponentiel du souvenir de ce que nous avons appris en fonction du temps qui passe. Plus le temps passe, plus le souvenir s'efface... En mesurant ses propres performances de rappel à des intervalles réguliers, Ebbinghaus avait pu montrer que l'oubli était massif au cours des premières heures qui suivent l'apprentissage : 55,8% des syllabes qu'il avait apprises étaient oubliées après 1 heure, 64,2% après 9 heures, 66,3% après 1 jour, 72,2% après 2 jours, 74,6% après 6 jours et 78,9% après 31 jours. Si l'oubli suit une courbe exponentielle, il est difficile d'expliquer qu'entre 9 heures et 1 jour l'oubli soit de 2,1%, alors que celui-ci est de 6,1% entre 24 et 48 heures. Cet infléchissement de la courbe d'oubli intervient spécifiquement pendant la période de sommeil d'Ebbinghaus. En utilisant des méthodologies plus robustes, plusieurs travaux ont confirmé que lorsqu'une période de sommeil était intercalée entre un apprentissage et sa restitution, le nombre d'informations retenues était plus important. Les études utilisant souvent des paradigmes de privation de sommeil, d'électrophysiologie et d'imagerie cérébrale ont ainsi pu montrer chez l'animal et l'Homme que le sommeil permet de transformer un souvenir labile en un souvenir plus stable, plus permanent, et moins sensible aux interférences. Ainsi, même s'il n'est pas possible d'apprendre de nouvelles informations en dormant, le sommeil participe activement à la mémorisation. Grâce au sommeil, les informations nouvellement mémorisées seront intégrées à d'autres connaissances, les éléments communs seront détectés, et les informations les moins pertinentes oubliées⁵¹. Il n'est donc pas étonnant d'observer une augmentation de la quantité de sommeil, notamment de sommeil lent profond et de sommeil paradoxal, pendant la nuit qui suit un apprentissage, ni même une altération de ce processus de consolidation en cas de privation de sommeil (pour des revues très complètes voir ⁵²).

Cette consolidation de la mémoire au cours du sommeil est possible en raison de la réactivation spontanée pendant le sommeil des régions cérébrales impliquées au moment de l'apprentissage. Des études réalisées chez le rongeur ont montré que les neurones activés au cours de l'exploration d'un labyrinthe se réactivent au cours de la période de sommeil qui suit l'apprentissage⁵³, comme si l'animal endormi se promenait mentalement dans le labyrinthe. Ces activations sont visibles dans l'hippocampe, région du cerveau responsable de la mise en mémoire temporaire des nouvelles informations, et également à la surface du cerveau, lieu de leur stockage définitif. Ces réactivations se reproduisent parfois à vitesse normale, parfois à l'envers, parfois à une échelle temporelle comprimée d'un facteur 20. Après cette période de sommeil, les rongeurs parviennent à trouver plus rapidement la sortie du labyrinthe. Ce phénomène, nommé « réactivation neuronale » ou « replay » transformerait une nouvelle trace mnésique labile en une trace stockée à long terme, plus facilement accessible et moins sensible aux interférences. Le sommeil serait ainsi un état physiologique unique, durant lequel l'absence de stimulations en provenance de l'extérieur permettrait la réactivation des traces en mémoire et leur consolidation. Grâce à l'imagerie par résonance magnétique, ces mêmes réactivations au cours du sommeil ont été observées chez l'Homme. Il a également été mis en évidence qu'en augmentant la quantité d'ondes lentes pendant le sommeil (à l'aide de petites stimulations électriques ou de sons), il était possible d'augmenter la consolidation des apprentissages⁵⁴.

51 (Diekelmann, Wilhelm, & Born, 2009)

52 (Rasch & Born, 2013; Klinzing et al., 2019)

53 (Ji & Wilson, 2007)

54 (Mölle & Born, 2011)

Compte tenu des techniques employées, les expérimentations faites chez les enfants sont moins nombreuses que celles chez l'adulte, cependant elles viennent confirmer les résultats obtenus. Dans une étude, des chercheurs ont enregistré l'activité cérébrale d'enfants âgés de 8 à 12 ans par magnétoencéphalographie (une technique d'imagerie cérébrale) afin d'explorer l'impact de siestes de 90 minutes sur la consolidation de souvenirs déclaratifs (c'est-à-dire de nouvelles associations entre des objets inconnus et leurs fonctions)⁵⁵. Lorsque les enfants apprenaient ces nouvelles associations, des activations dans les régions hippocampiques étaient observées. Après la période de sommeil, les auteurs ont observé des changements d'activation à la surface du cerveau, notamment dans le cortex préfrontal, alors qu'aucun changement équivalent n'a été observé après une période d'éveil de même durée. Ils ont également constaté que plus la quantité de sommeil lent post-entraînement était importante, plus ces activations étaient visibles.

3.3 Sommeil et comportements

Chez l'enfant, les manifestations d'un manque de sommeil peuvent prendre diverses formes : irritabilité, hyperactivité, inattention et seuil de tolérance à la baisse, en plus des signes classiques tels que la somnolence ou l'apathie⁵⁶.

Des chercheurs ont ainsi mis en évidence qu'il existait une association entre durée de sommeil et différentes dimensions du comportement chez des enfants d'âge scolaire : en particulier les problèmes comportementaux dirigés contre soi (anxiété, dépression, retrait social) et les problèmes comportementaux dirigés contre les autres (actions agressives, antisociales, etc)⁵⁷.

Concernant les troubles anxieux et dépressifs, plusieurs études réalisées chez les adultes témoignent d'un lien bi-directionnel avec le sommeil. Les états anxieux et dépressifs s'accompagnent fréquemment de troubles du sommeil, et inversement, les troubles du sommeil peuvent être à l'origine de troubles anxieux et dépressifs⁵⁸. Bien que les études soient moins nombreuses, les effets réciproques entre sommeil et troubles psychiatriques sont également décrits chez l'enfant⁵⁹. Les difficultés émotionnelles peuvent entraîner des problèmes de sommeil, qui à leur tour peuvent intensifier la perturbation émotionnelle ou comportementale existante, créant ainsi un cycle négatif perpétuel⁶⁰.

Chez l'enfant le manque de sommeil ne se manifeste pas exclusivement par de la somnolence ou par une réduction de l'activité comme on peut le voir chez l'adulte. Il se manifeste davantage par de l'excitation, de l'hyperactivité⁶¹. En étudiant une cohorte d'enfants canadiens, des chercheurs ont montré que les enfants qui dorment moins de 10 heures à 2 ½ ans avaient 4 fois plus de risque de présenter un score élevé d'hyperactivité-impulsivité à l'âge de 6 ans, comparativement aux enfants présentant des volumes de sommeil plus importants, et cela indépendamment de plusieurs autres caractéristiques⁶². Des études ont montré des résultats similaires en France : les enfants, et surtout les garçons, avec une durée de sommeil de 10h ou moins par nuit entre 2 et 5 ½ ans présentaient des scores plus élevés d'hyperactivité et d'impulsivité à 5 ½ ans⁶³.

Ces comportements hyperactifs sont également très présents chez les enfants souffrant de troubles respiratoires au cours du sommeil. Dans le cas du syndrome d'apnées du sommeil, des arrêts respiratoires bouleversent les cycles du sommeil en provoquant des réveils nocturnes et

55 (Urbain et al., 2016)

56 (Dahl et al., 1996)

57 (Astill et al., 2012)

58 (Alvaro, Roberts, & Harris, 2013)

59 (Vriend et al., 2013)

60 (Chorney et al., 2008)

61 (Aronen et al., 2000; Lavigne et al., 1999; Paavonen, Raikkonen, et al., 2009)

62 (Touchette et al., 2009)

63 (Reynaud et al., 2021)

une chute de l'oxygénation des enfants. La présence de troubles de l'attention et d'hyperactivité est fréquente dans cette pathologie et directement en lien avec le manque de sommeil. La présence de ces troubles du comportement conduit parfois à tort à un diagnostic de trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (TDAH)⁶⁴. Des études permettant de mesurer l'épaisseur de la surface cérébrale ont mis en évidence chez les enfants souffrant d'apnée du sommeil, une réduction significative de l'épaisseur de matière grise au niveau des régions préfrontales et pariétales, sièges des fonctions exécutives et attentionnelles⁶⁵. La prise en charge de cette pathologie du sommeil (notamment par ablation des amygdales et/ou des végétations) permet à ces enfants de réduire considérablement leurs troubles cognitifs et comportementaux⁶⁶.

3.4 Un lien vers les compétences psychosociales

Comme nous venons de le voir, le manque de sommeil affecte de nombreuses fonctions cognitives, notamment exécutives dont dépendent l'adaptation des comportements. L'augmentation des troubles internalisés (symptômes anxieux, dépressifs...) et externalisés (conduites agressives, troubles du comportement...), voire chez les adolescents des conduites à risques (consommation de substances psychoactives, prise de risque dans les pratiques sportives...)⁶⁷, peuvent également s'expliquer par une plus grande difficulté à mobiliser et développer leurs compétences psychosociales.

Ces compétences ont été définies par l'OMS comme : « La capacité d'une personne à répondre avec efficacité aux exigences et aux épreuves de la vie quotidienne. C'est la capacité d'une personne à maintenir un état de bien-être subjectif qui lui permet d'adopter un comportement approprié et positif à l'occasion d'interactions avec les autres, sa culture et son environnement »⁶⁸. Ces compétences ont été réparties en trois catégories (OMS, 2003)⁶⁹ : (1) les compétences psychosociales dites cognitives telles que la capacité à prendre des décisions, à résoudre des problèmes et l'auto-évaluation positive ; (2) les compétences dites émotionnelles, telles que la capacité à identifier, exprimer et réguler ses émotions ; (3) les compétences sociales telles que l'empathie, la coopération et la capacité à résoudre des conflits. Ces compétences sont reconnues aujourd'hui comme un déterminant majeur de la santé, du bien-être et de la réussite éducative (plus d'informations sont disponibles sur le site de santé publique France et pour une méta-analyse, voir ⁷⁰).

Plusieurs recherches menées du jeune enfant jusqu'à l'adulte ont mis en évidence des conséquences néfastes du déficit de sommeil sur l'ensemble des catégories de compétences psychosociales.

Concernant les compétences psychosociales cognitives, les effets du manque de sommeil sur les fonctions exécutives, et notamment sur le contrôle cognitif et les capacités d'auto-régulation⁷¹, peuvent affecter les compétences de prise de décision qui nécessitent de marquer un temps d'arrêt pour faire un choix éclairé. De nombreuses recherches ont montré que le déficit de sommeil est associé à des choix moins favorables à la santé chez les adolescents. Dans une étude réalisée à l'aide d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), des chercheurs ont cherché à comprendre si le manque de sommeil modifiait les prises de décision des adolescents, lors de la réalisation d'épreuves leur permettant d'obtenir des récompenses financières ou au contraire des pertes⁷². Quarante-six adolescents ont participé à cette étude. Sur le plan comportemental, les adolescents

64 (Chervin et al., 2002)

65 (Philby et al., 2017)

66 (Chervin et al., 2006)

67 (Short & Weber, 2018)

68 (Organisation Mondiale de la Santé, 1997)

69 (Organisation Mondiale de la Santé, 2003)

70 (Durkal et al., 2011; Santé publique France, 2022)

71 (Anderson et al., 2008; Beebe et al., 2008; Dahl, 1996)

72 (Telzer et al., 2013)

qui ont déclaré avoir mal dormi ont pris davantage de risques au cours de la tâche proposée. Les auteurs ont observé une activation moins importante des régions cérébrales permettant le contrôle cognitif (cortex préfrontal), au profit d'une plus importante activation des régions sous-tendant le système affectif (insula) et d'un moindre dialogue entre ces deux régions. Ces résultats suggèrent qu'un mauvais sommeil peut exagérer le déséquilibre présent chez tous les adolescents entre les systèmes de contrôle affectif et cognitif, conduisant à une plus grande prise de risque chez les adolescents⁷³. De plus, cette étude a également montré que ces adolescents se sentaient moins compétents pour réaliser cette épreuve, ce qui se rapporte à une autre compétence psychosociale cognitive qui est l'auto-évaluation positive (sentiment de compétence). Toutefois, il est à noter qu'il est difficile de savoir si cette relation entre le manque de sommeil et le déficit de contrôle inhibiteur n'est pas bidirectionnelle. Il est possible que les adolescents qui présentent déjà un déséquilibre plus important entre la sensibilité à la récompense et les capacités de contrôle cognitif aient plus de troubles du sommeil en raison d'une plus grande difficulté à réguler leurs émotions, ce qui entraîne davantage de symptômes anxieux, dépressifs et de ruminations qui retardent l'endormissement.

Le manque de sommeil affecte également les compétences psychosociales émotionnelles⁷⁴. Plusieurs travaux ont mis en évidence que le manque de sommeil chez les enfants et les adolescents était associé à de plus grandes difficultés à traiter les informations émotionnelles⁷⁵ et à réguler les émotions⁷⁶. Ces difficultés pourraient participer au développement de symptômes anxieux et dépressifs, d'impulsivité et de difficultés d'ajustement dans la relation avec autrui⁷⁷. Une étude longitudinale menée auprès de plus de 1 000 enfants suivis pendant six ans a mis en évidence un lien entre manque de sommeil et problèmes socio-émotionnels (régulation des émotions, symptômes anxieux et dépressifs...) à la préadolescence, en particulier chez les filles⁷⁸. Ainsi, il semblerait que les problèmes de sommeil identifiés au cours de l'enfance puissent entraîner des effets en cascade influençant les compétences émotionnelles qui, à leur tour, influencent les compétences relationnelles.

Les compétences psychosociales cognitives et émotionnelles sont essentielles aux habiletés sociales des enfants et des adolescents. En effet, les capacités de régulation de l'attention, le contrôle inhibiteur, ainsi que les compétences de régulation des émotions permettent à l'enfant de cultiver des relations constructives, de s'engager dans des comportements coopératifs et de s'ajuster aux situations sociales de manière adaptée⁷⁹, alors que les difficultés d'autorégulation entraînent davantage de rejet social.

Des études menées auprès d'enfants de moins de 6 ans indiquent un effet du sommeil sur le développement de ses compétences d'autorégulation⁸⁰. Le déficit de sommeil chez l'enfant diminue notamment sa capacité à se représenter les états mentaux d'autrui et ainsi à faire preuve d'empathie⁸¹, ce qui peut participer à diminuer ses capacités d'ajustement dans la relation à l'autre ainsi que ses comportements altruistes. De plus, chez des enfants âgés de 5 ans, il a été montré que le déficit de sommeil réduisait l'engagement dans la relation à l'autre⁸². Ainsi, des recherches ont montré qu'en augmentant la durée et la qualité du sommeil, cela permettait d'améliorer les compétences relationnelles. Par exemple, suite à un programme visant à augmenter la durée et la qualité du sommeil chez des enfants présentant un trouble du déficit de l'attention avec hyperactivité, il a été montré que 12 semaines plus tard, les participants et leurs parents ont rapporté une amélioration de l'humeur, des émotions, de la qualité des relations et de l'acceptation sociale

73 (Somerville, Jones, & Casey, 2010; Geier et al., 2010)

74 (Kahn, 2013; Kelly & El-Sheikh, 2013)

75 (Soffer-Dudek et al., 2021)

76 (Baum et al., 2014; Berger et al., 2012; Brand et al., 2016; Williams et al., 2016; Vriend et al., 2015)

77 (Wang et al., 2016; Williams et al., 2016)

78 (Foley & Weinraub, 2017)

79 (Blair, 2003; Bierman, Kalvin, & Heinrichs, 2015; Denham et al., 2003; Vaughn et al., 2015)

80 (Kara et al., 2018; Mäkelä et al., 2021; Reynaud et al., 2018)

81 (Tsfaye & Gruber, 2017)

82 (Vaughn et al., 2015)

des enfants concernés⁸³. Il semblerait donc particulièrement utile de sensibiliser à la question des bienfaits liés au sommeil dans le cadre des programmes visant à développer les compétences psychosociales en milieu scolaire.

Le sommeil dans les troubles neuro-développementaux⁸⁴

Les troubles du Neurodéveloppement (TND) concernent environ un enfant sur huit. Chez ces enfants et adolescents, les troubles du sommeil et des rythmes veille-sommeil sont parmi les comorbidités les plus fréquentes, touchant entre 25-80% de la population en fonction du TND. Comme chez les enfants avec un développement neurotypique, un sommeil de mauvaise qualité ou quantité a un impact significatif sur la cognition (mémoire, attention, QI total), sur le comportement diurne, générant des troubles de type hyperactivité-impulsivité, et même sur l'acquisition du langage chez l'enfant avec TND⁸⁵.

Les troubles du sommeil chez l'enfant ou l'adolescent avec TND ont également des répercussions majeures sur la santé et le bien-être de toute la famille : ils ont été associés avec des niveaux élevés de stress, de dépression maternelle et de désorganisation familiale, et à un impact sur la performance au travail ainsi que l'absentéisme au travail des parents⁸⁶. L'ensemble des effets négatifs des troubles du sommeil et des rythmes circadiens sur le neuro-développement est tel que les personnes concernées mais également leurs parents, que ce soit en Angleterre ou en France, demandent que cet axe soit une priorité pour la recherche dans le domaine des TND⁸⁷. Malgré l'importante prévalence de la morbidité et du sur-handicap associés aux troubles du sommeil et des rythmes veille-sommeil dans les TND, ces troubles sont fréquemment méconnus ou banalisés, et donc non pris en charge⁸⁸ (Meltzer, Johnson et al. 2010), alors que s'ils étaient considérés, ils pourraient diminuer le sur-handicap⁸⁹.

4. Interventions à l'école

Les interventions auprès du grand public concernant le sommeil sont nombreuses, mais elles ne représentent pas toujours le meilleur levier pour engager de réels changements de comportement. Ainsi, les initiatives d'intervention sur le sommeil dans les écoles, permettant de s'adresser à tous les enfants, se multiplient au niveau national et international. Ces initiatives peuvent être accompagnées d'une expérimentation menée en collaboration entre des chercheurs et des équipes éducatives, ceci pour différents niveaux de classe.

4.1 Expérimentations en Cycle 1

Les expérimentations ciblant les élèves de Cycle 1 sont peu nombreuses. Parmi elles, celles dont l'impact sur les rythmes veille-sommeil des enfants sont scientifiquement évaluées le sont encore moins. En 2014, une équipe de chercheurs américains a construit et évalué un programme d'éducation

83 (Keshavarzi et al., 2014)

84 Encadré rédigé avec la contribution de Carmen Schröder, professeur de psychiatrie de l'enfant et de l'adolescent aux Hôpitaux universitaires de Strasbourg

85 (Gruber et al., 2011; Goldman et al., 2012; Johnson et al., 2018; Yavuz-Kodat et al., 2020)

86 (Wiggs & Stores 2001, Jacoby et al. 2015, Pisula & Porebowicz-Dorsmann 2017))

87 (McConachie, Livingstone et al. 2018; McConachie, Mason et al. 2018)

88 (Meltzer, Johnson et al., 2010)

89 (Yuge et al., 2020; McDonagh, Holmes, & Hsu, 2019; Heussler, 2016)

au sommeil « Sweet Dreamzzz Early Childhood Sleep Education Program » dans une étude randomisée ciblant les familles d'enfants âgés de 3 à 6 ans présentant un statut socio-économique faible⁹⁰. Ce programme d'éducation comportait deux parties, d'une part les parents assistaient à une formation de 45 minutes et, d'autre part les enfants participaient à environ 5 heures de séances pédagogiques sur le sommeil en classe sur une période de deux semaines. À la suite de la mise en place du programme, les résultats montraient que les parents amélioraient leurs connaissances et représentations sur le sommeil juste après l'intervention, mais ces effets n'étaient plus observés un mois après. La durée de sommeil des enfants augmentait de 30 minutes les nuits de semaine pour les enfants qui avaient participé au programme en comparaison à des enfants qui n'en avaient pas bénéficié, cependant l'heure de coucher n'était pas modifiée. Les auteurs soulignent la nécessité d'avoir des expositions plus fréquentes aux informations et recommandations sur le sommeil. À notre connaissance, il n'existe actuellement pas d'autres initiatives de cet ordre à l'école auprès de jeunes enfants qui auraient été évaluées scientifiquement. Certaines sont cependant en cours de construction.

4.2 Expérimentations en Cycles 2 et 3

Les expérimentations ciblant les élèves de Cycles 2 et 3 sont plus nombreuses que les précédentes. Une étude menée en Chine entre 2007 et 2009 auprès de 525 enfants âgés d'environ 10 ans a été réalisée dans 6 écoles avec une heure de début de l'école à 7h30⁹¹. L'étude portait sur le décalage de l'heure de début de l'école de 30 minutes ou de 60 minutes, avec un décalage de l'heure de sortie de la même durée. Les parents des enfants complétaient un questionnaire standardisé sur le sommeil de leur enfant. Les résultats montrent une augmentation de la durée de sommeil des enfants de 15.6 minutes pour les élèves commençant l'école à 8h et de 22.8 minutes pour ceux commençant l'école à 8h30. Dans leur revue systématique de la littérature menée en 2017⁹² portant sur 11 études relatives à une intervention sur le sommeil à l'école ou dans un autre contexte, les auteurs soulignent le manque d'études avec un niveau de preuve élevé.

D'autres études ont mesuré de manière objective le sommeil des enfants avant et après une intervention sur le sommeil. Le programme canadien « Sleep for Success » a été mis en place à l'école primaire auprès de 46 enfants comparés à 25 enfants ne suivant pas le programme, tous âgés de 7 à 11 ans et répartis dans deux écoles différentes. Le programme consistait en 6 interventions interactives d'une durée de 2 heures données par des « experts du sommeil » (médecins, chercheurs ou enseignants formés) à raison d'une séance par semaine. Les enfants ayant bénéficié de ce programme ont allongé leur durée du sommeil, augmenté l'efficacité de leur sommeil et amélioré leurs résultats en mathématiques et en anglais en comparaison avec l'autre groupe d'enfants⁹³. Il s'agit de la première étude scientifique menée à l'école montrant un impact bénéfique d'une intervention sur le sommeil et les performances des enfants.

Cependant, la nécessité d'avoir des « experts du sommeil », qui réalisent directement le programme en classe ou forment les enseignants ou les parents, pourrait empêcher l'utilisation et la diffusion à grande échelle de ces programmes.

En France, l'éducation au sommeil s'inscrit dans les programmes scolaires, notamment celui du Cycle 2 (CP, CE1, CE2) publié au BOEN n° 31 du 30 juillet 2020 concernant « Questionner le monde » pour la thématique « Questionner le monde du vivant, de la matière et des objets » et plus précisément dans la partie « Comment reconnaître le monde vivant ? » pour l'attendu de fin cycle « Reconnaître des comportements favorables à la santé ». Le sommeil est aussi abordé dans le parcours éducatif de santé, au cycle 2, concernant les règles d'hygiène de vie et le changement de rythme d'activité

90 (Wilson et al., 2014)

91 (Li et al., 2013)

92 (Busch et al., 2017)

93 (Gruber et al., 2016)

(voir BOEN °5 du 4 février 2016). Né d'une collaboration pluri-disciplinaire, le programme d'éducation « Mémé Tonpyj » a été co-créé et évalué pour les élèves de Cycle 2. Des enseignants, chercheurs, dessinateurs, parents, infirmiers et médecins scolaires, ainsi que des enfants ont participé au développement des supports du programme d'éducation au sommeil autour de bandes dessinées, de courtes vidéos, d'exercices ludiques, de fiches de préparation et d'un document explicatif. La co-construction du programme a été basée sur des données scientifiques avérées tout en respectant les pratiques pédagogiques de classe. Huit leçons d'environ 50 minutes chacune ont été créées autour des thématiques suivantes : les rythmes du sommeil, les rôles du sommeil, les besoins en sommeil, ainsi que les amis et ennemis du sommeil. Ce programme a été développé de telle sorte que les enseignants puissent l'utiliser avec leurs élèves en toute autonomie, sans la nécessité de recourir à des chercheurs ou autres spécialistes du sommeil.

Concernant son évaluation, 130 élèves âgés de 8 à 9 ans scolarisés dans 5 écoles différentes (deux écoles rurales et trois écoles urbaines dont une école en réseau d'éducation prioritaire) ont ainsi participé à l'étude expérimentale visant à évaluer l'impact du programme. Comme la littérature le laisse présager, les enfants présentaient en moyenne un volume de sommeil inférieur aux recommandations pédiatriques. Alors que leur besoin en sommeil se situe entre 9h et 11h pour cette tranche d'âge, les enfants dormaient en moyenne 8h36, avec pour les « meilleurs dormeurs » du groupe, un sommeil ne dépassant pas de plus 20 min la limite basse de ces recommandations. Après un mois de mise en place du programme d'éducation au sommeil en classe, il a été observé que la durée de leur sommeil avait augmenté de plus de 30 minutes par nuit et cette augmentation était d'autant plus importante chez les enfants qui dormaient le moins avant le programme (plus de 50 minutes d'augmentation de temps de sommeil pour ces enfants). Ainsi, le programme d'éducation au sommeil a modifié positivement le sommeil en termes de qualité et de quantité (voir Figure 4). Ces améliorations du sommeil étaient accompagnées d'une augmentation significative des résultats scolaires ainsi que des capacités de maintien de l'attention, d'inhibition des distractions et de mise à jour des informations en mémoire. Un an après l'éducation au sommeil, le gain de sommeil observé après l'étude était maintenu⁹⁴. Enfin, bien que le programme n'ait pas été réalisé directement auprès des parents, plus de 80 % d'entre eux ont amélioré leurs connaissances sur le sommeil, ce qui laisse supposer qu'une interaction autour de la thématique du sommeil avec les enseignants et probablement au sein des familles s'est créée.

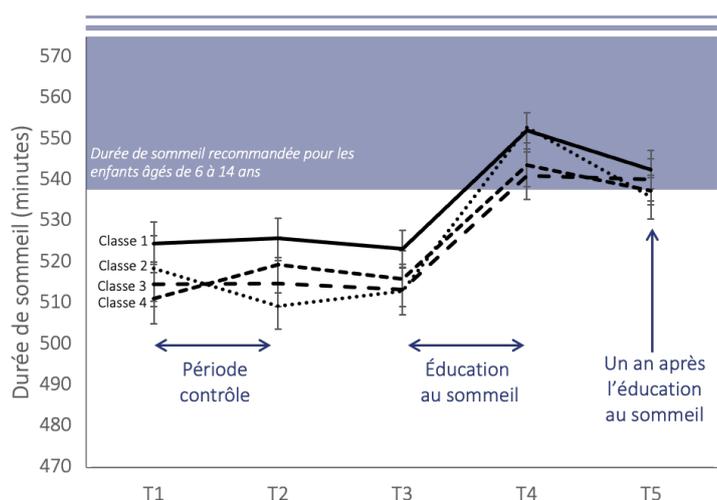


Figure 4. Durée de sommeil des enfants de 4 classes ayant participé à l'évaluation du programme Mémé Tonpyj et ayant bénéficié d'un enregistrement actigraphique à 5 reprises (T1 et T2 : avant et après la période contrôle sans éducation au sommeil, T3 et T4 : avant et après la mise en place de l'éducation au sommeil, T5 : un an après la mise en place de l'éducation au sommeil). Une classe participant à l'évaluation n'a pas réalisé les mesures actimétriques.

94 (Rey et al., 2020)

4.3 Expérimentations ciblant les élèves du secondaire

Comme mentionné dans la partie 1, l'Académie Américaine de Médecine du Sommeil estime que les adolescents devraient dormir entre 8 et 10h chaque nuit pour répondre à leurs besoins physiologiques. Pourtant, la durée quotidienne de sommeil des adolescents serait en moyenne réduite de 2 heures par nuit, alors que les besoins physiologiques réels de sommeil non seulement ne diminuent pas, mais sont plus importants au cours de cette période qu'à l'âge adulte⁹⁵. Par ailleurs, les rythmes veille-sommeil de l'adolescent sont soumis à de nombreuses modifications physiologiques auxquelles s'ajoutent de nombreuses contraintes sociales et scolaires. Le sommeil de l'adolescent et du jeune adulte est marqué par un retard de phase physiologique qui se manifeste par un décalage de l'heure du coucher d'environ 2 heures⁹⁶.

Les programmes d'éducation au sommeil, disponibles actuellement, ciblent l'apport de connaissances sur le sommeil aux adolescents, que ce soit en Australie⁹⁷, au Brésil⁹⁸, aux États-Unis⁹⁹, en Italie¹⁰⁰, en Espagne¹⁰¹ ou en Chine¹⁰². Une revue de la littérature datant de 2017 a ciblé 7 études évaluant la mise en place d'une intervention sur le sommeil à l'école auprès d'adolescents et de jeunes âgés de 10 à 19 ans¹⁰³. Les interventions sur le sommeil correspondaient en moyenne à une séance par semaine pendant 4 semaines, conduites dans l'établissement scolaire par un enseignant ou un spécialiste et proposaient d'apporter des connaissances sur le fonctionnement du sommeil et ses rôles sur les apprentissages et le comportement. Au travers de ces différentes études réalisées au Brésil, en Australie, en Nouvelle Zélande et à Hong Kong entre 2009 et 2015, les résultats obtenus auprès de 1 879 adolescents ayant bénéficié d'une intervention sur le sommeil à l'école ont été comparés à ceux obtenus auprès de 2 843 adolescents n'ayant pas bénéficié de cette intervention. Bien qu'un nombre limité d'études ait été intégré dans cette méta-analyse, les résultats vont dans le sens d'une augmentation de la durée de sommeil durant la semaine et le week-end et d'une meilleure humeur chez les adolescents ayant suivi l'intervention sur le sommeil en comparaison à l'autre groupe. Les effets sur le plus long terme sont encore à démontrer.

Parmi les facteurs majorant le décalage de phase des adolescents, l'utilisation des écrans en soirée est souvent considérée. Une revue de la littérature portant sur 67 études publiées entre 1999 et 2014 a mis en évidence que 90% des études mesurant l'impact des écrans sur le sommeil confirment que leur utilisation en soirée retarde l'endormissement d'environ 30 minutes et réduit d'environ 50 minutes la durée de sommeil des adolescents¹⁰⁴. Des études ont ainsi proposé à des adolescents de modifier leur consommation d'écran, par exemple en leur demandant de réduire l'utilisation des écrans en soirée, mais sans proposer de contenu pédagogique sur le sommeil¹⁰⁵. Une équipe de chercheurs suisses a proposé en 2019 une intervention ciblant l'utilisation des écrans chez des adolescents âgés de 12 à 19 ans. Leurs usages des écrans en soirée et leurs habitudes de sommeil étaient collectés pendant un mois. Au cours de cette période, les deux premières semaines étaient consacrées à déterminer les habitudes et les usages (ligne de base) et les deux semaines suivantes correspondaient à la phase d'intervention. Au cours de cette phase d'intervention, et après leur avoir donné des informations générales sur le lien entre sommeil et écrans et l'impact du sommeil sur le fonctionnement diurne, il était demandé aux adolescents de ne plus utiliser d'écran après

95 (Illingworth, 2020)

96 (Carskadon, 2011)

97 (Kira et al., 2014; Blunden et al., 2012; Bonnar et al., 2015)

98 (Azevedo et al., 2008; Beijamini et al., 2011; de Sousa, Araujo & Azevedo, 2007)

99 (Wolfson et al., 2015)

100 (Cortesi et al., 2004)

101 (Diaz-Morales et al., 2012)

102 (Wing et al., 2011)

103 (Chung et al., 2017)

104 (Hale & Guan, 2015)

105 (Bartel et al., 2018; Perrault et al., 2019)

21h au cours de la soirée précédant un jour d'école. 183 adolescents ont accepté de participer à la phase d'intervention. Les résultats montraient que la réduction du temps d'écran après 21h induit une heure de coucher plus précoce de 19 minutes et une augmentation du temps de sommeil de 17 minutes, en comparaison à la ligne de base. L'augmentation de la durée de sommeil était accompagnée de meilleures performances de vigilance chez les adolescents. Cependant, l'engagement des adolescents était très faible, seuls 25% des participants avaient accepté cette contrainte.

Des études ont également évalué l'impact du décalage de l'heure de début des cours le matin sur le sommeil et les performances. Dans une méta-analyse réalisée en 2016, Minges et Redeker ont évalué les résultats de six études (3 avec une évaluation pré-post intervention mais sans groupe contrôle, deux essais contrôlés randomisés et un modèle quasi-expérimental¹⁰⁶. Les heures de début des cours ont été retardées de 25 à 60 minutes et ont permis d'observer un allongement du temps de sommeil de 25 à 77 minutes par nuit de semaine. Certaines études ont révélé une réduction de la somnolence diurne, de la dépression, de la consommation de caféine, des retards en classe et des difficultés à rester éveillé.

Une étude menée en 2008 en Nouvelle-Zélande a proposé à des élèves de 15 ou 16 ans de compléter un questionnaire ciblant les habitudes de sommeil. 131 élèves âgés de 15 ans commençant les cours à 9h et 184 élèves âgés de 16 ans pour lesquels le début des cours était décalé à 10h30 ont participé à cette étude. Les résultats indiquent que, en comparaison aux élèves commençant les cours à 10h30, ceux qui commençaient la journée d'école à 9h présentaient une durée de sommeil réduite et rapportaient une somnolence plus importante. Les élèves avec le début des cours retardé rapportaient qu'il leur était plus facile de se lever le matin. Le faible effectif ainsi que la différence d'âge des élèves dans les deux conditions expérimentales représentent des points faibles dans cette étude. Une autre étude menée sur trois années auprès de 9 000 adolescents scolarisés dans 8 établissements différents a montré qu'une heure de début des cours après 8h30 permettait à plus de 60% des adolescents de dormir au moins 8 heures par nuit en semaine¹⁰⁷. Les adolescents avec une durée de sommeil inférieure rapportaient plus de symptômes dépressifs, une plus forte consommation de caféine et de substances addictives. Le décalage de l'heure de début des cours (à partir de 8h35) était associé à une augmentation des notes obtenues dans les matières scolaires (mathématiques, anglais, sciences et études sociales), ainsi que les résultats aux tests d'évaluation nationaux et d'État. Les adolescents se montraient plus assidus et arrivaient moins souvent en retard. Enfin, le nombre d'accidents de voiture chez les conducteurs adolescents âgés de 16 à 18 ans a été réduit de 70% lorsque l'heure de début des cours était décalée de 7h35 à 8h55.

Plus récemment, une étude d'observation de 4 ans utilisant une méthodologie de type A-B-A a été menée dans un lycée aux Etats-Unis. Cette méthodologie propose 3 temps d'évaluation. Les participants sont soumis à une condition A pendant une période donnée, les effets de cette condition sont mesurés. Ces mêmes participants sont ensuite soumis à une autre condition (B) pendant la même durée, avant d'être soumis à nouveau à la condition A. Lors de la première année (condition A), le début des cours était programmé à 8h50 puis décalé à 10h les deux années suivantes (condition B), pour revenir à 8h50 la dernière année (condition A). Des mesures de santé des élèves (absences pour cause de maladie) et de performances scolaires (résultats aux examens nationaux) ont été utilisées. Le décalage des horaires a entraîné une diminution de plus de 50% du nombre d'absence pour maladie des élèves après 2 ans, et le retour à un horaire de 8h50 a annulé cette amélioration. Le début de l'enseignement à 10 heures a également été associé à une augmentation des progrès académiques.

106 (Minges & Redeker, 2016)

107 (Wahlstrom et al., 2014)

Dans l'ensemble, les données probantes confirment les conclusions d'études non expérimentales récentes et plaident en faveur d'une politique qui préconise de retarder l'heure d'entrée à l'école pour améliorer le sommeil. Cependant, il est important de noter que les études restent peu nombreuses ou peu satisfaisantes en termes de méthodologie. Il est ainsi nécessaire de concevoir des études randomisées rigoureuses et de présenter des résultats cohérents, notamment des mesures objectives du sommeil et des mesures cohérentes de la santé et des résultats scolaires.

Le sommeil et les écrans

Parmi les facteurs conduisant à retarder l'heure de coucher, la consommation accrue d'écrans est au centre de l'attention. Des études internationales réalisées au cours des 10 dernières années rapportent que l'utilisation des écrans en soirée contribue à majorer la dette de sommeil des adolescents¹⁰⁸. Les écrans sont présents dans la chambre à coucher de 75% des enfants et adolescents entre 6 et 17 ans¹⁰⁹. La majorité des études explorant leurs effets sur le sommeil montrent une association négative entre le temps passé devant un écran et l'initiation et la durée du sommeil : heures de coucher retardées, réduction de la durée totale du sommeil¹¹⁰. Une étude transversale réalisée aux États-Unis sur un échantillon représentatif d'enfants (de 6 à 17 ans) a mis en évidence que la présence d'un écran dans la chambre au cours de la nuit (téléphone, ordinateur ou télévision) suffisait à prédire une durée de sommeil insuffisante pour l'âge de l'enfant (Buxton et al., 2015).

Autre comportement en plein essor l'usage simultané de plusieurs écrans en soirée. Dans une étude menée à Philadelphie, il a été montré que les adolescents utilisaient en moyenne 4 écrans simultanément après 21h (télévision, téléphone, console de jeu, ordinateur...) et que cette activité multitâche était 2 fois plus présente chez les adolescents qui dorment moins de 8h par nuit¹¹¹.

L'impact de ces écrans sur le sommeil est multifactoriel. Parmi les facteurs les plus fréquemment rapportés, nous pouvons noter le décalage de l'horaire de coucher en raison du temps passé sur les écrans, l'hyper-éveil généré par l'activité ou par le contenu visionné¹¹², ainsi que l'impact de la lumière bleue sur l'horloge circadienne¹¹³. L'impact de la lumière bleue est majeur car c'est elle qui diminue le pic de mélatonine et implique donc un retard au coucher et un hyper-éveil. Un projet mené auprès de 300 adolescents suisses a mis en évidence qu'une réduction du temps d'utilisation des écrans après 21h permettait d'augmenter significativement le temps de sommeil et de réduire la somnolence au cours de la journée¹¹⁴ (voir la section précédente).

À noter que les mesures de sommeil dans ces études sont souvent auto-rapportées. Il a été montré que les données collectées avec les agendas de sommeil et questionnaires divergent de celles collectées de manière objective, notamment avec une surestimation du temps de sommeil¹¹⁵.

Pour en savoir plus sur les écrans, le cerveau et l'enfant, voir le dossier de la main à la pâte fondation-lamap.org/sequence-d-activites/le-temps-du-sommeil.

108 (LeBourgeois et al., 2017; Moore & Meltzer, 2008)

109 (Buxton et al., 2015)

110 (Hale & Guan, 2015; LeBourgeois et al., 2017)

111 (Calamaro, Masson, & Ratcliffe, 2009)

112 (Cain & Gradisar, 2010)

113 (Chang et al., 2015)

114 (Perrault et al., 2019)

115 (Short et al., 2012)

5. Limites des études

Il est important de souligner qu'en raison de la lourdeur des protocoles nécessaires à l'étude du sommeil, les études réalisées chez les enfants sont moins nombreuses que celles faites auprès de la population adulte. Les informations concernant les habitudes de sommeil sont souvent collectées grâce à des questionnaires ou des agendas remplis par les adolescents ou, pour les enfants, par les parents. Ceci peut mener à des biais de mémoire, notamment quand les questionnaires ne sont pas remplis quotidiennement ou à des biais de désirabilité. Pour éviter cela, l'idéal est de mesurer objectivement, le sommeil (durée et qualité) grâce à des capteurs, allant de l'actimètre porté au poignet pendant plusieurs jours, aux enregistrements électro-encéphalographiques à l'hôpital ou au domicile. De la même manière, les protocoles interventionnels plaçant les individus en privation de sommeil sont, pour des raisons éthiques, rarement réalisés chez les enfants. De ce fait, la majorité des études chez les enfants sont de nature corrélationnelle, c'est-à-dire qu'elles lient les variations, comme par exemple le temps de sommeil aux différentes mesures cognitives ou comportementales. Ceci peut éventuellement expliquer en partie que les résultats obtenus chez les adultes ne soient pas toujours observés chez les enfants.

Enfin, les études ne prennent pas en compte tous les facteurs connus pour affecter le sommeil. C'est par exemple le cas du niveau socio-économique, du nombre d'enfants dans la fratrie, de l'âge des frères et sœurs, des caractéristiques de sommeil des parents, etc. Ces derniers influencent largement les habitudes de sommeil des enfants, mais ils ne sont pas toujours précisés dans les études et donc peu considérés dans les méta-analyses, mitigeant alors les interprétations et les conclusions. Il faut aussi noter que les enfants inclus dans les études ont souvent un âge très variable (de 5 à 12 ans par exemple) alors que les temps de sommeil optimaux diffèrent considérablement sur la même période.

6. Perspectives et recommandations

Voici quelques points de perspectives qui pourront permettre l'émergence de réflexions et de travaux pédagogiques et de recherche dans le futur.

6.1. Le sommeil, ça s'apprend

La mise en place de comportements adéquats ne peut se faire sans apprentissage. Qu'il s'agisse de l'alimentation ou de l'activité physique, les campagnes publicitaires et les actions de sensibilisation, notamment en milieu scolaire, sont bien établies. Manger, bouger.... Concernant le sommeil, la France n'a pas encore pris en considération l'importance de cette partie de nos vies pour notre santé. En tant qu'élément central de l'écosystème de vie des enfants, l'École joue un rôle important dans l'amélioration de la santé et du bien-être de tous les enfants, notamment en développant l'École promotrice de santé dont les diverses actions se potentialisent mutuellement, et participe à la réduction des inégalités en matière de santé¹¹⁶. L'École est ainsi reconnue comme un cadre prioritaire pour les interventions ciblant les élèves, ainsi que pour l'implication et le ciblage de l'ensemble de la population, car les milieux scolaires sont considérés par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) comme un nid de promotion de la santé

116 (Basch, 2011; Langford et al., 2014)

communautaire¹¹⁷. Les programmes scolaires font de nos jours de la place à l'éducation à la santé. Le code de l'éducation, dans son article L541-1, énonce : « Les actions de promotion de la santé des élèves font partie des missions de l'éducation nationale. L'ensemble des personnels de la communauté éducative participe à cette mission, assurée en priorité par les personnels médicaux, infirmiers, assistants de service social et psychologues de l'éducation nationale, travaillant ensemble de manière coordonnée. A ce titre, les élèves bénéficient, au cours de leur scolarité, d'actions de prévention et d'information, de visites médicales et de dépistage obligatoires, qui constituent leur parcours de santé dans le système scolaire. Les élèves bénéficient également d'actions de promotion de la santé constituant un parcours éducatif de santé conduit dans les conditions prévues à l'avant-dernier alinéa du II de l'article L. 121-4-1. Ces actions favorisent notamment leur réussite scolaire et la réduction des inégalités en matière de santé. ». La circulaire n° 2016-008 du 28 janvier 2016 mentionne que « la mission de l'École en matière de santé consiste à : faire acquérir à chaque élève les connaissances, les compétences et la culture lui permettant de prendre en charge sa propre santé de façon autonome et responsable en référence à la mission émancipatrice de l'école (l'éducation à la santé est l'une des composantes de l'éducation à la citoyenneté); mettre en oeuvre dans chaque école et dans chaque établissement des projets de prévention centrés sur les problématiques de santé, notamment celles susceptibles d'avoir un effet sur la réussite scolaire; et créer un environnement scolaire favorable à la santé et à la réussite scolaire de tous les élèves ». Ainsi, parler du sommeil en classe fait partie des programmes scolaires notamment en cycles 2 et 3, et nombreux sont les enseignants qui abordent cette notion en classe ou lors de séances dédiées d'éducation à la santé. Cependant, les outils mis à leur disposition sont rares et n'ont pas fait preuve de validation scientifique. C'est ce besoin qui a fait naître la co-construction de la mallette pédagogique, mentionnée en partie 4.2 (www.memetonpyj.fr). Même si le sommeil n'est pas mentionné dans les programmes du collège ou du lycée, celui-ci peut être l'objet pédagogique de différentes disciplines : sciences de la vie et de la terre, arts plastiques, éducation physique et sportive... Il nous semble cependant que le sommeil devrait prendre une place plus explicite dans les programmes, notamment en Cycle 1 et au second degré.

6.2. Le sommeil n'est pas uniquement une affaire de nuit : la place de la sieste

En France, depuis de nombreuses années, une majorité de professionnels de l'éducation exerçant en cycle 1 est sensible à la nécessité de prendre en charge le besoin de sieste des enfants. Les dispositions et les pratiques en matière de sommeil représentent un défi important pour les équipes éducatives qui doivent composer avec le manque de ressources financières, les contraintes pratiques et les préférences des parents. Certaines écoles ont su trouver cet équilibre et parviennent à offrir une sieste à tous les enfants de la petite à la moyenne section, voire pour certaines d'entre elles aux enfants de grandes sections présentant des besoins particuliers. D'autres, en raison de contraintes d'espace, de personnels, de nombre d'enfants, se voient obligées de supprimer les siestes avant leur arrêt spontané en début de moyenne section de maternelle, sans tenir compte des différences d'âges des enfants ou de leurs différents besoins. Inversement, certaines écoles ont mis en place des siestes obligatoires, auxquelles tous les enfants doivent participer, quels que soient leurs besoins individuels en matière de sommeil. Proposer une sieste à un enfant qui n'en a plus besoin est fréquemment associé à des perturbations du sommeil nocturne, alors qu'une sieste chez ceux qui en ont encore besoin n'impacte pas le sommeil de nuit. De plus, comme nous l'avons vu, l'effet de la sieste sur les apprentissages est surtout présent chez les siesteurs habituels, et une nouvelle fois le sommeil répond à un besoin.

¹¹⁷ (OMS, 2008)

Même si la sieste n'est pas obligatoire, l'organisation de la sieste doit pouvoir se faire avec toute la souplesse nécessaire à la prise en compte des besoins de chaque enfant, qui évoluent entre 2 et 6 ans. Ainsi, celle-ci ne peut pas être imposée à un enfant qui n'en aurait pas besoin, et inversement elle ne peut pas être supprimée de manière collective en cours d'année (il ne faut pas oublier qu'un enfant de moyenne section né en décembre et celui de petite section né en janvier auront des besoins physiologiques proches). Ne l'oublions pas, un enfant qui dort c'est un enfant qui apprend et qui consolide ce qu'il a appris!

La coordination du sommeil nocturne et des siestes est particulièrement cruciale pendant cette phase de transition vers un sommeil exclusivement nocturne. Ceci ne peut se faire sans une communication fréquente et bidirectionnelle entre les parents et les équipes éducatives. Et surtout ne l'oublions pas, la sieste ne s'arrête pas du jour au lendemain, ce besoin s'estompe progressivement et, à certains moments de la vie de l'enfant, permettra temporairement de répondre à des difficultés de sommeil survenant à la maison (maladie, stress, naissance d'un frère ou d'une soeur...).

Le moment propice pour la sieste se situe en tout début d'après-midi, le plus tôt possible après le déjeuner. L'endormissement est un moment crucial. Celui-ci, lorsqu'il est accompagné par une activité calme et rassurante (lecture, musique...), permettra aux enfants de réduire leur niveau d'éveil et facilitera l'endormissement. Il n'est pas nécessaire que ce rituel de coucher dure longtemps, mais il doit permettre de rassurer l'enfant. Le temps nécessaire pour l'endormissement est variable d'un enfant à l'autre, il est souvent indiqué que l'on peut lever un enfant qui ne dormirait pas au bout de 20 minutes. Il est important de rappeler qu'un endormissement en 20 minutes n'est possible que si l'enfant arrive calme et prêt à s'endormir à la couchette.

Comme nous l'avons vu, un cycle de sommeil dure environ 90 minutes (on ne compte pas ici le temps d'endormissement). En maternelle, la sieste doit permettre un cycle complet. L'environnement est également important, le dortoir doit être confortable et accueillant. Il est toujours plus difficile de dormir en groupe, dans un environnement qui n'est pas familier. Afin de permettre à l'enfant de se sentir bien dans sa couchette, une préparation peut être mise en place pour la personnaliser. Alors que le silence est important dans le dortoir, l'obscurité n'est pas nécessaire. La lumière naturelle permettra à l'enfant de différencier le sommeil de nuit et celui de la sieste, cela aidera la mise en place de son rythme circadien. Plus la sieste sera considérée comme normale et surtout bénéfique par l'équipe éducative, plus l'enfant prendra conscience de l'importance du sommeil. Celui-ci ne doit pas être considéré comme réservé aux « petits » ou comme la solution à des problèmes de comportement, mais plus comme une opportunité de mieux apprendre. Ainsi, il sera important de veiller à ce que les enfants qui dorment, ne ressentent pas de frustration à avoir manqué une partie des activités faites dans la classe.

La gestion de la diversité des besoins est un réel défi pour les équipes pédagogiques, l'observation des signes de fatigue, d'inattention ou encore d'hyperactivité au cours de la journée les aidera à s'adapter à l'évolution du rythme veille/sommeil de l'enfant, tout comme la mise en place de formations pluri-catégorielles. Afin de permettre un étayage de ces pratiques, un travail sur les textes officiels encadrant la sieste doit être engagé.

La fréquence des troubles du sommeil des enfants souffrant de TND doit également inciter les équipes éducatives à organiser pour ces enfants des temps de repos lorsque le besoin se fait sentir (et cela à tout âge). Ces enfants devraient pouvoir bénéficier d'un temps de repos en début d'après-midi, notamment quand les troubles du comportement affectent la qualité du sommeil de nuit. Ces temps de repos permettront à ces enfants de retrouver les ressources nécessaires aux apprentissages et aux échanges avec leur pairs et l'équipe éducative.

6.3. Porter une attention particulière aux adolescents

Bien que notre propos concernant la sieste soit centré sur les enfants en maternelle, son effet semble perceptible à tout âge. N'oublions pas que notre température interne est un bon reflet de notre vigilance et que celle-ci connaît à tout âge un infléchissement en début d'après-midi. La NASA en fait même la promotion : une sieste de 26 minutes chez l'adulte permettrait d'augmenter notre vigilance de 54%¹¹⁸. Plusieurs grandes entreprises créent des horaires de travail, basés sur le chronotype de l'employé, afin de respecter les besoins des couche-tard et des lève-tôt, dans le but d'augmenter leur bien-être et, de fait, leur productivité.

Les expérimentations réalisées auprès des adolescents vont dans le même sens : lorsqu'on retarde les horaires de début des cours, de façon à mieux les ajuster à leur lever naturellement tardif, leurs performances académiques s'améliorent. Les études internationales montrent des effets forts du décalage des horaires. Une réflexion à l'échelle des établissements pourrait être engagée pour encourager ce décalage des activités scolaires, en privilégiant de retarder le début de l'enseignement plutôt que d'avoir des heures sans activité pendant la journée. La mise en œuvre d'une telle mesure est néanmoins complexe et demande à être expérimentée en France, en raison notamment des disparités géographiques et économiques. La modification des horaires de classe, notamment en zone rurale, implique la modification des horaires de transport, des activités sportives et sociales, ainsi que des autres activités périscolaires.

6.4. La formation des équipes pédagogiques

La formation initiale et continue des équipes pédagogiques est une condition essentielle pour que le sommeil devienne un levier effectif des apprentissages. Des formations pluri-catégorielles et inter-degré réunissant enseignants, agents spécialisés des écoles maternelles et animateurs permettraient, en plus d'acquérir des connaissances sur le sommeil, de mettre en place dans les écoles, en partenariat avec les familles, une réflexion collective pour s'adapter à la singularité des besoins des enfants, notamment des plus jeunes intégrant l'école dès 3 ans.

En parallèle, les conseillers pédagogiques et corps d'inspection devraient pouvoir bénéficier d'une formation leur permettant d'accompagner les équipes pédagogiques en s'appuyant notamment sur les documents de cadrage institutionnels.

Les infirmiers de l'éducation nationale sont régulièrement sollicités par les équipes pédagogiques sur la question du sommeil. Ils sont également en contact direct avec les adolescents présentant des difficultés de maintien de l'éveil en classe. Ils devraient pouvoir bénéficier d'une formation étendue sur le sommeil normal et pathologique, afin d'une part d'identifier les troubles du sommeil et leurs conséquences sur le développement physique, psychologique et cognitif, et d'autre part proposer des accompagnements individuels ou collectifs en lien avec le médecin de l'éducation nationale. Ils pourraient, en collaboration avec le service sanitaire des étudiants en santé, proposer des actions de sensibilisation annuelle dans le cadre de l'École promotrice de santé.

¹¹⁸ (Rosekind et al., 1995)

Ce qu'il faut retenir

- Le sommeil est un élément fondamental du développement, de l'apprentissage et du bien-être de l'enfant et de l'adolescent.
- On estime que plus de 30% des enfants et jusqu'à 70% des adolescents ne dorment pas suffisamment.
- À partir de l'âge de trois ans, les enfants présentent une architecture du sommeil assez proche de celle des adultes. Leur besoin de sommeil est de 10 à 13h toutes les 24h. Cela comprend le sommeil de nuit et une sieste d'environ 1h30.
- La sieste est un besoin physiologique, elle dépend de la maturation de l'enfant, c'est pourquoi sa suppression se fait progressivement avant l'âge de 6 ans.
- Le sommeil des premières années de vie est associé aux performances académiques. Les enfants qui dorment bien avant 3 ans ont de meilleures performances à 6 ans.
- À l'adolescence, le besoin de sommeil est d'environ 8 à 10h. Le coucher est plus tardif en raison d'un retard de phase physiologique. En raison des horaires de début de cours, les adolescents sont en dette chronique de sommeil d'environ 2h par nuit.
- Le temps et la qualité de sommeil sont reliés aux performances cognitives. Ce sont surtout les fonctions exécutives qui sont impactées par le manque de sommeil (capacités de planification, d'inhibition, de flexibilité mentale...).
- Grâce au sommeil, les informations nouvellement apprises sont consolidées. Au cours du sommeil lent profond, les réseaux de neurones activés au moment de l'apprentissage se réactivent pour rejouer ce qui a été appris. Cette réactivation permet de transférer vers la mémoire à long terme les informations apprises.
- Le sommeil permet de faire le tri, il consolide les informations essentielles et permet d'oublier les informations inutiles.
- Les enfants en manque de sommeil ne sont pas toujours somnolents. Au contraire, l'hyperactivité, l'impulsivité, l'irritabilité sont des comportements fréquemment associés à une dette de sommeil.
- Le manque de sommeil provoque des troubles de la croissance et la prise de poids. Il est un facteur de risque de l'obésité de l'enfant.
- Les troubles du sommeil touchent entre 25 et 80% des enfants souffrant d'un trouble du neurodéveloppement (TND).
- Les troubles du sommeil majorent les troubles des apprentissages, mais aussi les troubles du comportement des enfants avec un TND.
- L'usage des écrans le soir retarde l'endormissement des enfants et des adolescents.
- Le manque de sommeil impacte également la capacité des enfants et adolescents à mettre en œuvre leurs compétences psychosociales.
- Le manque de sommeil n'a pas besoin d'être massif pour provoquer des troubles cognitifs ou comportementaux. Une heure de moins pendant 3 nuits induit déjà un déficit.
- Le manque de sommeil des enfants et adolescents peut être corrigé par la mise en place d'une bonne hygiène de sommeil. Cela nécessite qu'ils disposent de bonnes connaissances sur le sommeil pour leur permettre d'identifier les facteurs susceptibles de le favoriser ou de l'entraver.
- La mise en œuvre d'un programme d'éducation au sommeil en classe permet d'augmenter durablement la durée et la qualité du sommeil.
- L'importance du sommeil n'est pas suffisamment mentionnée dans les programmes scolaires, alors que les actions de promotion de la santé font parties des missions de l'éducation nationale.

Références

- Anderson, B., Storfer-Isser, A., Taylor, H. G., Rosen, C. L., & Redline, S. (2009). Associations of executive function with sleepiness and sleep duration in adolescents. *Pediatrics*, 123(4), e701-e707.
- Aishworiya, R., Chan, P. F., Kiing, J. S., Chong, S. C., & Tay, S. K. (2016). Sleep patterns and dysfunctions in children with learning problems. *Ann Acad Med Singapore*, 45(11), 507-512.
- Alvaro, P. K., Roberts, R. M., & Harris, J. K. (2013). A systematic review assessing bidirectionality between sleep disturbances, anxiety, and depression. *Sleep*, 36(7), 1059-1068.
- Aronen, E. T., Paavonen, E. J., Fjällberg, M., Soininen, M., & Törrönen, J. (2000). Sleep and psychiatric symptoms in school-age children. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 39(4), 502-508.
- Astill, R. G., Van der Heijden, K. B., Van Ijzendoorn, M. H., & Van Someren, E. J. (2012). Sleep, cognition, and behavioral problems in school-age children: a century of research meta-analyzed. *Psychological bulletin*, 138(6), 1109.
- Azevedo, C. V., Sousa, I., Paul, K., MacLeish, M. Y., Mondéjar, M. T., Sarabia, J. A., ... & Madrid, J. A. (2008). Teaching chronobiology and sleep habits in school and university. *Mind, Brain, and Education*, 2(1), 34-47
- Bartel, K., Huang, C., Maddock, B., Williamson, P., & Gradisar, M. (2018). Brief school-based interventions to assist adolescents' sleep-onset latency: Comparing mindfulness and constructive worry versus controls. *Journal of Sleep Research*, 27(3), e12668.
- Basch, C. E. (2011). Healthier students are better learners: A missing link in school reforms to close the achievement gap. *Journal of school health*, 81(10), 593-598.
- Baum, K. T., Desai, A., Field, J., Miller, L. E., Rausch, J., & Beebe, D. W. (2014). Sleep restriction worsens mood and emotion regulation in adolescents. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55, 180-190.
- Berger, R. H., Miller, A. L., Seifer, R., Cares, S. R., & LeBourgeois, M. K. (2012). Acute sleep restriction effects on emotion responses in 30-to 36-month-old children. *Journal of sleep research*, 21(3), 235-246.
- Beebe, D. W., Fallone, G., Godiwala, N., Flanigan, M., Martin, D., Schaffner, L., & Amin, R. (2008). Feasibility and behavioral effects of an at-home multi-night sleep restriction protocol for adolescents. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 49(9), 915-923.
- Bejamini, F., & Louzada, F. M. (2012). Are educational interventions able to prevent excessive daytime sleepiness in adolescents?. *Biological Rhythm Research*, 43(6), 603-613.
- Besedovsky, L., Lange, T., & Haack, M. (2019). The sleep-immune crosstalk in health and disease. *Physiological reviews*.
- Bierman, K. L., Kalvin, C. B., & Heinrichs, B. S. (2015). Early childhood precursors and adolescent sequelae of grade school peer rejection and victimization. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 44(3), 367-379.
- Blair, C. (2003). Behavioral inhibition and behavioral activation in young children: Relations with self-regulation and adaptation to preschool in children attending Head Start. *Developmental Psychobiology: The Journal of the International Society for Developmental Psychobiology*, 42(3), 301-311.
- Blunden, S., Kira, G., Hull, M., & Maddison, R. (2012). Does sleep education change sleep parameters? Comparing sleep education trials for middle school students in Australia and New Zealand. *Open sleep journal*, 5, 12-18.
- Blumberg, M. S., Coleman, C. M., Gerth, A. I., & McMurray, B. (2013). Spatiotemporal structure of REM sleep twitching reveals developmental origins of motor synergies. *Current Biology*, 23(21), 2100-2109.
- Bonnar, D., Gradisar, M., Moseley, L., Coughlin, A. M., Cain, N., & Short, M. A. (2015). Evaluation of novel school-based interventions for adolescent sleep problems: does parental involvement and bright light improve outcomes?. *Sleep Health*, 1(1), 66-74
- Borbély, A. A., & Achermann, P. (1999). Sleep homeostasis and models of sleep regulation. *Journal of biological rhythms*, 14(6), 559-570.
- Borbély, A. A., Daan, S., Wirz-Justice, A., & Deboer, T. (2016). The two-process model of sleep regulation: a reappraisal. *Journal of sleep research*, 25(2), 131-143.
- Brand, S., Kirov, R., Kalak, N., Gerber, M., Schmidt, N. B., Lemola, S., Correll, C. U., & Holsboer-Trachslar, E. (2016). Poor Sleep Is Related to Lower Emotional Competence Among Adolescents. *Behavioral sleep medicine*, 14(6), 602-614.
- Brooks, S. J., Katz, E. S., & Stamoulis, C. (2022). Shorter Duration and Lower Quality Sleep Have Widespread Detrimental Effects on Developing Functional Brain Networks in Early Adolescence. *Cerebral cortex communications*, 3(1), tgab062.
- Buchmann, A., Ringli, M., Kurth, S., Schaerer, M., Geiger, A., Jenni, O. G., & Huber, R. (2011). EEG sleep slow-wave activity as a mirror of cortical maturation. *Cerebral Cortex*, 21(3), 607-615.
- Busch, V., Altenburg, T. M., Harmsen, I. A., & Chinapaw, M. J. (2017). Interventions that stimulate healthy sleep in school-aged children: a systematic literature review. *The European Journal of Public Health*, 27(1), 53-65.
- Buxton, O. M., Chang, A. M., Spilisbury, J. C., Bos, T., Emsellem, H., & Knutson, K. L. (2015). Sleep in the modern family: protective family routines for child and adolescent sleep. *Sleep health*, 1(1), 15-27.
- Cain, N., & Gradisar, M. (2010). Electronic media use and sleep in school-aged children and adolescents: A review. *Sleep medicine*, 11(8), 735-742.
- Calamaro, C. J., Mason, T., & Ratcliffe, S. J. (2009). Adolescents living the 24/7 lifestyle: effects of caffeine and technology on sleep duration and daytime functioning. *Pediatrics*, 123(6), e1005-e1010.
- Campbell, I. G., & Feinberg, I. (2009). Longitudinal trajectories of non-rapid eye movement delta and theta EEG as indicators of adolescent brain maturation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(13), 5177-5180.

- Carskadon, M. A. (2011). Sleep in adolescents: the perfect storm. *Pediatric Clinics*, 58(3), 637-647.
- Carskadon, M. A., & Acebo, C. (2002). Regulation of sleepiness in adolescents: update, insights, and speculation. *Sleep*, 25(6), 606-614.
- Chang, A. M., Aeschbach, D., Duffy, J. F., & Czeisler, C. A. (2015). Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(4), 1232-1237.
- Chervin, R. D., Archbold, K. H., Dillon, J. E., Panahi, P., Pituch, K. J., Dahl, R. E., & Guilleminault, C. (2002). Inattention, hyperactivity, and symptoms of sleep-disordered breathing. *Pediatrics*, 109(3), 449-456.
- Chervin, R. D., Ruzicka, D. L., Giordani, B. J., Weatherly, R. A., Dillon, J. E., Hodges, E. K., ... & Guire, K. E. (2006). Sleep-disordered breathing, behavior, and cognition in children before and after adenotonsillectomy. *Pediatrics*, 117(4), e769-e778.
- Chorney, D. B., Detweiler, M. F., Morris, T. L., & Kuhn, B. R. (2008). The interplay of sleep disturbance, anxiety, and depression in children. *Journal of pediatric psychology*, 33(4), 339-348.
- Chung, K. F., Chan, M. S., Lam, Y. Y., Lai, C. S. Y., & Yeung, W. F. (2017). School-Based Sleep Education Programs for Short Sleep Duration in Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of school health*, 87(6), 401-408.
- Circulaire n° 2016-008 du 28 janvier 2016 relative à la mise en place du parcours éducatif de santé pour tous les élèves
- Cohen, S., Doyle, W. J., Alper, C. M., Janicki-Deverts, D., & Turner, R. B. (2009). Sleep habits and susceptibility to the common cold. *Archives of internal medicine*, 169(1), 62-67.
- Copinschi, G., Leproult, R., & Spiegel, K. (2014). The important role of sleep in metabolism. *How Gut and Brain Control Metabolism*, 42, 59-72.
- Cortesi, F., Giannotti, F., Sebastiani, T., Bruni, O., & Ottaviano, S. (2004). Knowledge of sleep in Italian high school students: pilot-test of a school-based sleep educational program. *Journal of Adolescent Health*, 34(4), 344-351.
- Crowley, Stephanie J.; Wolfson, Amy R.; Tarokh, Leila; Carskadon, Mary A. (2018). An update on adolescent sleep: New evidence informing the perfect storm model. *Journal of Adolescence*, 67(), 55-65. doi:10.1016/j.adolescence.2018.06.001
- Dahl, R. E. (1996, March). The impact of inadequate sleep on children's daytime cognitive function. In *Seminars in pediatric neurology* (Vol. 3, No. 1, pp. 44-50). WB Saunders.
- De Sousa, I. C., Araújo, J. F., & De Azevedo, C. V. M. (2007). The effect of a sleep hygiene education program on the sleep-wake cycle of Brazilian adolescent students. *Sleep and Biological Rhythms*, 5(4), 251-258.
- Denham, S. A., Blair, K. A., DeMulder, E., Levitas, J., Sawyer, K., Auerbach-Major, S., & Queenan, P. (2003). Preschool emotional competence: Pathway to social competence? *Child development*, 74(1), 238-256.
- Díaz-Morales, J. F., Prieto, P. D., Barreno, C. E., Mateo, M. J. C., & Randler, C. (2012). Sleep beliefs and chronotype among adolescents: The effect of a sleep education program. *Biological Rhythm Research*, 43(4), 397-412.
- Diekelmann, S., Wilhelm, I., & Born, J. (2009). The whats and whens of sleep-dependent memory consolidation. *Sleep medicine reviews*, 13(5), 309-321.
- Dorris, L., Scott, N., Zuberi, S., Gibson, N., & Espie, C. (2008). Sleep problems in children with neurological disorders. *Developmental neurorehabilitation*, 11(2), 95-114.
- Dunster, G. P., de la Iglesia, L., Ben-Hamo, M., Nave, C., Fleischer, J. G., Panda, S., & de la Iglesia, H. O. (2018). Sleepmore in Seattle: Later school start times are associated with more sleep and better performance in high school students. *Science Advances*, 4(12), eaau6200.
- Durlak, J. A., Weissberg, R. P., Dymnicki, A. B., Taylor, R. D., & Schellinger, K. B. (2011). The impact of enhancing students' social and emotional learning: A meta-analysis of school-based universal interventions. *Child development*, 82(1), 405-432.
- Dutil, C., & Chaput, J. P. (2017). Inadequate sleep as a contributor to type 2 diabetes in children and adolescents. *Nutrition & Diabetes*, 7(5), e266-e266
- Faraut, B., Andrillon, T., Vecchierini, M. F., & Leger, D. (2017). Napping: a public health issue. From epidemiological to laboratory studies. *Sleep medicine reviews*, 35, 85-100.
- Fatima, Y., Doi, S. A., & Mamun, A. A. (2016). Sleep quality and obesity in young subjects: a meta-analysis. *Obesity reviews*, 17(11), 1154-1166
- Feinberg, I., Thode Jr, H. C., Chugani, H. T., & March, J. D. (1990). Gamma distribution model describes maturational curves for delta wave amplitude, cortical metabolic rate and synaptic density. *Journal of theoretical biology*, 142(2), 149-161.
- Foley, J. E., & Weinraub, M. (2017). Sleep, affect, and social competence from preschool to preadolescence: Distinct pathways to emotional and social adjustment for boys and for girls. *Frontiers in Psychology*, 8, Article 711.
- Gao, C., Guo, J., Gong, T. T., Lv, J. L., Li, X. Y., Liu, F. H., ... & Wu, Q. J. (2021). Sleep Duration/Quality With Health Outcomes: An Umbrella Review of Meta-Analyses of Prospective Studies. *Frontiers in Medicine*, 8.
- Geier, C. F., Terwilliger, R., Teslovich, T., Velanova, K., & Luna, B. (2010). Immaturities in reward processing and its influence on inhibitory control in adolescence. *Cerebral cortex*, 20(7), 1613-1629.
- Goldman, S. E., Richdale, A. L., Clemons, T., & Malow, B. A. (2012). Parental sleep concerns in autism spectrum disorders: variations from childhood to adolescence. *Journal of autism and developmental disorders*, 42(4), 531-538.
- Gradisar, M., Wolfson, A. R., Harvey, A. G., Hale, L., Rosenberg, R., & Czeisler, C. A. (2013). The sleep and technology use of Americans: findings from the National Sleep Foundation's 2011 Sleep in America poll. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 9(12), 1291-1299.
- Gruber, R., Somerville, G., Bergmame, L., Fontil, L., & Paquin, S. (2016). School-based sleep education program improves sleep and academic performance of school-age children. *Sleep Medicine*, 21, 93-100.
- Gruber, R., Wiebe, S., Montecalvo, L., Brunetti, B., Amsel, R., & Carrier, J. (2011). Impact of sleep restriction on neurobehavioral functioning of children with attention deficit hyperactivity disorder. *Sleep*, 34(3), 315-323.

- Hagenauer, M. H., Perryman, J. I., Lee, T. M., & Carskadon, M. A. (2009). Adolescent changes in the homeostatic and circadian regulation of sleep. *Developmental neuroscience*, 31(4), 276-284.
- Hale, L., & Guan, S. (2015). Screen time and sleep among school-aged children and adolescents: a systematic literature review. *Sleep medicine reviews*, 21, 50-58.
- Hartzler, B. M. (2014). Fatigue on the flight deck: the consequences of sleep loss and the benefits of napping. *Accident Analysis & Prevention*, 62, 309-318.
- Herculano-Houzel, S. (2013). Sleep it out. *Science*, 342(6156), 316-317.
- Heussler, H. S. (2016). Management of sleep disorders in neurodevelopmental disorders and genetic syndromes. *Current Opinion in Psychiatry*, 29(2), 138-143.
- Hirshkowitz, Max; Whiton, Kaitlyn; Albert, Steven M.; Alessi, Cathy; Bruni, Oliviero; DonCarlos, Lydia; Hazen, Nancy; Herman, John; Katz, Eliot S.; Kheirandish-Gozal, Leila; Neubauer, David N.; O'Donnell, Anne E.; Ohayon, Maurice; Peever, John; Rawding, Robert; Sachdeva, Ramesh C.; Setters, Belinda; Vitiello, Michael V.; Ware, J. Catesby; Adams Hillard, Paula J. (2015). National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. *Sleep Health*, 1(1), 40-43. doi:10.1016/j.sleh.2014.12.010
- Horváth, K., & Plunkett, K. (2018). Spotlight on daytime napping during early childhood. *Nature and science of sleep*, 10, 97.
- Illingworth, G. (2020). The challenges of adolescent sleep. *Interface Focus*, 10(3), 20190080.
- Irwin, M. R., Olmstead, R., & Carroll, J. E. (2016). Sleep disturbance, sleep duration, and inflammation: a systematic review and meta-analysis of cohort studies and experimental sleep deprivation. *Biological psychiatry*, 80(1), 40-52.
- Jacoby, A., Snape, D., Lane, S., & Baker, G. A. (2015). Self-reported anxiety and sleep problems in people with epilepsy and their association with quality of life. *Epilepsy & Behavior*, 43, 149-158.
- Jalbrzikowski, M., Hayes, R. A., Scully, K. E., Franzen, P. L., Hasler, B. P., Siegle, G. J., ... & Soehner, A. M. (2021). Associations between brain structure and sleep patterns across adolescent development. *Sleep*, 44(10), zsab120.
- Jenni, O. G., & Carskadon, M. A. (2007). Sleep behavior and sleep regulation from infancy through adolescence: Normative aspects. *Sleep medicine clinics*, 2(3), 321-329.
- Ji, D., & Wilson, M.A. (2007) Coordinated memory replay in the visual cortex and hippocampus during sleep. *Nat Neurosci*. Jan;10(1), 100-7.
- Johnson, C. R., Smith, T., DeMand, A., Lecavalier, L., Evans, V., Gurka, M., ... & Scahill, L. (2018). Exploring sleep quality of young children with autism spectrum disorder and disruptive behaviors. *Sleep medicine*, 44, 61-66.
- Kahn, M., Sheppes, G., & Sadeh, A. (2013). Sleep and emotions: bidirectional links and underlying mechanisms. *International Journal of Psychophysiology*, 89(2), 218-228.
- Kara, T., Alpgan, Ö., Yılmaz, S., & Akaltun, İ. (2018). Sleep habits as an indicator of social competence and behaviour in pre-schoolers in the context of neurodevelopmental disorders. *Psychiatry and Clinical Psychopharmacology*, 29, 68 - 75.
- Kelly, R. J., & El-Sheikh, M. (2014). Reciprocal relations between children's sleep and their adjustment over time. *Developmental psychology*, 50(4), 1137.
- Keshavarzi, Z., Bajoghli, H., Mohamadi, M. R., Salmanian, M., Kirov, R., Gerber, M., Holsboer-Trachsler, E., & Brand, S. (2014). In a randomized case-control trial with 10-years olds suffering from attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD) sleep and psychological functioning improved during a 12-week sleep-training program. *World Journal of Biological Psychiatry*, 15(8), 609-619.
- Kira, G., Maddison, R., Hull, M., Blunden, S., & Olds, T. (2014). Sleep education improves the sleep duration of adolescents: a randomized controlled pilot study. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 10(7), 787-792.
- Klinzing, J. G., Niethard, N., & Born, J. (2019). Mechanisms of systems memory consolidation during sleep. *Nature neuroscience*, 22(10), 1598-1610.
- Kocevska, D., Muetzel, R. L., Luik, A. I., Luijk, M. P., Jaddoe, V. W., Verhulst, F. C., ... & Tiemeier, H. (2017). The developmental course of sleep disturbances across childhood relates to brain morphology at age 7: the Generation R Study. *Sleep*, 40(1).
- Koenis, M. M., Romeijn, N., Piantoni, G., Verweij, I., Van der Werf, Y. D., Van Someren, E. J., & Stam, C. J. (2013). Does sleep restore the topology of functional brain networks?. *Human brain mapping*, 34(2), 487-500.
- Kurdziel, L., Duclos, K., & Spencer, R. M. (2013). Sleep spindles in midday naps enhance learning in preschool children. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(43), 17267-17272.
- Kurth, S., Ringli, M., Geiger, A., LeBourgeois, M., Jenni, O. G., & Huber, R. (2010). Mapping of cortical activity in the first two decades of life: a high-density sleep electroencephalogram study. *Journal of Neuroscience*, 30(40), 13211-13219.
- Lange, T., Dimitrov, S., Bollinger, T., Diekelmann, S., & Born, J. (2011). Sleep after vaccination boosts immunological memory. *The Journal of Immunology*, 187(1), 283-290.
- Lange, T., Perras, B., Fehm, H. L., & Born, J. (2003). Sleep enhances the human antibody response to hepatitis A vaccination. *Psychosomatic medicine*, 65(5), 831-835.
- Langford, R., Bonell, C. P., Jones, H. E., Poulou, T., Murphy, S. M., Waters, E., ... & Campbell, R. (2014). The WHO Health Promoting School framework for improving the health and well-being of students and their academic achievement. *Cochrane database of systematic reviews*, (4).
- Lavigne, J. V., Arend, R., Rosenbaum, D., Smith, A., Weissbluth, M., Binns, H. J., & Christoffel, K. K. (1999). Sleep and behavior problems among preschoolers. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 20(3), 164-169.
- LeBourgeois, MK, Hale L, Chang AM, Akacem LD, Montgomery-Downs E, Buxton OM. Digital media and sleep in childhood and adolescence. *Pediatrics* 2017; 140(Supplement 2): S92-S96

- Li, S., Arguelles, L., Jiang, F., Chen, W., Jin, X., Yan, C., ... & Shen, X. (2013). Sleep, school performance, and a school-based intervention among school-aged children: a sleep series study in China. *PLoS One*, 8(7), e67928.
- Li, L., Zhang, S., Huang, Y., & Chen, K. (2017). Sleep duration and obesity in children: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Journal of paediatrics and child health*, 53(4), 378-385.
- Liu, J., Feng, R., Ji, X., Cui, N., Raine, A., & Mednick, S. C. (2019). Midday napping in children: associations between nap frequency and duration across cognitive, positive psychological well-being, behavioral, and metabolic health outcomes. *Sleep*, 42(9).
- Lo, J. C., Lee, S. M., Teo, L. M., Lim, J., Gooley, J. J., & Chee, M. W. (2017). Neurobehavioral impact of successive cycles of sleep restriction with and without naps in adolescents. *Sleep*, 40(2), zsw042.
- McConachie, H., Livingstone, N., Morris, C., Beresford, B., Le Couteur, A., Gringras, P., ... & Parr, J. R. (2018). Parents suggest which indicators of progress and outcomes should be measured in young children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 48(4), 1041-1051.
- McConachie, H., Mason, D., Parr, J. R., Garland, D., Wilson, C., & Rodgers, J. (2018). Enhancing the validity of a quality of life measure for autistic people. *Journal of autism and developmental disorders*, 48(5), 1596-1611.
- McDonagh, M. S., Holmes, R., & Hsu, F. (2019). Pharmacologic treatments for sleep disorders in children: A systematic review. *Journal of child neurology*, 34(5), 237-247.
- Mäkelä, T. E., Kylliäinen, A., Saarenpää-Heikkilä, O., Paavonen, E. J., Paunio, T., Leppänen, J. M., & Peltola, M. J. (2021). Signaled night awakening and its association with social information processing and socio-emotional development across the first two years. *Sleep*, 44(12), zsab179.
- Maquet, P., Degueldre, C., Delfiore, G., Aerts, J., Péters, J. M., Luxen, A., & Franck, G. (1997). Functional neuroanatomy of human slow wave sleep. *Journal of Neuroscience*, 17(8), 2807-2812.
- Matricciani, L., Paquet, C., Galland, B., Short, M., & Olds, T. (2019). Children's sleep and health: a meta-review. *Sleep medicine reviews*, 46, 136-150.
- Meltzer, L. J., Johnson, C., Crosette, J., Ramos, M., & Mindell, J. A. (2010). Prevalence of diagnosed sleep disorders in pediatric primary care practices. *Pediatrics*, 125(6), e1410-e1418.
- Miller, A. L., Seifer, R., Crossin, R., & Lebourgeois, M. K. (2015). Toddler's self-regulation strategies in a challenge context are nap-dependent. *Journal of sleep research*, 24(3), 279-287.
- Minges, K. E., & Redeker, N. S. (2016). Delayed school start times and adolescent sleep: a systematic review of the experimental evidence. *Sleep medicine reviews*, 28, 86-95.
- Möller, M., & Born, J. (2011). Slow oscillations orchestrating fast oscillations and memory consolidation. *Progress in brain research*, 193, 93-110.
- Monzon, A. D., Patton, S. R., & Koren, D. (2021). Childhood diabetes and sleep. *Pediatric Pulmonology*.
- Moore, M., & Meltzer, L. J. (2008). The sleepy adolescent: causes and consequences of sleepiness in teens. *Paediatric respiratory reviews*, 9(2), 114-121.
- Organisation Mondiale de la Santé (1997). Life skills education in school, Genève, OMS.
- Organisation Mondiale de la Santé (2003). Skills for health: Skills-based health education including life skills: An important component of a child-friendly/health-promoting school, Genève, OMS.
- Owens, J., Au, R., Carskadon, M., Millman, R., Wolfson, A., Braverman, P. K., ... & Adolescent sleep working group (2014). Insufficient sleep in adolescents and young adults: an update on causes and consequences. *Pediatrics*, 134(3), e921-e932.
- Paavonen, E. J., Raikkonen, K., Lahti, J., Komsu, N., Heinonen, K., Pesonen, A. K., ... & Porkka-Heiskanen, T. (2009). Short sleep duration and behavioral symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder in healthy 7-to 8-year-old children. *Pediatrics*, 123(5), e857-e864.
- Page, J. M., Wakschlag, L. S., & Norton, E. S. (2021). Nonrapid eye movement sleep characteristics and relations with motor, memory, and cognitive ability from infancy to preadolescence. *Developmental Psychobiology*, 63(8), e22202.
- Pandi-Perumal, S. R., & Leger, D. (Eds.). (2006). Sleep disorders: their impact on public health. Informa Health Care.
- Paruthi, S., Brooks, L. J., D'Ambrosio, C., Hall, W. A., Kotagal, S., Lloyd, R. M., ... & Wise, M. S. (2016). Recommended amount of sleep for pediatric populations: a consensus statement of the American Academy of Sleep Medicine. *Journal of clinical sleep medicine*, 12(6), 785-786.
- Perrault, A. A., Bayer, L., Peuvrier, M., Afyouni, A., Ghisletta, P., Brockmann, C., ... & Sterpenich, V. (2019). Reducing the use of screen electronic devices in the evening is associated with improved sleep and daytime vigilance in adolescents. *Sleep*, 42(9), zsz125.
- Philby, M. F., Macey, P. M., Ma, R. A., Kumar, R., Gozal, D., & Kheirandish-Gozal, L. (2017). Reduced regional grey matter volumes in pediatric obstructive sleep apnea. *Scientific reports*, 7(1), 1-9.
- Pisula, E., & Porębowicz-Dörsmann, A. (2017). Family functioning, parenting stress and quality of life in mothers and fathers of Polish children with high functioning autism or Asperger syndrome. *PLoS one*, 12(10), e0186536.
- Prather, A. A., Janicki-Deverts, D., Hall, M. H., & Cohen, S. (2015). Behaviorally assessed sleep and susceptibility to the common cold. *Sleep*, 38(9), 1353-1359.
- Radmanish, M., Khalfallah, O., Glaichenhaus, N., Forhan, A., Heude, B., Charles, M. A., ... & Plancaoulaine, S. (2022). Sleep duration trajectories associated with levels of specific serum cytokines at age 5: A longitudinal study in preschoolers from the EDEN birth cohort. *Brain, Behavior, & Immunity-Health*, 100429.
- Radogna, F., Diederich, M., & Ghibelli, L. (2010). Melatonin: a pleiotropic molecule regulating inflammation. *Biochemical pharmacology*, 80(12), 1844-1852.
- Rasch, B., & Born, J. (2013). About sleep's role in memory. *Physiological reviews*.

- Rey, A. E., Guignard-Perret, A., Imler-Weber, F., Garcia-Larrea, L., & Mazza, S. (2020). Improving sleep, cognitive functioning and academic performance with sleep education at school in children. *Learning and Instruction*, 65, 101270.
- Reynaud, E., Forhan, A., Heude, B., Charles, M. A., & Plancoulaine, S. (2021). Night-sleep duration trajectories and behavior in preschoolers: Results from a prospective birth cohort study. *Behavioral Sleep Medicine*, 19(4), 445-457.
- Reynaud, E., Vecchierini, M. F., Heude, B., Charles, M. A., & Plancoulaine, S. (2018). Sleep and its relation to cognition and behaviour in preschool-aged children of the general population: A systematic review. *Journal of sleep research*, 27(3), e12636.
- Rosekind, M. R., Smith, R. M., Miller, D. L., Co, E. L., Gregory, K. B., Webbon, L. L., ... & Lebacqz, J. V. (1995). Alertness management: strategic naps in operational settings. *Journal of sleep research*, 4, 62-66.
- Royant-Parola, S., Londe, V., Tréhout, S., & Hartley, S. (2018). Nouveaux médias sociaux, nouveaux comportements de sommeil chez les adolescents. *L'Encéphale*, 44(4), 321-328.
- Roenneberg, T., Kuehnle, T., Pramstaller, P. P., Ricken, J., Havel, M., Guth, A., & Mellow, M. (2004). A marker for the end of adolescence. *Current biology*, 14(24), R1038-R1039.
- Rudnicka, A. R., Nightingale, C. M., Donin, A. S., Sattar, N., Cook, D. G., Whincup, P. H., & Owen, C. G. (2017). Sleep duration and risk of type 2 diabetes. *Pediatrics*, 140(3).
- Sadeh, A., Gruber, R., & Raviv, A. (2003). The effects of sleep restriction and extension on school-age children: What a difference an hour makes. *Child development*, 74(2), 444-455.
- Saletin, J. M., Hilditch, C. J., Dement, W. C., & Carskadon, M. A. (2017). Short daytime naps briefly attenuate objectively measured sleepiness under chronic sleep restriction. *Sleep*, 40(9).
- Santé Publique France (2022) Les compétences psychosociales : un référentiel pour un déploiement auprès des enfants et des jeunes.
- Shaw, P., Kabani, N. J., Lerch, J. P., Eckstrand, K., Lenroot, R., Gogtay, N., ... & Wise, S. P. (2008). Neurodevelopmental trajectories of the human cerebral cortex. *Journal of neuroscience*, 28(14), 3586-3594.
- Short, M. A., Blunden, S., Rigney, G., Matricciani, L., Coussens, S., Reynolds, C. M., & Galland, B. (2018). Cognition and objectively measured sleep duration in children: a systematic review and meta-analysis. *Sleep health*, 4(3), 292-300.
- Short, M. A., Gradisar, M., Lack, L. C., Wright, H., & Carskadon, M. A. (2012). The discrepancy between actigraphic and sleep diary measures of sleep in adolescents. *Sleep medicine*, 13(4), 378-384.
- Short, M. A., & Weber, N. (2018). Sleep duration and risk-taking in adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Sleep medicine reviews*, 41, 185-196.
- Soffer-Dudek, N., Sadeh, A., Dahl, R. E., & Rosenblat-Stein, S. (2011). Poor sleep quality predicts deficient emotion information processing over time in early adolescence. *Sleep*, 34(11), 1499-1508.
- Sokoloff, G., Dooley, J. C., Glanz, R. M., Wen, R. Y., Hickerson, M. M., Evans, L. G., ... & Blumberg, M. S. (2021). Twitches emerge postnatally during quiet sleep in human infants and are synchronized with sleep spindles. *Current Biology*, 31(15), 3426-3432.
- Somerville, L. H., Jones, R. M., & Casey, B. J. (2010). A time of change: behavioral and neural correlates of adolescent sensitivity to appetitive and aversive environmental cues. *Brain and cognition*, 72(1), 124-133.
- Spiegel, K., Leproult, R., L'Hermite-Balériaux, M., Copinschi, G., Penev, P. D., & Van Cauter, E. (2004). Leptin levels are dependent on sleep duration: relationships with sympathovagal balance, carbohydrate regulation, cortisol, and thyrotropin. *The Journal of clinical endocrinology & metabolism*, 89(11), 5762-5771.
- Spiegel, K., Sheridan, J. F., & Van Cauter, E. (2002). Effect of sleep deprivation on response to immunization. *Jama*, 288(12), 1471-1472.
- Staton, Sally; Rankin, Peter S.; Harding, Mollie; Smith, Simon S.; Westwood, Emily; LeBourgeois, Monique K.; Thorpe, Karen J. (2020). Many naps, one nap, none: A systematic review and meta-analysis of napping patterns in children 0–12 years. *Sleep Medicine Reviews*, 50(), 101247–. doi:10.1016/j.smrv.2019.101247
- Svingos, A., Greif, S., Bailey, B., & Heaton, S. (2018). The relationship between sleep and cognition in children referred for neuropsychological evaluation: a latent modeling approach. *Children*, 5(3), 33.
- Tarokh, L. (2021). Sleep: Twitch in tempo. *Current Biology*, 31(15), R953-R954.
- Tarokh, L., Saletin, J. M., & Carskadon, M. A. (2016). Sleep in adolescence: Physiology, cognition and mental health. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 70, 182.
- Telzer, E. H., Fuligni, A. J., Lieberman, M. D., & Galván, A. (2013). The effects of poor quality sleep on brain function and risk taking in adolescence. *NeuroImage*, 71, 275–283.
- Tempesta, D., Soccì, V., De Gennaro, L., & Ferrara, M. (2018). Sleep and emotional processing. *Sleep medicine reviews*, 40, 183-195.
- Tesfaye, R., & Gruber, R. (2017). The association between sleep and theory of mind in school aged children with ADHD. *Medical Sciences*, 5(3), 18.
- Thorpe, K., Staton, S., Sawyer, E., Pattinson, C., Haden, C., & Smith, S. (2015). Napping, development and health from 0 to 5 years: a systematic review. *Archives of disease in childhood*, 100(7), 615-622.
- Tietzel, A. J., & Lack, L. C. (2001). The short-term benefits of brief and long naps following nocturnal sleep restriction. *Sleep*, 24(3), 293-300.
- Tononi, G., & Cirelli, C. (2003). Sleep and synaptic homeostasis: a hypothesis. *Brain research bulletin*, 62(2), 143-150.
- Tononi, G., & Cirelli, C. (2012). Time to be SHY? Some comments on sleep and synaptic homeostasis. *Neural plasticity*, 2012.
- Touchette, E., Côté, S. M., Petit, D., Liu, X., Boivin, M., Falissard, B., ... & Montplaisir, J. Y. (2009). Short nighttime sleep-duration and hyperactivity trajectories in early childhood. *Pediatrics*, 124(5), e985-e993.

- Touchette, E., Mongrain, V., Petit, D., Tremblay, R. E., & Montplaisir, J. Y. (2008). Development of sleep-wake schedules during childhood and relationship with sleep duration. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 162(4), 343-349.
- Touchette, É., Petit, D., Séguin, J. R., Boivin, M., Tremblay, R. E., & Montplaisir, J. Y. (2007). Associations between sleep duration patterns and behavioral/cognitive functioning at school entry. *Sleep*, 30(9), 1213-1219.
- Trosman, I., & Ivanenko, A. (2021). Classification and epidemiology of sleep disorders in children and adolescents. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics*, 30(1), 47-64.
- Urbain, C., De Tiège, X., De Beeck, M. O., Bourguignon, M., Wens, V., Verheulpen, D., ... & Peigneux, P. (2016). Sleep in children triggers rapid reorganization of memory-related brain processes. *NeuroImage*, 134, 213-222.
- Van Cauter, E., Leproult, R., & Plat, L. (2000). Age-related changes in slow wave sleep and REM sleep and relationship with growth hormone and cortisol levels in healthy men. *Jama*, 284(7), 861-868.
- van Noordt, S., & Willoughby, T. (2021). Cortical maturation from childhood to adolescence is reflected in resting state EEG signal complexity. *Developmental cognitive neuroscience*, 48, 100945.
- Vaughn, B. E., Elmore-Staton, L., Shin, N., & El-Sheikh, M. (2015). Sleep as a support for social competence, peer relations, and cognitive functioning in preschool children. *Behavioral Sleep Medicine*, 13(2), 92-106.
- Verweij, I. M., Romeijn, N., Smit, D. J., Piantoni, G., Van Someren, E. J., & van der Werf, Y. D. (2014). Sleep deprivation leads to a loss of functional connectivity in frontal brain regions. *Bmc Neuroscience*, 15(1), 1-10.
- Vgontzas, A. N., Pejovic, S., Zoumakis, E., Lin, H. M., Bixler, E. O., Basta, M., ... & Chrousos, G. P. (2007). Daytime napping after a night of sleep loss decreases sleepiness, improves performance, and causes beneficial changes in cortisol and interleukin-6 secretion. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 292(1), E253-E261
- Vriend, J. L., Davidson, F. D., Corkum, P. V., Rusak, B., Chambers, C. T., & McLaughlin, E. N. (2013). Manipulating sleep duration alters emotional functioning and cognitive performance in children. *Journal of pediatric psychology*, 38(10), 1058-1069.
- Vriend, J., Davidson, F., Rusak, B., & Corkum, P. (2015). Emotional and cognitive impact of sleep restriction in children. *Sleep medicine clinics*, 10(2), 107-115.
- Wahlstrom, K., Dretzke, B., Gordon, M., Peterson, K., Edwards, K., & Gdula, J. (2014). Examining the impact of later high school start times on the health and academic performance of high school students: A multi-site study.
- Wang, B., Isensee, C., Becker, A., Wong, J., Eastwood, P. R., Huang, R. C., ... & Rothenberger, A. (2016). Developmental trajectories of sleep problems from childhood to adolescence both predict and are predicted by emotional and behavioral problems. *Frontiers in psychology*, 7, 1874.
- Wilson, K. E., Miller, A. L., Lumeng, J. C., & Chervin, R. D. (2014). Sleep environments and sleep durations in a sample of low-income preschool children. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 10(3), 299-305.
- Wiggs, L., & Stores, G. (2004). Sleep patterns and sleep disorders in children with autistic spectrum disorders: insights using parent report and actigraphy. *Developmental medicine and child neurology*, 46(6), 372-380.
- Winer, J. R., Deters, K. D., Kennedy, G., Jin, M., Goldstein-Piekarski, A., Poston, K. L., & Mormino, E. C. (2021). Association of Short and Long Sleep Duration With Amyloid- β Burden and Cognition in Aging. *JAMA neurology*, 78(10), 1187-1196.
- Williams, K. E., Berthelsen, D., Walker, S., and Nicholson, J. M. (2016). A developmental cascade model of behavioral sleep problems and emotional and attentional self-regulation across early childhood. *Behav. Sleep Med.* 15, 1-21.
- Williams, S. E., & Horst, J. S. (2014). Goodnight book: Sleep consolidation improves word learning via storybooks. *Frontiers in psychology*, 5, 184.
- Wing, Y. K., Chan, N. Y., Man Yu, M. W., Lam, S. P., Zhang, J., Li, S. X., ... & Li, A. M. (2015). A school-based sleep education program for adolescents: a cluster randomized trial. *Pediatrics*, 135(3), e635-e643.
- Wittmann, M., Dinich, J., Mellow, M., & Roenneberg, T. (2006). Social jetlag: misalignment of biological and social time. *Chronobiology international*, 23(1-2), 497-509.
- Wolfson, A. R., Harkins, E., Johnson, M., & Marco, C. (2015). Effects of the young adolescent sleep smart program on sleep hygiene practices, sleep health efficacy, and behavioral well-being. *Sleep Health*, 1(3), 197-204.
- Xie, L., Kang, H., Xu, Q., Chen, M. J., Liao, Y., Thiyagarajan, M., ... & Nedergaard, M. (2013). Sleep drives metabolite clearance from the adult brain. *science*, 342(6156), 373-377.
- Yavuz-Kodat, E., Reynaud, E., Geoffroy, M. M., Limousin, N., Franco, P., Bonnet-Brilhault, F., ... & Schroder, C. M. (2020). Disturbances of continuous sleep and circadian rhythms account for behavioral difficulties in children with autism spectrum disorder. *Journal of Clinical Medicine*, 9(6), 1978.
- Yuge, K., Nagamitsu, S., Ishikawa, Y., Hamada, I., Takahashi, H., Sugioka, H., ... & Yamashita, Y. (2020). Long-term melatonin treatment for the sleep problems and aberrant behaviors of children with neurodevelopmental disorders. *BMC psychiatry*, 20(1), 1-14.

education.gouv.fr

Contact presse

01 55 55 30 10

spresse@education.gouv.fr

Contact Conseil scientifique de l'éducation nationale

cсен@education.gouv.fr

reseau-canope.fr/conseil-scientifique-de-leducation-nationale