

Réseaux sociaux numériques & sommeil à l'adolescence

Note n°5 de
l'Observatoire
"Vies Numériques"
du Centre de
Référence en
Santé Mentale



*Partie 1 – La lumière bleue artificielle
émise par les écrans*

Table des matières

Table des matières.....	1
Résumé	2
Introduction	3
Quand commence et se termine l'adolescence ?.....	4
Le sommeil à l'adolescence	5
Qu'entend-on par « lumière bleue » ?	7
Tout commence avec la mélatonine.....	7
LEDs productrices de lumière bleue	8
Des LEDs dans les écrans	8
Réseaux sociaux numériques, écrans et lumière bleue.....	10
Lumière bleue émise par les écrans et taux de mélatonine en soirée	10
Lumière bleue émise par les écrans et sommeil	13
Fatigue	13
Heure d'endormissement	16
Durée totale de sommeil	18
Efficacité du sommeil.....	18
Phases de sommeil	19
Qu'en disent les recherches transversales (méta-analyses) ?.....	20
Discussion	22
Tentatives d'identification de facteurs.....	22
Limites des recherches sur l'effet de la lumière bleue émise par les écrans	25
Conclusion de la partie 1.....	29
Bibliographie	30
Crédits illustrations	33

Résumé

Cette cinquième note de l'Observatoire « Vies Numériques » s'intéresse aux liens potentiels entre la lumière bleue artificielle émise par les écrans et le sommeil des adolescent·e·s, population particulièrement concernée en raison de son utilisation intensive des outils numériques et de ses besoins spécifiques en matière de sommeil. La lumière bleue, riche en longueurs d'ondes courtes, est réputée influencer la sécrétion de mélatonine, une hormone mise particulièrement en avant s'agissant de la régulation des cycles veille-sommeil. L'hypothèse est faite que celle émise par les écrans modernes, dont le spectre lumineux est composé de longueurs d'ondes plus courtes, pourrait exercer une influence sur la mélatonine et perturber divers aspects du sommeil tels que la fatigue, l'heure d'endormissement, la durée totale de sommeil, son efficacité ou encore les différentes phases qui le composent.

Cependant, les études, recensées dans cette note de manière relativement exhaustive, montrent des résultats inconsistants, voire contradictoires. Certaines rapportent des effets significatifs lorsqu'elles étudient les taux de mélatonine ou les caractéristiques du sommeil en fonction de la lumière bleue émise par les écrans, alors que d'autres ne trouvent aucun lien concluant. De plus, les aspects qui semblent exercer une influence dans une étude n'en ont pas dans une autre, et inversement. Par ailleurs, des limites méthodologiques, telles que des échantillons très petits, des conditions expérimentales qui semblent éloignées du quotidien ou des différences dans les mesures, questionnent le caractère probant de ces résultats. Bien que des études supplémentaires soient nécessaires pour le confirmer, quelques variables pourraient possiblement exercer une influence dans ce lien entre lumière bleue émise par les écrans et sommeil des ados, telles que la pertinence du contenu affiché sur l'écran pour la personne, le contexte au moment du visionnement de ce contenu, l'historique ou l'intensité lumineuse avant et pendant ce visionnement, la durée et le moment de l'utilisation des écrans, ou certaines caractéristiques individuelles (âge, qualité initiale du sommeil, etc.).

Ces observations soulignent la nécessité de dépasser une approche simpliste centrée uniquement sur la lumière bleue pour intégrer la complexité des facteurs pouvant influencer le sommeil des adolescent·e·s. En conclusion, bien que la lumière bleue des écrans soit une hypothèse régulièrement avancée pour expliquer les liens entre réseaux sociaux numériques et sommeil des ados, les résultats actuels appellent à la prudence dans leur interprétation, et invitent à élargir l'investigation à d'autres hypothèses explicatives.

Introduction

L'arrivée de nouveautés sociotechniques engendre régulièrement des inquiétudes et des questionnements au sein de la société. Par exemple, les romans, la radio, puis la télévision ont été au cœur de débats politiques et scientifiques (Orben, 2020). Le sociologue Stanley Cohen (2002) utilise le terme de « panique morale » pour décrire un sujet qui représente *“une menace aux valeurs et intérêts de la société[, dont] la nature est présentée de façon simplifiée et stéréotypée par les médias de masse”* (p. 9). Récemment, les smartphones ont pris une grande place dans nos sociétés occidentales modernes et font, à leur tour, l'objet de nouvelles inquiétudes concernant leurs potentiels effets sur notre bien-être physique et mental, en particulier parce qu'ils rendent possible un accès permanent aux réseaux sociaux numériques (RSN).

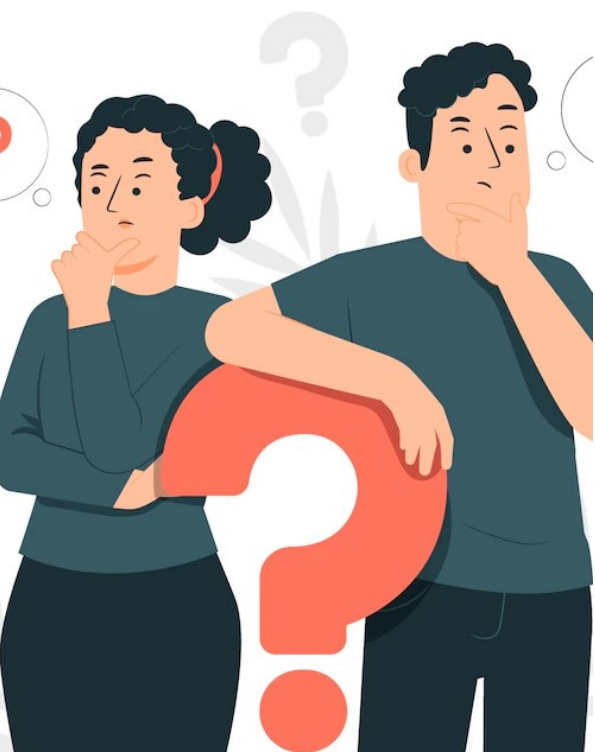


Les adolescent·e·s sont particulièrement visé·e·s lorsque nous pensons aux smartphones et aux RSN, car il s'agit de la population qui les utilise le plus fréquemment. Des résultats publiés en 2020 indiquent que 87% des moins de 25 ans y accèdent tous les jours, contre seulement 21%² des plus de 55 ans (Orben & Przybylski, 2020). De plus, les adolescent·e·s de 14-16 ans y sont rapporté·e·s comme passant près du double de temps en ligne que les enfants de 9 à 10 ans, et ce, dans une grande majorité des pays de l'Union Européenne (Smahel *et al.*, 2020). Relativement à la Belgique, il apparaît que 94% des élèves de première secondaire possèdent un smartphone, et 99% des élèves de deuxième secondaire (Média Animation, 2024). En 2020, la plus grande majorité estimait y passer plus de 4 heures par jour durant les jours sans école (Média Animation, 2020). L'utilisation fréquente des RSN amène de nombreuses personnes à se questionner sur l'impact qu'ils pourraient avoir sur la santé mentale des jeunes¹, et en particulier sur leur sommeil (Dienlin & Johannes, 2020; Orben & Przybylski, 2019). En effet, ce dernier est particulièrement important, puisqu'il peut influencer la santé physique et émotionnelle, ainsi que les performances cognitives, comportementales et scolaires de nos jeunes (Hamilton *et al.*, 2007; Illingworth, 2020; Touitou, 2013; Xu *et al.*, 2019; Zhai *et al.*, 2015).

La panique morale qui entoure les nouveaux médias ne permet pas toujours de conserver un recul critique concernant cette problématique, voire peut entraîner des conclusions hâtives qui se basent sur des études dont la qualité de la méthodologie est parfois questionnable (Orben & Przybylski, 2019). Les résultats à ce sujet provoquant un buzz médiatique, il peut être difficile de se situer parmi ces nombreux avis divergents. Au travers de cette note,

¹ Une précédente note de l'Observatoire « Vies Numériques » aborde cette question du lien entre réseaux sociaux numériques et adolescence en termes de santé mentale : [Adolescence, médias sociaux et santé mentale. Note n°4](#) (Minotte, 2020).

nous tenterons de mettre en avant des éléments de réponse à la question suivante : quels pourraient être les liens entre les réseaux sociaux numériques et le sommeil des adolescent-e-s ?



Nous répondrons à cette question au travers de deux notes distinctes, l'une consacrée à la question de la lumière bleue artificielle, l'autre à des facteurs plus psychologiques et comportementaux liés à l'utilisation des RSN. Cette première note sera, ainsi, consacrée à la lumière bleue artificielle émise par nos écrans, ainsi qu'à son effet potentiel sur le sommeil des ados. En effet, l'une des préoccupations qui nous revient du terrain lorsque l'on aborde la question de l'utilisation des écrans, et particulièrement des réseaux sociaux numériques à l'adolescence au moment du coucher, est l'effet que pourrait avoir « la lumière bleue » artificielle sur le sommeil de nos jeunes. C'est, également, une hypothèse avancée très régulièrement par la littérature scientifique (Bauducco *et al.*, 2024).

Pour y répondre, nous commencerons par identifier les composantes de notre question de recherche. Premièrement, nous définirons brièvement ce que nous entendons par « adolescence ». Deuxièmement, nous donnerons quelques éléments de contexte concernant le sommeil à l'adolescence. Troisièmement, nous prendrons un temps pour comprendre ce à quoi « lumière bleue » fait référence. Ensuite, nous nous intéresserons aux liens que cette lumière bleue artificielle entretient avec le sommeil durant l'adolescence. Pour ce faire, nous aborderons les recherches sur la mélatonine, une hormone souvent associée aux questions entourant le sommeil, et verrons comment elle peut, ou non, être influencée par la lumière bleue émanant des écrans. Subséquemment, nous nous intéresserons aux liens potentiels entre lumière bleue émise par les écrans et les composantes du sommeil les plus étudiées dans la littérature scientifique revue par les pairs. Enfin, nous discuterons des facteurs et limites identifiés par les recherches concernant ces questions.

Quand commence et se termine l'adolescence ?

Puisque l'on propose de s'intéresser à la période de l'adolescence, il convient de tenter une définition de celle-ci afin de circonscrire les études que nous intégrerons. Poser la question « quand commence et se termine l'adolescence ? » à un groupe de personnes peut s'avérer être un exercice amusant. Si toutes partageront une idée à peu près commune de ce qu'est un adolescent ou une adolescente, les avis divergeront rapidement dès qu'il s'agira d'aller plus en détail sur cette période de transition.

Quand l'adolescence commence-t-elle ? Pour certaines personnes, c'est lors de l'entrée à l'école secondaire. Pour d'autres, c'est au moment de la puberté. Pour d'autres encore, ce début de l'adolescence est lié à un changement de comportement (questionnements identitaires, refus de l'autorité, passion...).

Quand l'adolescence se termine-t-elle ? À nouveau, les avis peuvent différer : à la majorité (à 18 ans en Belgique), quand l'adolescent·e quitte le nid (ce qui peut varier fortement en fonction des contextes familiaux), au moment où son cerveau atteint une certaine maturité physiologique, ou même lorsque l'adolescent·e montre des comportements plutôt associés à l'âge adulte, sans que tous les adultes ne les adoptent tout le temps, ni même que ces comportements ne soient toujours clairement définis (par exemple, « faire preuve de maturité », « être stable », « avoir moins de fougue », « avoir le sens des responsabilités », etc.).

Ces différences de conception ne sont guère surprenantes. En effet, l'adolescence, loin de qualifier une réalité naturelle objectivement observable ou mesurable, est avant tout une construction sociale (Galland, 2001; Huerre *et al.*, 2003; Von Der Weid, 2022). Celle-ci varie donc en fonction des cultures, des périodes, des normes... d'une société et des individus qui la composent, et ce, d'autant plus dans une société où les rites d'initiation relatifs à ce passage de l'enfance à l'âge adulte sont peu présents (Emmanuelli, 2021).



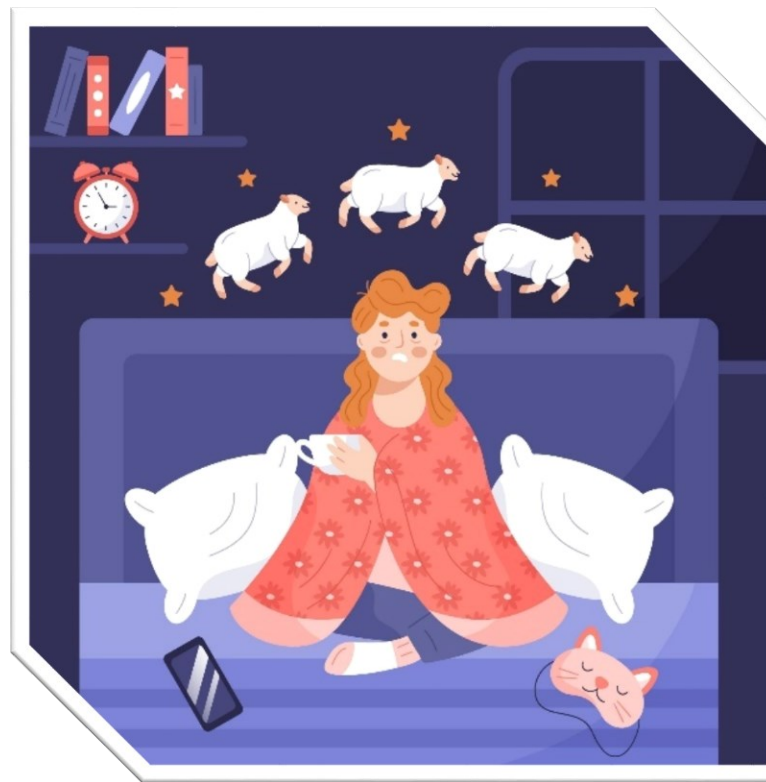
Dans le cadre de ce travail, nous adopterons une conception large de l'adolescence, qui couvrira la période allant d'environ 11 ans à environ 25 ans. L'âge de 11 ans correspond, premièrement, à une estimation de l'âge d'entrée à la puberté, bien que celui-ci soit lui-même sujet à discussion et diffère en fonction des critères pris en considération (Coleman & Coleman, 2002; Walvoord, 2010). Il correspond, deuxièmement, à un âge moyen à partir duquel on constate des changements importants au niveau du cerveau, que ce soit dans la matière blanche, dans la matière grise, ou en termes d'augmentation de l'activité entre les régions cérébrales (Colver & Longwell, 2013). L'âge de 25 ans correspond à un âge autour duquel ces changements semblent être moins intenses. Ainsi, nous incluons principalement des recherches qui s'intéressent à cette tranche d'âge.

Le sommeil à l'adolescence

Le sommeil est une composante primordiale de notre fonctionnement (Baker & McMakin, 2024). Il est en lien avec nos systèmes immunitaire, cardiaque, métabolique, endocrinologique, et nerveux, de même qu'avec notre santé

physique et psychique, notre capacité à apprendre, à gérer nos émotions... En effet, la littérature s'accorde sur le fait que le sommeil permet de restaurer le fonctionnement neuronal et cognitif et d'organiser les connexions neuronales (préservation, renforcement...) en fonction des informations reçues durant l'éveil, permettant ainsi, l'apprentissage et l'acquisition de connaissances et compétences tout au long de la vie. Cela est d'autant plus vrai à l'adolescence, période pendant laquelle le corps et le cerveau se développent de manière particulièrement rapide et intense.

Si le sommeil reste éminemment important durant l'adolescence, adolescence et sommeil ne font pas forcément bon ménage (Baker & McMakin, 2024; Hagenauer et al., 2009). En effet, l'adolescence est associée à une inclination naturelle à se coucher et se réveiller entre 1 et 3h plus tard. Ce retardement des phases de sommeil, qui débute dès la puberté, est un phénomène commun chez les mammifères et n'est donc pas spécifique à l'être humain (Hagenauer et al., 2009). Il se retrouve d'ailleurs dans de multiples pays de tous les continents, et reste présent même dans les études en laboratoires qui limitent les facteurs extérieurs pouvant influencer le sommeil. Cependant, la société dans laquelle évoluent nos ados n'est pas forcément en phase avec leurs besoins de sommeil. Par exemple, les horaires de l'école



ne s'adaptent pas à ce changement, avec, à la clé, un déficit de sommeil. Outre l'heure d'endormissement qui est décalée, et la durée totale de sommeil qui s'en retrouve rétrécie, l'adolescence s'accompagne d'une fatigue accrue, d'une modification de l'efficacité de son sommeil (*i.e.*, le ratio entre le temps passé à réellement dormir et le temps total passé dans son lit), ainsi que d'un chamboulement des phases de celui-ci. Les phases de sommeil désignent les différentes étapes traversées lorsque nous dormons. Après l'endormissement (précédé d'une période de somnolence), le sommeil est, en effet, organisé en différentes phases qui surviennent cycliquement : le sommeil léger (durant lequel l'attention à ce qui se passe à l'extérieur reste forte), le sommeil profond (caractérisé notamment par des ondes cérébrales mesurées par électroencéphalogramme relativement lentes, ainsi qu'un ralentissement des signes vitaux), et le sommeil paradoxal (durant lequel on observe, entre autres, des mouvements des yeux rapides)².

² De multiples autres composantes du sommeil existent, mais nous n'avons repris ici que celles qui ont fait l'objet de plusieurs publications en lien avec la question qui nous occupe.

Puisque le sommeil est une composante à ce point importante pour notre développement, et que nombre de nos ados rencontrent des difficultés de sommeil, il n'est pas surprenant de voir émerger des inquiétudes à ce sujet dans la littérature scientifique ou auprès des professionnel·le·s de terrain. Dans une société où les écrans sont à ce point au centre des (pré)occupations, ils constituent également un objet d'étude important quant aux liens qu'ils peuvent entretenir avec le sommeil. Un des prismes par lesquels sont abordées ces recherches entre les écrans et le sommeil est celui de la lumière bleue.

Qu'entend-on par « lumière bleue » ?

Tout commence avec la mélatonine...



Comme la plupart des êtres vivants, l'humain est influencé par les cycles jours-nuits, lesquels sont intimement liés à notre sommeil (Agence

nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation (Anses), 2019;

Touitou, 2013; Touitou *et al.*, 2017). Une hormone

est particulièrement citée

lorsqu'il s'agit de la régulation

du système circadien (c'est-à-dire des

cycles sommeil / veille) : la

mélatonine (Cipolla-Neto & Amaral, 2018).

Chez les mammifères, en effet, cette

hormone est produite pendant toute la

durée de la nuit, ce qui permet

d'enregistrer biologiquement la durée

de celle-ci (Foster, 2021)³.

Ainsi, certains auteurs (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation (Anses), 2019; Boivin *et al.*, 1996; Morin, 1994; Touitou *et al.*, 2017; West *et al.*, 2011) avancent que la sécrétion de cette hormone peut, entre autres, être influencée par la lumière reçue à travers la rétine⁴ à différents moments de la journée. D'après ces auteurs, c'est notamment le cas lorsque la lumière est caractérisée par des longueurs d'ondes courtes (et donc s'approchant de la couleur bleue), comme les rayonnements solaires en début de journée (Agence nationale de sécurité sanitaire de

³ Notons d'ores et déjà à ce sujet que cette hormone n'est pas la seule impliquée dans le sommeil (Baker & McMakin, 2024; Steiger, 2007). Par ailleurs, le fonctionnement de cette hormone ne se limite pas à l'encodage de la durée de la nuit (Cutando *et al.*, 2012; Foster, 2021).

⁴ La rétine est la « Membrane (...) dans le fond de l'œil (...) sur laquelle viennent se former les images des objets provoquant les sensations lumineuses. » (Wiktionnaire, 2024)

l'alimentation (Anses), 2019). Les enfants et adolescent-e-s, dont le cristallin⁵ est moins opaque, pourraient y être plus sensibles (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation (Anses), 2019; Crowley *et al.*, 2015; Figueiro & Overington, 2016).

LEDs productrices de lumière bleue

Or, nous sommes de plus en plus confronté-e-s à des appareils (phares, éclairages publics, luminaires au travail ou domestiques, lampes-torches, lampes frontales, jouets...) qui produisent de la lumière à partir d'une série de petites « ampoules » appelées « LEDs » (*light-emitting diode*, ou diode électroluminescente). Ces LEDs sont peu énergivores mais se caractérisent notamment par le fait « d'émettre une lumière riche en longueurs d'ondes courtes : une lumière dite riche en bleu » (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation (Anses), 2019, p. 6). Plusieurs publications (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation (Anses), 2019; Boivin *et al.*, 1996; Brainard *et al.*, 2001; Cajochen *et al.*, 2005; Münch *et al.*, 2006; Touitou *et al.*, 2017; West *et al.*, 2011) ont argumenté l'idée que ce que nous appellerons, dans cette note, la « lumière bleue artificielle » (ou simplement « lumière bleue ») peut, dans certaines circonstances, avoir un effet sur la production de mélatonine.

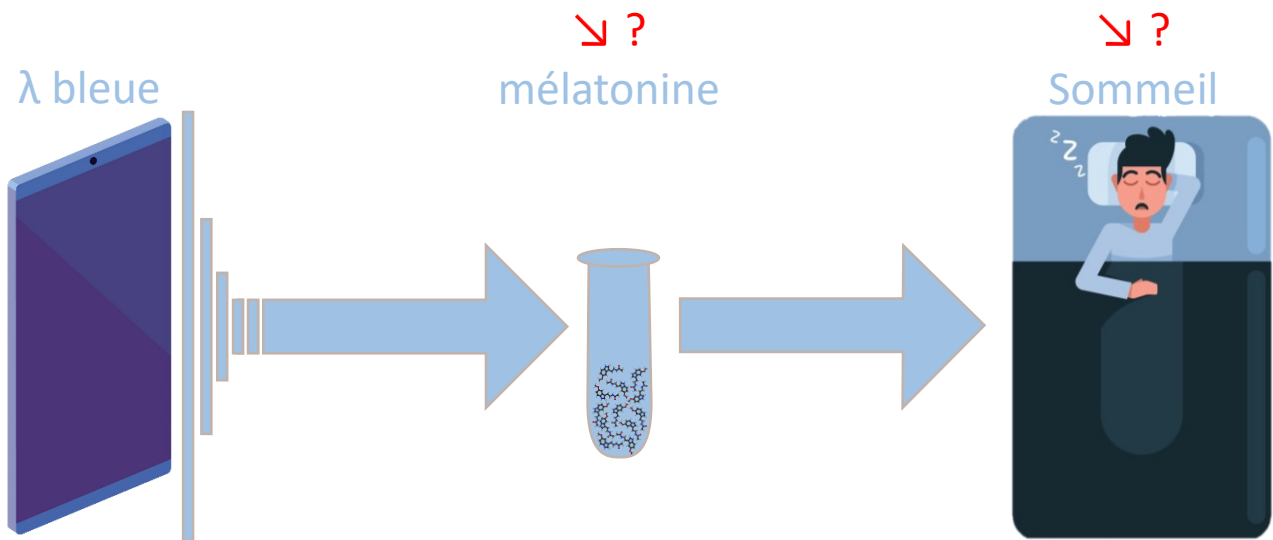
Des LEDs dans les écrans

Une des conséquences directes de l'utilisation des réseaux sociaux numériques est de nous exposer à des écrans (de smartphones, de tablettes, d'ordinateurs...) qui fonctionnent, eux aussi, avec des LEDs. Cela soulève plusieurs inquiétudes et, dans la thématique qui nous occupe, à savoir le sommeil, l'hypothèse est faite qu'une exposition à cette lumière bleue artificielle en provenance des écrans, en particulier une fois la nuit tombée, influencerait la sécrétion de la mélatonine, ce qui aurait pour conséquence de perturber notre sommeil (Bauducco *et al.*, 2024). Si les liens entre lumière artificielle caractérisée par des longueurs d'ondes courtes et sommeil semblent assez soutenus dans la littérature, qu'en est-il lorsque nous nous intéressons spécifiquement aux écrans ? C'est une question particulièrement intéressante à trancher lorsque




l'on désire étudier les liens entre RSN et sommeil de nos ados. En effet, si la lumière bleue émise par les écrans est

⁵ Le cristallin est, comme la cornée, une lentille naturelle de l'œil qui permet de concentrer les rayons lumineux sur la rétine afin de permettre une image la plus nette possible (Wikipédia, 2024).



une condition suffisante pour entraîner des difficultés de sommeil, alors la réponse logique et évidente pour éviter ces difficultés est de supprimer (ou de filtrer) les émissions de lumière bleue (et donc les écrans qui les produisent). Si, en revanche, ce lien n'est pas aussi évident, que la lumière bleue est une condition nécessaire mais non-suffisante, ou même non-nécessaire pour influencer la mélatonine et/ou le sommeil, alors il devient essentiel d'ouvrir la réflexion à d'autres pistes explicatives. Dès lors, que dit la littérature, d'une part, à propos des liens éventuels entre lumière bleue des écrans et mélatonine, et, d'autre part, à propos de la relation entre lumière bleue et diverses mesures du sommeil ?



Réseaux sociaux numériques, écrans et lumière bleue

Lumière bleue émise par les écrans et taux de mélatonine en soirée

En ce qui concerne ce premier lien, quelques études ont, en effet, trouvé que la lumière bleue produite par les écrans équipés de LEDs (ordinateurs, tablettes, liseuses électroniques...) pouvait influencer la sécrétion de la mélatonine. Par exemple, Chang et ses collègues (2015) ont observé, au sein d'une population âgée d'environ 25 ans, une diminution de la sécrétion de mélatonine après la lecture d'un livre sur un support électronique plus importante qu'après la lecture de ce livre sur support papier. Similairement, Cajochen *et al.* (2011) ont étudié des volontaires d'environ 24 ans alors qu'ils devaient compléter une série de tâches (et notamment le visionnement d'un film) pendant 5h, d'une part, sur un ordinateur dont l'écran cathodique émettait *moins* de lumière bleue artificielle et, d'autre part, sur un ordinateur dont l'écran LED émettait *plus* de lumière bleue artificielle. Dans cette recherche, effectuer les tâches sur un écran équipé de LEDs entraînait une suppression de mélatonine plus importante. Les mêmes résultats ont été obtenus dans une étude de suivi du même groupe durant laquelle quelques volontaires d'environ 24 ans devaient à nouveau utiliser un écran d'ordinateur LED ou un écran cathodique pendant 5h (Bues *et al.*, 2012). Dans leur recherche sur une population âgée d'environ 24 ans, Green et ses collègues (2017) ont demandé aux personnes qui y participaient de réaliser des tâches sur ordinateur (lecture de textes, problèmes arithmétiques et verbaux...) alors qu'étaient manipulés deux aspects de l'écran de l'ordinateur, à savoir l'intensité lumineuse et les longueurs d'ondes de la lumière émise, au travers de 4 conditions : (1) faible luminosité et longueurs d'ondes courtes (« lumière bleue de faible intensité »), (2) haute luminosité et longueurs d'ondes courtes (« lumière bleue de forte intensité »), (3) faible luminosité et longueurs d'ondes longues, et (4) haute luminosité et longueurs d'ondes longues. Leur recherche a mis en évidence qu'effectuer les tâches sur un écran émettant de la lumière à longueurs d'ondes courtes (qu'importait l'intensité lumineuse de l'écran) entraînait une suppression accrue de mélatonine. Similairement, van der Lely *et al.* (2015) ont fait porter, à quelques adolescents âgés de 15 à 17 ans, des lunettes avec des verres teintés en orange (conçus pour bloquer la lumière bleue), ou avec des verres transparents, pendant une semaine, dès 18h00 et jusqu'au coucher. Les participants devaient, par ailleurs, indiquer le temps passé devant des écrans. À la fin de la semaine, ils rejoignaient le laboratoire pour, sur un ordinateur équipé d'un écran LED, réaliser des tests cognitifs et remplir divers questionnaires, toujours en portant l'une des paires de lunettes. Ils y dormaient ensuite, leur sommeil étant analysé, puis effectuaient ces mêmes tâches le lendemain matin. Leurs résultats montraient une atténuation de l'augmentation de mélatonine le soir face à un ordinateur lorsque des lunettes avec des lentilles filtrant la lumière bleue (*versus* lentilles transparentes) étaient portées, bien que le moment de production de mélatonine ne semblait pas différer entre les conditions. De la même manière, Figueiro & Overington (2016) ont demandé à une vingtaine d'adolescent-e-s ayant entre 15 et 17 ans d'utiliser leurs appareils électroniques pendant 3 heures avant le coucher, (1) en portant des lunettes avec des verres teintés d'orange (filtrant la lumière bleue artificielle) ou (2) en ne portant ces lunettes que pendant une heure puis en les retirant pendant les deux dernières heures. Leurs résultats ont montré que la concentration de mélatonine était supérieure lorsque des lunettes teintées étaient portées durant les trois

heures (*versus* seulement la première heure) ; cette concentration de mélatonine augmentait avec le temps, alors qu'elle restait relativement stable lorsque les personnes retiraient les lunettes teintées. Enfin, dans leur étude, Nagare et ses collègues (2019) ont demandé à des participant-e-s d'environ 23 ans d'utiliser une tablette numérique tout en portant des lunettes en fonction de 4 conditions au sein desquelles variaient les lunettes portées ainsi que la configuration de la tablette : (1) en portant des lunettes émettrices de la lumière bleue et une tablette sans configuration spécifique, (2) en portant des lunettes équipées de verres transparents mais en utilisant une tablette configurée pour afficher des couleurs légèrement plus chaudes (diminuant à peine la lumière bleue artificielle), (3) en portant des lunettes avec des verres transparents mais en utilisant une tablette configurée pour afficher des couleurs fortement plus chaudes (diminuant plus fortement la lumière bleue artificielle), et (4) en portant des lunettes équipées de verres teintés en orange (filtrant la lumière bleue artificielle), condition qui servait de contrôle. Leurs résultats ont montré, tout d'abord, une suppression de mélatonine supérieure entre les trois premières conditions et la condition contrôle. Ensuite, s'intéressant à la suppression relative de mélatonine en comparaison avec cette condition contrôle, les résultats ont montré que le port de lunettes émettrices de lumière bleue entraînait une suppression de mélatonine statistiquement supérieure que pour les conditions avec lentilles transparentes (avec légère ou forte diminution de lumière bleue émise par la tablette), ces deux conditions n'entraînant pas de différence statistiquement significative.

Bien que ces quelques recherches aient montré un lien statistiquement significatif entre la lumière bleue émise par les écrans et le taux de mélatonine avant ou au moment du coucher, la recherche de Nagare et ses collègues (2019) semble indiquer que l'effet des écrans pourrait être moins important que d'autres sources de lumière artificielle plus intense (comme, dans cet exemple, des lunettes directement émettrices de lumière bleue artificielle). D'autres facteurs pourraient également jouer un rôle dans ce lien entre lumière bleue artificielle émise par nos écrans et sommeil. Par exemple, Higuchi *et al.* (2003) ont manipulé, d'une part, le caractère stimulant d'une tâche, et d'autre part, la luminosité de l'écran utilisé par quelques participants d'environ 25 ans au travers de quatre conditions : (1) effectuer une tâche stimulante (jouer à un jeu de tir) sur un écran lumineux, (2) effectuer cette tâche stimulante sur un écran sombre, (3) effectuer une tâche décrite comme ennuyeuse (réaliser des additions simples) sur un écran lumineux, et (4) effectuer cette tâche ennuyeuse sur un écran sombre. Les résultats de cette recherche ont montré que la luminosité de l'écran diminuait effectivement la concentration de mélatonine, mais uniquement dans la condition où les participants réalisaient une tâche stimulante. Aucune différence significative n'était observée entre écran sombre ou lumineux concernant la



tâche ennuyeuse. De leur côté, Wood et collègues (2013) ont demandé à des personnes d'environ 19 ans de consulter une tablette dans trois conditions différentes : (1) en portant des lunettes émettrices de lumière bleue (« lunettes bleues »), (2) en portant des lunettes qui filtrent la lumière bleue (« lunettes filtrantes »), et (3) en ne portant pas ces lunettes spéciales (« pas de lunettes ») ; les taux de mélatonine étaient mesurés après 1h et après 2h. Leurs résultats indiquaient qu'en comparaison avec la condition « lunettes filtrantes », dans la condition « lunettes bleues », une suppression de mélatonine était observée après 1h et après 2h, alors que dans la condition « pas de lunettes », la suppression de mélatonine n'apparaissait qu'après 2h.



Si ces quelques recherches mettent en lumière la complexité potentielle de la relation entre émission de lumière bleue par les écrans et taux de mélatonine, d'autres études ne trouvent, en revanche, aucune association statistiquement significative. Par exemple, dans une recherche auprès d'une population composée de personnes en fin d'adolescence et d'adultes, Figueiro *et al.* (2011) ont demandé à leurs participant-e-s d'utiliser un ordinateur au travers de 3 conditions : (1) sans lunettes, (2) avec des lunettes émettrices de lumière bleue (« lunettes bleues »), et (3) avec des lunettes qui filtrent la lumière bleue (« lunettes filtrantes »). Les taux de concentration en mélatonine étaient inférieurs pour la condition « lunettes bleues » par rapport aux deux autres conditions, mais il n'y avait pas de différence

statistiquement significative entre la condition « regarder un ordinateur sans lunettes » et « regarder un ordinateur avec des lunettes filtrantes ». Similairement, dans leur étude financée par Samsung, qui incluait des jeunes et des adultes plus âgés (entre 20 et... 40 ans), Heo *et al.* (2017) ont demandé à leurs participants de jouer à des jeux sur deux types de smartphones. L'un était construit avec un écran LED « normal », l'autre avait un écran LED spécialement conçu pour supprimer la portion du spectre labellisé « lumière bleue ». Ces auteurs n'ont pas observé de différences statistiquement significatives concernant les niveaux de mélatonine entre les deux groupes. Enfin, dans leur recherche, Hersh *et al.* (2015) ont procédé un peu différemment avec un groupe plus large : cent adolescentes et adolescents de 14 à 18 ans ont rempli divers questionnaires afin de mesurer leurs habitudes de vie (et notamment : exposition à la lumière, durée de sommeil, heure d'extinction des lumières, utilisation d'appareils électroniques après l'extinction des lumières, durée de sommeil, interruptions de sommeil éventuelles, etc.), et ont dû rendre un

échantillon d'urine permettant d'évaluer leur taux de mélatonine. Les résultats n'ont montré aucun lien entre l'utilisation d'un écran avant le coucher et le niveau de mélatonine mesuré.

Ainsi, l'hypothèse selon laquelle les écrans qui émettent plus de lumière bleue exerceraient une influence sur le sommeil par les effets qu'ils produisent sur les taux de mélatonine ne semble que partiellement soutenue dans la littérature scientifique ayant étudié la question, et des recherches supplémentaires semblent nécessaires afin de mieux comprendre la nature de cette relation. La physiologie du sommeil étant très complexe, la question reste entière de savoir si les écrans émetteurs de lumière bleue artificielle ont un effet sur certaines mesures du sommeil, même dans les cas où aucun changement significatif dans les taux de mélatonine ne serait observé. Il est également intéressant de vérifier si les effets parfois observés sur les taux de mélatonine se traduisent par des différences au niveau du sommeil.

Lumière bleue émise par les écrans et sommeil

Si certaines de ces recherches se sont limitées à étudier les variations de mélatonine uniquement, d'autres se sont également (ou uniquement) intéressées à certaines mesures du sommeil, que ce soit par rapport à la fatigue, à l'heure d'endormissement, à la durée totale de sommeil, à son efficacité, ou aux phases qui le composent.



Fatigue

_____ Fatigue le soir avant le coucher _____

Trois études ont pu mettre en évidence un lien statistiquement significatif entre lumière bleue artificielle émise par les écrans et fatigue le soir avant le coucher, que celle-ci soit évaluée subjectivement (c'est-à-dire par des mesures auto-rapportées par les personnes qui participaient à la recherche) ou au moyen de mesures plus objectives (par exemple, via électroencéphalogramme, par des tests de vigilance...). Dans leur recherche présentée ci-avant, Heo *et al.* (2017), qui n'avaient pas observé de différences statistiquement significatives en termes de niveaux de mélatonine,

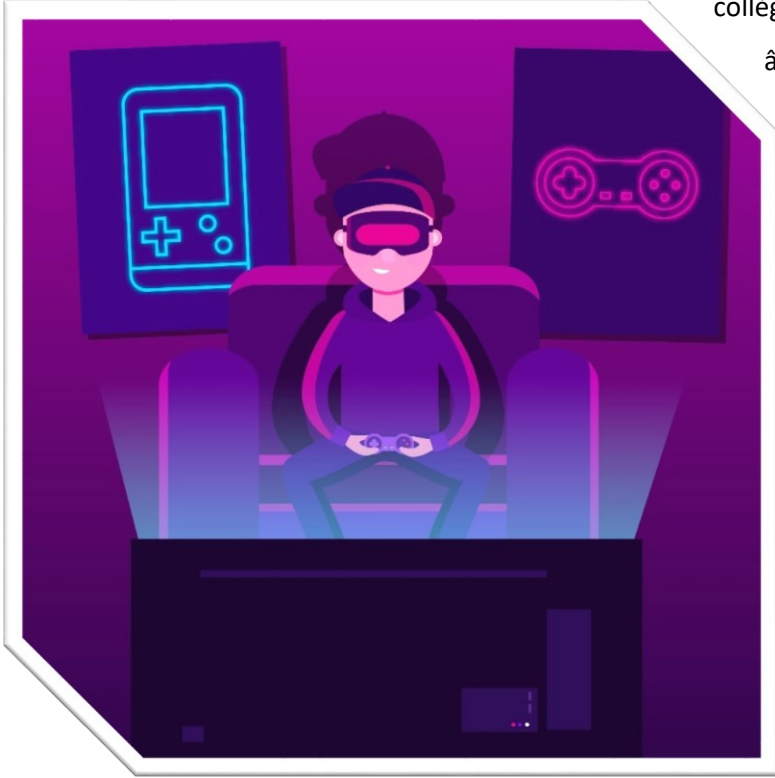
ont découvert que le sentiment de fatigue rapporté par les participants était plus faible après avoir utilisé un smartphone « normal » qu'un smartphone filtrant la lumière bleue artificielle. Similairement, dans leur recherche présentée ci-dessus, et cette fois en plus de la différence de suppression des niveaux de mélatonine rapportés, une plus grande fatigue était observée chez les participants de van der Lely et ses collègues (2015) lorsqu'ils portaient des lunettes avec des lentilles qui filtraient la lumière bleue (*versus* lentilles transparentes), qu'il s'agisse de la fatigue subjective mesurée à l'aide d'échelles autoportées, ou de la vigilance mesurée à l'aide de tâches informatiques. C'est également le cas de la recherche de Bues *et al.* (2012), qui avait déjà trouvé une différence dans les taux de mélatonine entre le fait de regarder pendant 5h un écran LED (*versus* un écran cathodique), et rapporte des différences en termes de fatigue le soir, qu'elle soit évaluée par des mesures auto-rapportées ou par des tests cognitifs. De même, bien que le taux de mélatonine n'y était pas pris en compte, Grønli et ses collègues (2016) ont mené une recherche sur un groupe âgé de 25 ans en moyenne. Au cours de celle-ci, les personnes lisaient pendant 30 minutes une histoire affichée sur un livre papier ou sur une tablette numérique équipée de LEDs ; elles remplissaient également des questionnaires mesurant notamment l'état de fatigue subjective avant l'extinction des feux. Dans leur recherche, une légère différence de fatigue subjective a été observée, celle-ci étant plus faible après lecture sur un support électronique qu'après lecture sur support papier. Enfin, dans l'étude présentée précédemment de Cajochen *et al.* (2011), une différence de fatigue rapportée par les personnes apparaissait également entre l'utilisation d'un écran LED produisant plus de lumière bleue artificielle (*versus* un écran cathodique qui en produisait moins), mais uniquement au moment du visionnement d'un film, et non durant l'exécution de tâches cognitives.

Bien que ces quelques recherches aient montré un lien statistiquement significatif entre la lumière bleue émise par les écrans et la fatigue le soir, la recherche de Cajochen et ses collègues (2011) laisse à penser que la production de lumière bleue n'explique pas, à elle seule, la différence de fatigue ressentie (et peut-être aussi objectivement mesurée), puisque le contenu de ce qui se passe sur l'écran semble également important. C'est d'autant plus le cas qu'à l'inverse, d'autres études n'ont trouvé *aucun* lien statistiquement significatif entre la lumière bleue produite par les écrans et la fatigue le soir. En effet, la recherche d'Higuchi *et al.* (2003) présentée plus haut, alors qu'elle avait rapporté une différence dans les taux de mélatonine lorsque l'intensité lumineuse différait et que la tâche effectuée était stimulante, n'a observé aucune différence significative concernant l'état de fatigue. Similairement, Heath et ses



designed by freepik

collègues (2014) ont réalisé une étude sur des adolescent·e·s âgé·e·s de 14 à 19 ans qui effectuaient différentes tâches sur une tablette pendant trois-quarts d'heure dans trois conditions jouant sur la luminosité et le filtrage de la lumière bleue : (1) une condition où la tablette avait une luminosité maximale et n'était pas filtrée, (2) une condition où la tablette avait une luminosité faible mais n'était à nouveau pas filtrée, et (3) une condition où la tablette avait une luminosité moyenne et dont la lumière bleue était filtrée au moyen du logiciel f.lux. Au cours de celle-ci, ni la fatigue objectivement mesurée, ni celle subjectivement rapportée, ne différaient entre les conditions se rapportant à la lumière bleue. La très légère différence observée se rapportait aux temps de réaction plus courts (donc meilleurs) à un test cognitif après 30



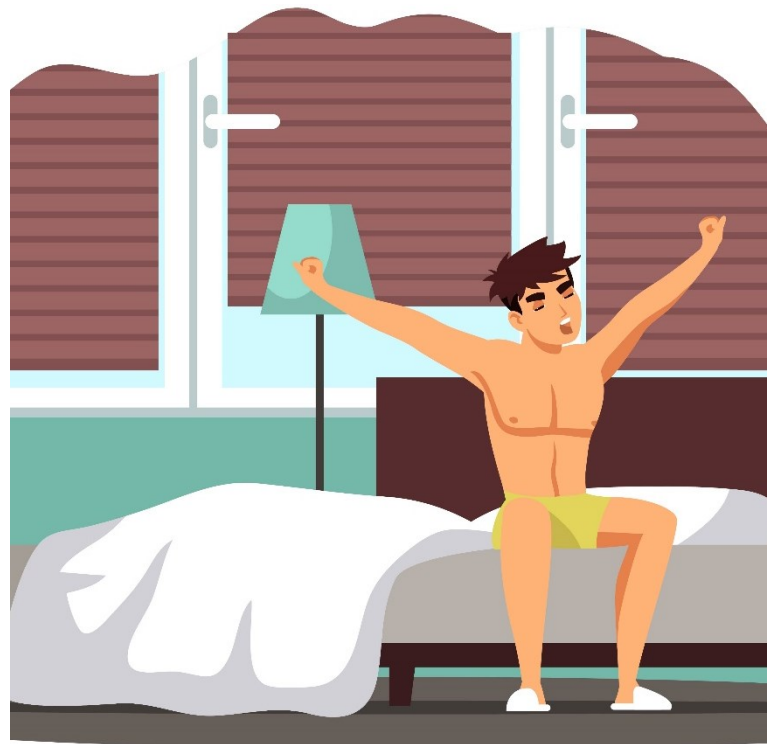
minutes d'utilisation de la tablette avec la luminosité maximale *versus* la luminosité faible. De façon surprenante, à l'inverse, l'exactitude des réponses à cette tâche était *meilleure* dans la condition « luminosité faible » par rapport à la condition « luminosité maximale », laissant penser que la différence dans les temps de réaction est au moins en partie imputable au fait que l'accent a été mis sur des réponses plus correctes (au détriment de la rapidité), sans que le lien avec la lumière bleue ne soit évident à justifier. Enfin, dans la foulée de celle réalisée en 2003 (Higuchi *et al.*, 2003), une recherche de Higuchi *et al.* (2005) a manipulé le caractère stimulant d'une tâche et la luminosité de l'écran, en exposant des participants d'environ 25 ans en moyenne à quatre conditions : (1) réaliser une tâche stimulante (*i.e.*, un jeu vidéo de tir) sur un écran lumineux, (2) réaliser une tâche stimulante sur un écran sombre, (3) réaliser une tâche ennuyeuse (*i.e.*, effectuer des additions simples) sur un écran lumineux, et (4) réaliser des tâches simples sur un écran sombre. Dans cette recherche, si le fait de jouer à un jeu vidéo (*versus* réaliser une tâche simple) a exercé une influence sur la fatigue, ça n'a pas été le cas de la luminosité de l'écran, que la fatigue soit mesurée subjectivement ou via électroencéphalogramme.

Ainsi, tout comme c'était le cas pour les taux de mélatonine, la littérature scientifique semble trouver des résultats relativement inconsistants concernant le lien entre écrans producteurs de lumière bleue et fatigue le soir. La question se pose néanmoins aussi pour la fatigue le lendemain matin. En effet, si l'utilisation d'un écran émetteur de lumière bleue n'influence pas ou peu la fatigue le soir, mais a un effet sur le sommeil, alors des différences de fatigue pourraient apparaître une fois la nuit passée.

Assez similairement à ce qui a été rapporté concernant la fatigue le soir, deux recherches déjà présentées ont observé une association statistiquement significative entre la lumière bleue et la fatigue le lendemain matin. Dans leur étude, Chang et ses collègues (2015) ont mis en évidence, outre une différence de taux de mélatonine, que la lecture sur un support électronique (*versus* un livre) était associée à un état d'alerte moindre le lendemain matin, signe d'une plus grande fatigue. De même, les résultats de Green *et al.* (2017) ont montré, en plus d'une différence de mélatonine, qu'effectuer les tâches sur un écran émettant de la lumière à longueurs d'ondes courtes (qu'importait l'intensité lumineuse de l'écran) augmentait la fatigue subjective des personnes en comparaison aux mêmes activités réalisées sur un écran émettant de la lumière à longueurs d'ondes longues.

Inversement, et malgré des différences de niveaux de mélatonine ainsi que de fatigue le soir, ni van der Lely et ses collègues (2015), ni Heath *et al.* (2014) n'ont observé de différence significative concernant la fatigue (auto-rapportée ou mesurée subjectivement) le lendemain.

Tout comme pour la fatigue le soir, les recherches s'étant intéressées aux effets de la lumière bleue émanant des écrans sur l'état de fatigue des ados le lendemain matin semblent rapporter des résultats assez inconsistants. Il est, cependant, possible que les résultats soient plus clairs en s'intéressant aux résultats concernant d'autres composantes du sommeil, à savoir l'heure d'endormissement, la durée totale de sommeil, ou son efficacité.



Heure d'endormissement

S'agissant de l'heure d'endormissement, les résultats obtenus sont dans le sillage de ceux rapportés pour la fatigue. En effet, les mêmes équipes de recherche qui avaient observé une différence de taux de mélatonine et de fatigue, à savoir Chang *et al.* (2015), ainsi que Green et ses collègues (2017), ont également rapporté un déplacement de l'heure d'endormissement de quelques minutes entre les conditions avec et sans lumière bleue artificielle. Une équipe de recherche a exploré plus en détails si la lumière bleue était la seule explication possible à cette différence de sommeil. Dans leur recherche, Bowler & Bourke (2019) ont demandé à des participant-e-s âgé-e-s de 18 à 23 ans d'utiliser Facebook au sein de 4 conditions faisant varier l'intérêt du compte du RSN et la lumière bleue artificielle de la tablette utilisée : (1) parcourir *son* compte Facebook avec une tablette « normale » ; (2) parcourir *un faux* compte Facebook avec une tablette « normale » ; (3) parcourir *son* compte Facebook avec une tablette équipée d'un filtre réduisant la lumière bleue ; et (4) parcourir *un faux* compte Facebook avec une tablette équipée d'un filtre réduisant la lumière

bleue. Leurs résultats ont montré que ni la pertinence du compte, ni la quantité de lumière bleue émise ne suffisaient, seules, à influencer l'heure d'endormissement rapportée par les participant-e-s. Cependant, une interaction apparaissait : l'heure d'endormissement était significativement moins tardive dans la condition où la lumière bleue était filtrée et où c'était le faux compte Facebook qui était consulté. Quant à savoir l'importance de l'effet observé sur l'heure d'endormissement, dans ces recherches, celle-ci n'était décalée que de quelques minutes.

À l'inverse, d'autres recherches n'ont pas obtenu de différences statistiquement significatives. Par exemple, la recherche de Grønli et ses collègues (2016), malgré une différence rapportée concernant la fatigue subjective, n'a pas observé de différence statistiquement significative concernant l'heure d'endormissement entre la lecture d'un livre sur support papier et celle sur support numérique. Il en va de même pour la recherche de van der Lely *et al.* (2015), qui avait pourtant noté une différence de niveaux de mélatonine et de fatigue durant la soirée/nuit au laboratoire, mais n'en observe pas concernant l'heure d'endormissement pendant la semaine qui précédait la venue au laboratoire, heure

d'endormissement pourtant mesurée objectivement à l'aide d'un

actimètre. C'est également le cas dans l'étude de Heath *et al.* (2014), dont les résultats concernant la fatigue le soir ou le lendemain matin n'étaient déjà pas significatifs. Enfin, la recherche de Duraccio et ses collègues (2021) n'a pas non plus trouvé de différence significative concernant l'heure d'endormissement. L'équipe a pourtant étudié une population large, à savoir de plus de 150 personnes âgées de 18 à 24 ans qui devaient, dans les 60 minutes avant d'aller au lit : (1) utiliser un smartphone avec une diminution logicielle de la lumière bleue, (2) utiliser un smartphone sans diminution de la lumière bleue, ou (3) s'empêcher d'utiliser un smartphone. Leur sommeil était analysé à l'aide d'un accéléromètre, ainsi qu'à l'aide de mesures auto-rapportées par les personnes (heure d'aller au lit, de réveil, et temps passé sur le téléphone dans les 4 heures avant d'aller au lit), et seules les données des participant-e-s ayant des mesures concordantes avec celles de l'accéléromètre ont été conservées.

On remarque que, même pour une partie des recherches qui avaient pu observer une différence en termes de taux de mélatonine et/ou de fatigue, l'utilisation d'un écran émetteur de lumière bleue n'entraîne pas forcément de différence observable concernant l'heure d'endormissement. Mais qu'en est-il de la durée totale de sommeil ? Celui-ci est-il affecté par l'utilisation d'écrans émetteurs de lumière bleue ?

Durée totale de sommeil

Parmi les recherches qui se sont intéressées à cette donnée, seules deux d'entre elles ont obtenu des résultats significatifs. Premièrement, Green *et al.* (2017) ont observé qu'effectuer les tâches sur un écran émettant de la lumière à longueurs d'ondes courtes entraînait, outre des différences de taux de mélatonine, de fatigue, et d'heure d'endormissement, un sommeil légèrement raccourci (qu'importait l'intensité lumineuse de l'écran). Deuxièmement, Bowler & Bourke (2019) ont trouvé que, outre l'influence sur l'heure d'endormissement, la durée totale de sommeil rapportée par les participant-e-s était significativement plus longue, mais uniquement toujours dans la condition où la lumière bleue était filtrée et où c'était un faux compte Facebook qui était consulté.

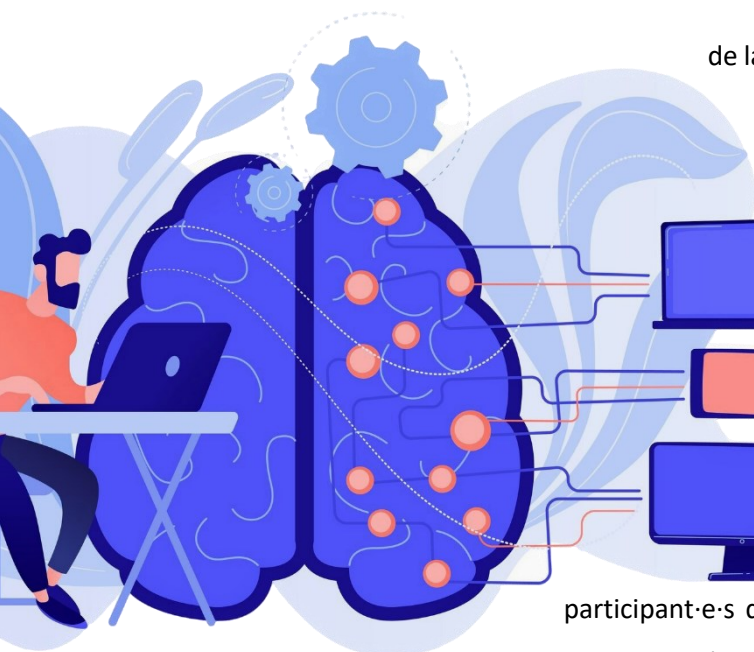


À l'inverse, dans leur étude, Chang et ses collègues (2015), qui avaient également observé des différences dans les mesures précédemment présentées, n'ont pas noté de différences statistiquement significatives concernant la durée totale de sommeil entre la lecture sur un support électronique et la lecture sur un support papier. C'est aussi le cas dans la recherche de Grønli *et al.* (2016), qui avait pourtant observé une différence en termes de fatigue subjective, mais n'en avaient déjà pas observé concernant l'heure d'endormissement. Il en va de même pour les résultats de van der Lely *et al.* (2015), qui mettaient en évidence une différence de niveaux de mélatonine et de fatigue durant la soirée/nuit au laboratoire, mais pas de la fatigue le lendemain matin, ni, donc, de durée totale de sommeil, entre la condition « lunettes filtrantes » et la condition « lunettes transparentes » pendant une semaine, alors que la durée totale de sommeil a été mesurée à l'aide d'un actimètre. Similairement, Higuchi et ses collègues (2005), qui n'avaient pas trouvé d'effet de la luminosité de l'écran sur la fatigue, n'ont pas non plus observé de différence significative en termes de durée totale de sommeil. Enfin, Duraccio *et al.* (2021), qui n'avaient pas observé de différence d'heure d'endormissement, n'ont pas non plus trouvé de différence de durée totale de sommeil entre le fait d'utiliser un smartphone 60 minutes avec un filtre avant d'aller au lit, et le fait de l'utiliser sans filtre, ou même de ne pas l'utiliser.

Ainsi, bien que les résultats concernant certaines composantes du sommeil présentées plus haut (*i.e.*, taux de mélatonine, fatigue et heure d'endormissement) étaient déjà inconsistants, ceux à propos de la durée totale du sommeil semblent moins soutenus encore dans l'état actuel des connaissances.

Efficacité du sommeil

Cette observation vaut également pour l'efficacité du sommeil (*i.e.*, la durée totale de sommeil comparativement au temps passé au lit). Seule l'étude de Green *et al.* (2017) a rapporté qu'effectuer des tâches sur un écran émettant



de la lumière à longueurs d'ondes courtes entraînait une efficacité de sommeil légèrement moindre (qu'importait l'intensité lumineuse de l'écran).

Les autres recherches qui s'y sont intéressées n'ont pas observé de différences statistiquement significatives, qu'il s'agisse de Chang et ses collègues (2015), de van der Lely *et al.* (2015), d'Higuchi et ses collègues (2005), de Bowler & Bourke (2019), ou de Duraccio *et al.* (2021). Cette dernière

équipe de recherche, en menant des analyses supplémentaires, a, cependant, observé que parmi 50% des

participant-e-s qui dormaient le plus longtemps durant la nuit uniquement,

celles et ceux qui n'utilisaient pas de smartphone avaient une efficacité de sommeil statistiquement meilleure que celles et ceux utilisant un smartphone avec un filtre anti-lumière bleue (mais il n'y avait pas de différence significative entre la non-utilisation du smartphone et l'utilisation d'un smartphone sans filtre, ni entre l'utilisation d'un smartphone avec ou sans filtre, sans que cela ne soit facilement interprétable).

Si les recherches actuelles ne semblent pas permettre de conclure de façon probante que la durée totale de sommeil ou son efficacité sont influencées par la lumière bleue produite par les écrans, il est possible que ce soit le cas pour les phases qui composent ce sommeil.

Phases de sommeil

S'agissant des cycles de sommeil, dans leur étude, Chang et ses collègues (2015) ont observé que la lecture sur un support électronique (*versus* un livre) était associée à une diminution de la phase de sommeil paradoxal, mais que les autres phases n'étaient pas affectées. À l'inverse, Green *et al.* (2017) ont observé qu'effectuer les tâches sur un écran émettant de la lumière à longueurs d'ondes courtes avait un effet sur diverses phases du sommeil (avec peu ou pas d'effet de l'intensité lumineuse), mais pas sur celle de sommeil paradoxal.

Enfin, d'autres recherches n'ont tout simplement pas trouvé d'effet de la lumière bleue sur les phases de sommeil (Grønli *et al.*, 2016; Heath *et al.*, 2014; Higuchi *et al.*, 2005), y compris celle menée par l'équipe de van der Lely et ses collègues (2015), qui avait pourtant observé une différence de niveaux de mélatonine et de fatigue durant la soirée/nuit au laboratoire (mais pas d'heure d'endormissement, de fatigue le lendemain matin, ni de différence de durée totale ou d'efficacité de sommeil).



Qu'en disent les recherches transversales (méta-analyses) ?

Face à des résultats qui sont aussi variables, il est souvent intéressant de se tourner vers les recherches plus transversales. Un exemple de ces recherches transversales est le principe de la « méta-analyse ». Il s'agit d'une méthode qui vise à combiner les résultats des recherches existantes afin de les réanalyser de façon commune, permettant de dégager des effets plus globaux, des facteurs éventuels, des biais (que la méta-analyse permet parfois de corriger), etc.

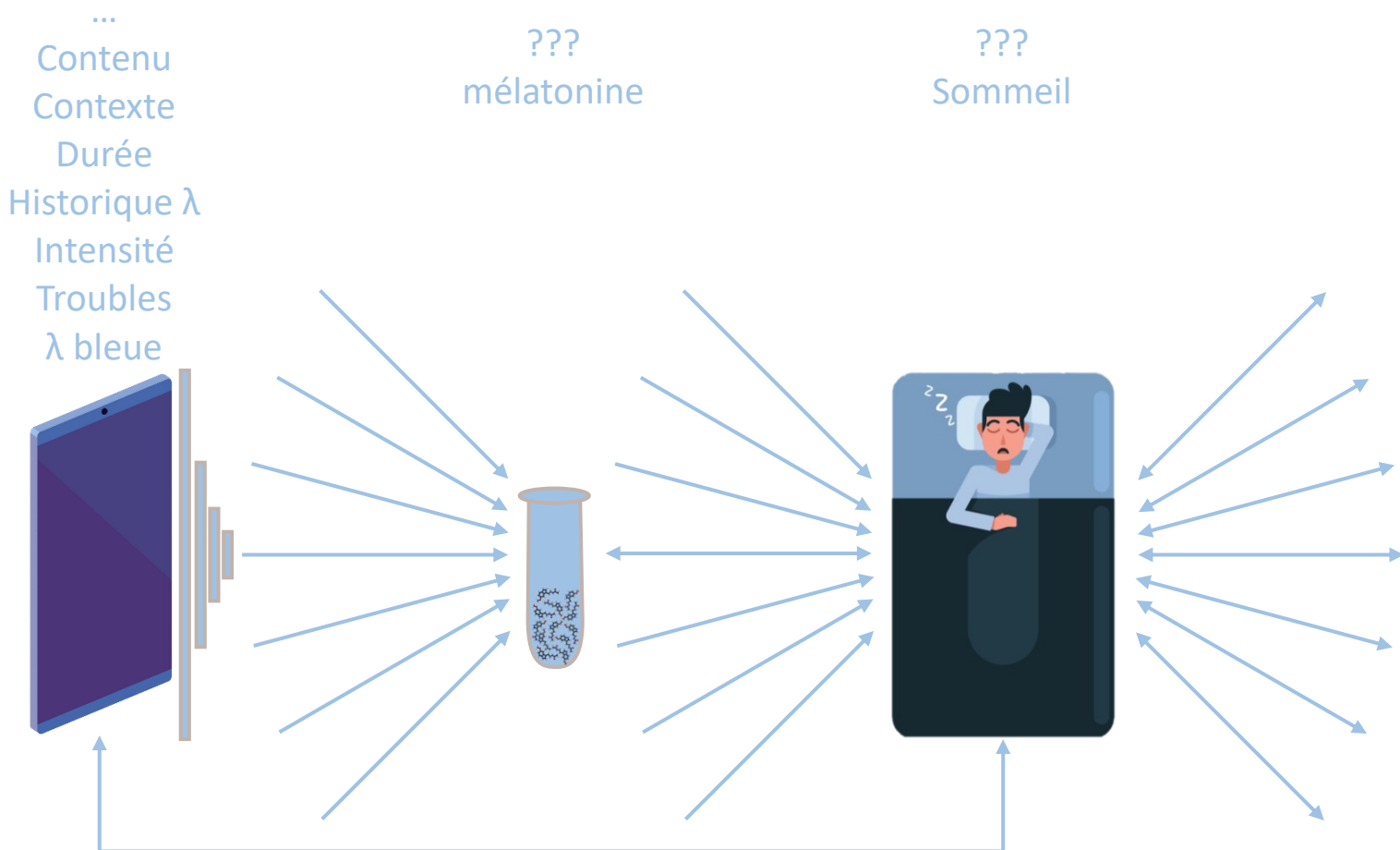
De façon surprenante, nous n'avons pas été en mesure de trouver une méta-analyse qui s'intéresse à cet effet de la lumière bleue artificielle émanant des écrans sur le sommeil de nos ados, ne permettant pas de trancher plus en détail les résultats présentés ci-dessus. Plusieurs revues de la littérature (*i.e.*, résumé des connaissances sur une thématique précise, comme le fait la présente note) ont également parcouru les recherches réalisées à ce sujet ([voir, par exemple, LeBourgeois et al., 2017, au sujet des écrans et du sommeil chez les enfants et les ados](#); [Lissak, 2018, à propos des modifications physiologiques et psychologiques, dont le sommeil, associées à l'utilisation des écrans chez les enfants et les ados](#); [Ricketts et al., 2022, qui s'intéressent à la lumière artificielle, au rythme circadien et au sommeil des ados](#); [Silvani et al., 2022, concernant les effets de la lumière bleue pour les jeunes adultes athlètes](#); etc.), mais ces recherches réalisées, lorsqu'elles correspondent aux conditions de la présente note, sont déjà intégrées à cette dernière. Il est étonnant, par ailleurs, de voir qu'une partie de ces revues de littérature n'incluent pas les études sans résultats, ni celles ayant des résultats contraires à l'idée que la lumière bleue émise par les écrans entraîne des modifications des taux de mélatonine et/ou des troubles du sommeil. Par ailleurs, lorsqu'elles les incluent, elles ne mettent pas, ou très peu, en avant le fait que ces résultats sont, dans l'état actuel des connaissances, relativement inconsistants, voire contradictoires, bien qu'elles restent prudentes lorsqu'elles avancent cette hypothèse de la lumière bleue pour caractériser les liens qui peuvent exister entre utilisation des réseaux sociaux et sommeil des adolescent·e·s.



En élargissant le spectre initial, nous avons pu trouver une méta-analyse portant sur quelques études. En effet, celle réalisée par [Shechter et al. \(2020\)](#) s'intéressait, non pas aux effets de la lumière bleue des écrans sur le sommeil de nos ados, mais à l'influence des lentilles anti-lumière bleue sur le sommeil (sans être spécifique, ni aux écrans, ni aux adolescent·e·s, l'âge moyen des personnes ayant participé aux études incluses allant de 17 à 49 ans). Cette méta-analyse est intéressante néanmoins, puisque ces filtres ont montré leur efficacité à réduire ou empêcher la lumière bleue d'atteindre la rétine ([Gringras et al., 2015](#)), permettant d'identifier les effets qui lui sont

propres. Seules douze études correspondaient à ces critères au moment de la méta-analyse (à nouveau, celles qui

sont pertinentes pour la présente note y sont incluses). Les résultats ont mis en évidence qu'un tiers des recherches n'a pas trouvé d'effet de l'utilisation des lentilles anti-lumière bleue sur les mesures liées au sommeil. De plus, il n'a pas été possible de réaliser des calculs concernant un effet (ou non) des filtres anti-lumière bleue sur les taux de mélatonine du fait d'un trop faible nombre d'études. Par ailleurs, un effet léger à modéré a été observé sur les mesures objectives de l'efficacité du sommeil et de la durée totale de sommeil, et un effet plus important sur les mesures rapportées de qualité de sommeil et de durée de sommeil, mais, dans les deux cas, uniquement pour les recherches qui se sont intéressées à des personnes qui rencontrent déjà des troubles du sommeil, psychiatriques ou cognitifs. Rappelons que les recherches sur ces populations ne contrôlaient pas la lumière bleue artificielle émise par les écrans, mais filtraient toute lumière bleue (artificielle ou non, des écrans ou d'autres sources lumineuses), et ne permettaient donc malheureusement pas d'apporter plus de clarté sur les résultats rapportés dans cette note, sauf à appeler plus encore à la prudence quant aux conclusions parfois hâtivement tirées s'agissant de cette thématique.

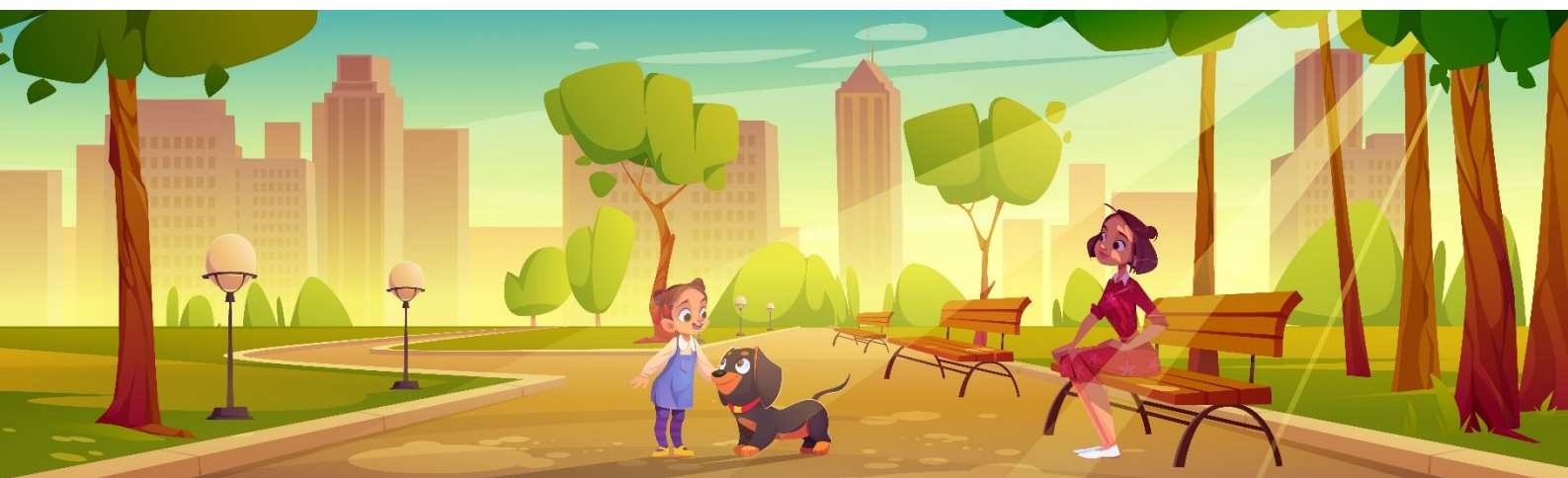


Discussion

La présente note a permis d'identifier de façon relativement exhaustive une poignée de recherches qui ont testé l'hypothèse selon laquelle la lumière bleue artificielle produite par les écrans exercerait une influence sur le sommeil de nos adolescent-e-s, notamment par l'effet qu'elle aurait sur les taux de mélatonine. Les résultats de ces recherches sont relativement inconsistants, parfois contradictoires, mais quelques éléments se sont dégagés de certaines de ces études. Notons que l'absence de leur reproduction par d'autres équipes de recherche rend ces éléments encore peu probants, dans ce contexte où le lien entre lumière bleue artificielle émise par les écrans et mélatonine d'une part, ou entre lumière bleue artificielle émise par les écrans et sommeil d'autre part, ne semble pas encore supporté de façon inéquivoque.

Tentatives d'identification de facteurs

Un premier élément qui s'est dégagé concerne l'importance de l'intensité de la lumière bleue émise par les écrans, mais aussi, et peut-être même surtout, par les autres sources de lumière, avant et pendant l'exposition aux écrans. Si certains indices laissent à penser que la différence en termes de lumière bleue peut l'emporter sur la différence d'intensité lumineuse ([Green et al., 2017](#)), une revue de littérature (non spécifique aux écrans, ni aux ados) menée par une équipe en partie employée par Philips rapporte que les recherches ayant modifié l'intensité d'une lumière ont trouvé plus systématiquement un effet sur l'état d'alerte (en particulier lorsqu'évalué par des mesures auto-rapportées, laissant à nouveau la porte ouverte à de multiples biais), là où celles ayant manipulé les longueurs d'ondes (et donc le caractère plus ou moins « bleuté ») ont trouvé des résultats plus inconsistants ([Souman et al., 2018](#)). L'équipe souligne également qu'un nombre important d'études n'ont pas trouvé ces effets, ne permettant pas de conclusions probantes. On peut regretter, par ailleurs, que les autres composantes du sommeil n'y aient pas été investiguées. De la même manière, quelques recherches ont observé que porter des lunettes émettrices de lumière bleue influençait les taux de mélatonine de façon plus importante que ce que ne faisait la lumière bleue émise par l'écran en lui-même ([Nagare et al., 2019](#); [Wood et al., 2013](#)), ce qui pourrait montrer que l'intensité de la lumière bleue émise par les écrans n'a pas autant d'importance que d'autres sources de lumière.



Par ailleurs, dans leur recherche menée auprès de jeunes adultes, Hébert *et al.* (2002) ont observé qu'être exposé à beaucoup (*versus* très peu) de lumière (naturelle ou artificielle) pendant une semaine influençait la sécrétion de mélatonine lors de l'exposition à de la lumière artificielle intense (émise par deux grands caissons lumineux). L'intensité lumineuse les 3 jours précédant l'exposition à de la lumière artificielle intense influençait également le taux de mélatonine et l'état d'alerte d'un groupe de jeunes d'environ 24 ans (Chang *et al.*, 2013). Plus spécifiquement aux écrans, lorsque des adultes étaient exposés à une lumière vive durant la journée, la recherche de Rångtell et ses collègues (2016) n'a trouvé aucun effet de l'exposition à des écrans de type LED avant le coucher sur le taux de mélatonine, l'état de fatigue subjective au soir ou le lendemain, le moment d'endormissement, ou la durée de sommeil. Notons toutefois que cette recherche ne permet pas de trancher si cette absence de résultats est due à l'exposition à de la lumière la journée, ou simplement à l'absence d'effet des écrans sur ces variables. Quoiqu'il en soit, l'exposition lumineuse avant et pendant l'utilisation des écrans pourrait avoir un rôle à jouer dans ce potentiel lien avec le sommeil, et des recherches supplémentaires sont nécessaires à ce sujet.

Un second élément est relatif à la durée de l'exposition. En effet,

Figueiro & Overington (2016) n'ont observé cet effet qu'après 3h de temps d'exposition, mais pas après 2h. Cependant, d'autres recherches sont parvenues à des résultats après 2h d'utilisation (e.g., Green *et al.*, 2017; Wood *et al.*, 2013), 1h d'utilisation (e.g., Nagare *et al.*, 2019) et même après 15-30 minutes (e.g., Bowler & Bourke, 2019). Ainsi, il est, dans l'état actuel des connaissances, complexe de trancher sur la durée minimale nécessaire pour observer un tel effet. Outre la durée de l'exposition, le moment de celle-ci pourrait également jouer un rôle. En



effet, l'état de vigilance ou de somnolence évolue au fil de la journée, et certaines recherches ont pu observer que le moment auquel les écrans émetteurs de lumière bleue artificielle étaient consultés pouvait influencer l'évolution de la sécrétion de mélatonine (Cajochen *et al.*, 2011). Ainsi, le moment et la durée d'exposition pourraient être des facteurs importants à prendre en considération dans les futures recherches.

Un troisième élément concerne les informations spécifiques aux individus, et notamment la présence de troubles du sommeil ou d'autres troubles psychologiques (Gringras *et al.*, 2015), ou au contraire le fait d'avoir une qualité de sommeil particulièrement bonne (Duraccio *et al.*, 2021). Ici aussi, des recherches complémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les potentiels effets de ces facteurs, certains troubles ayant été identifiés comme pouvant influencer les taux de mélatonine de manière générale (Bouwman *et al.*, 2015).

Toujours concernant les facteurs individuels, d'un point de vue physiologique, l'âge devrait également être un facteur important. D'une part, nous l'écrivions, le cristallin est plus transparent chez les plus jeunes et s'opacifie avec le temps. D'autre part, la sécrétion de mélatonine est également influencée par l'âge (Sack *et al.*, 1986). Cependant,

les recherches menées jusqu'à présent sur la lumière bleue émise par les écrans n'ont pas mis ce facteur en évidence. Par ailleurs, celles menées sur les ados plus jeunes (Figueiro & Overington, 2016; Heath *et al.*, 2014; Hersh *et al.*, 2015; van der Lely *et al.*, 2015) ne semblent pas rapporter des résultats spécialement plus probants que celles menées sur les ados plus âgés.

Outre l'âge, une autre caractéristique individuelle semble n'avoir pas reçu d'attention jusqu'à présent : l'évolution dans le temps. En effet, nos ados sont généralement exposé·e·s aux écrans sur des périodes plus longues que ce que n'ont étudié les recherches expérimentales. L'hypothèse peut être faite que cette exposition prolongée et régulière influence les réactions physiologiques qui s'en suivent, que ce soit par une plus grande sensibilité à cette exposition (augmentant ainsi l'effet potentiellement néfaste des écrans, et diminuant éventuellement les effets observables au laboratoire), ou, au contraire, par une habitude (le cerveau apprenant que l'écran n'est pas un stimulus fiable pour évaluer l'heure de la journée ou la nécessité de dormir).



Enfin, un dernier élément identifié semble particulièrement important : ce qui se passe sur l'écran. En effet, dans plusieurs recherches présentées, lorsqu'il a été pris en considération, le *contenu* apparaissant à l'écran, et donc la nature même de l'activité, exerçait une influence sur les taux de mélatonine ou sur la fatigue, qu'il s'agisse de regarder un film (Cajochen *et al.*, 2011), de jouer à un jeu vidéo (Higuchi *et al.*, 2003, 2005), ou utiliser son propre compte pour consulter un RSN (Bowler & Bourke, 2019). Cette influence du contenu pourrait même dépasser l'importance de la lumière émise par les écrans (Higuchi *et al.*, 2005).

Des recherches complémentaires semblent donc nécessaires pour mieux comprendre les potentielles influences de (l'historique de) l'intensité lumineuse ambiante ou de l'écran lorsque celui-ci est consulté, de la durée et du moment d'exposition, des variables individuelles (notamment l'âge, la façon dont le corps s'adapte dans la durée,

etc.), ainsi que du contenu. Cependant, ces premiers éléments semblent appeler à la nuance lorsque l'on envisage la lumière bleue émise par les écrans comme étant, en soi, une caractéristique qui influencerait négativement le sommeil de nos ados. Dès lors, il paraît nécessaire de nuancer et d'ouvrir la réflexion, en s'intéressant à d'autres hypothèses explicatives, ce qui fera l'objet d'une seconde note concernant les liens entre RSN et sommeil à l'adolescence. Par ailleurs, outre des facteurs qui pourraient être mieux compris et étudiés à l'avenir, les recherches identifiées pour la rédaction de la présente note souffrent de plusieurs limites importantes à prendre en considération.

Limites des recherches sur l'effet de la lumière bleue émise par les écrans

Une première limite importante est que ces recherches diffèrent sur plusieurs aspects, qu'il s'agisse de la façon dont la lumière bleue a été produite, des conditions expérimentales, ou des mesures effectuées. Ces différences peuvent notamment expliquer les résultats contradictoires observés.

S'agissant de la production de lumière bleue, de multiples écrans ont été utilisés : écrans d'ordinateurs LED, écrans d'ordinateurs cathodiques, tablettes, smartphones... De plus, différents filtres à lumière bleue ont été utilisés (lentilles, lunettes, applications...), de sorte qu'il soit complexe d'évaluer le rôle de ces différences matérielles dans les résultats obtenus. Par ailleurs, et peut-être plus problématique, cela était parfois également le cas au sein d'une même recherche, rendant les conditions comparées... moins comparables. En effet, dans certains cas, il est impossible de savoir si les résultats observés dans une de ces études sont dus à la manipulation expérimentale – lumière bleue *versus* pas de lumière bleue – ou au contexte expérimental. Par exemple, dans l'étude de Cajochen et ses collègues (2011), les écrans différaient en termes de lumière bleue, mais également d'autres caractéristiques.

Dans certaines recherches, ce ne sont pas seulement les différences de matériel, mais c'est aussi la façon dont l'expérience a été pensée qui peut induire une confusion entre la manipulation expérimentale et d'autres éléments. Par exemple, Chang et ses collègues (2015) ont comparé une condition dans laquelle les personnes lisaient un livre sur un support papier dans une pièce avec éclairage tamisé en le tenant comme bon leur semblait, avec condition où il était lu sur un support électronique placé à une distance fixe, sans pouvoir le tenir, mélangeant des effets possiblement dus à l'écran et ceux dus à l'inconfort de lecture. Dans leur étude, Figueiro & Overington (2016) ne rapportent pas avoir contrebalancé l'ordre des conditions (*i.e.*, une partie des personnes qui auraient retiré les lunettes filtrantes le premier jour et les auraient conservées le second, et une autre partie des personnes qui les auraient conservées le



premier jour et les auraient conservées le second, et une autre partie des personnes qui les auraient conservées le

premier jour et les auraient retirées le second), si bien qu'il est impossible de savoir si les différences observées sont dues au port de lunettes filtrant la lumière bleue, ou à des caractéristiques propres au déroulement de la journée (et notamment la lumière du jour, dont on a vu qu'elle pouvait être un élément pertinent). Dans leur recherche, Bowler & Bourke (2019) laissent les participant·e·s rester la durée de leur choix sur la tablette (pour autant que ce soit 15-30 minutes). De ce fait, le temps passé (et donc la durée d'exposition) varie d'un·e participant·e à l'autre, notamment en fonction de la pertinence du compte. Cela entraîne une différence de temps d'exposition entre les conditions comparées (temps d'exposition dont on a vu qu'il pouvait être aussi un élément d'influence du lien entre lumière bleue des écrans et sommeil). De leur côté, Figueiro *et al.* (2011) ainsi que Wood et collègues (2013), laissent les personnes vaquer aux tâches de leur choix dans les différentes conditions, ne permettant pas de différencier ce qui est imputable à l'écran et ce qui est spécifique à la tâche exécutée, alors que le contenu semble, lui aussi, être très important pour la question qui nous occupe. Enfin, van der Lely *et al.* (2015) utilisent des lunettes dont la différence est perçue par les participants. En effet, les lunettes utilisées différaient au niveau de leur teinte et de leur intensité lumineuse, et les participants ont indiqué avoir moins porté les lunettes qui filtraient la lumière bleue. Ces différences rendent, par exemple, difficile d'évaluer si les différences observées étaient dues à l'absence de lumière bleue, ou à un inconfort visuel lorsque les participants portaient ces lunettes.

Concernant les mesures réalisées, à nouveau, des différences sont observées autant concernant celles de la mélatonine (qui est mesurée par des échantillons de salive, de sang, d'urine... en fonction de la recherche) que celles de la fatigue ou des caractéristiques du sommeil (questionnaires auto-rapportés différents, mesures objectives à l'aide d'un actimètre, d'un accéléromètre, d'électroencéphalogrammes...), ajoutant encore de la confusion dans ce qui peut être à l'origine des inconsistances rapportées.

Une seconde limite importante concerne ce qui s'appelle la « validité externe » (ou « validité écologique ») de ces recherches. Cela fait référence à la mesure dans laquelle une recherche est suffisamment proche de la réalité du quotidien que pour permettre des conclusions qui sont généralisables en-dehors du contexte expérimental (Wikipedia, 2024b). Face à la nécessité de contrôler une série de caractéristiques de la lumière bleue émise (afin de conserver des conditions qui sont comparables), certains contextes peuvent questionner quant à leur validité écologique (Heath *et al.*, 2014). C'est le cas déjà cité des recherches qui utilisent un support électronique positionné à une distance fixe de l'œil, sans possibilité d'ajustement pour les personnes qui participent à l'étude (Chang *et al.*, 2015; Green *et al.*, 2017; Heo *et al.*, 2017). Autre exemple, il est parfois impossible pour les personnes



d'ajuster la luminosité de l'écran à leurs besoins (Bowler & Bourke, 2019; Cajochen *et al.*, 2011; Chang *et al.*, 2015; Figueiro *et al.*, 2011; Grønli *et al.*, 2016; Heath *et al.*, 2014; Nagare *et al.*, 2019; van der Lely *et al.*, 2015; Wood *et al.*, 2013) ; elles doivent, dans certaines de ces recherches, regarder un écran avec sa luminosité maximale dans une pièce faiblement, voire pas du tout, éclairée. Il est plus que probable que cela entraîne pour les personnes un inconfort important (qui lui-même s'ajoute comme facteur confondant, voir ci-avant) et est une situation probablement peu ou pas rencontrée par les ados dans leur quotidien, questionnant la pertinence des résultats observés quand on se rapporte aux enjeux de la vie de tous les jours.

Ces observations pourraient peut-être d'autant plus justifier l'importance de prendre en compte d'autres éléments que la seule lumière bleue. En effet, si ces résultats contradictoires étaient effectivement le fruit de variations dans le

matériel utilisé, dans les mesures, ou dans les conditions expérimentales, alors cela pourrait signifier que l'importance de la seule lumière bleue artificielle émise par les écrans est relativement faible, puisque influencée par ces facteurs externes.

Enfin, deux éléments plus statistiques sont problématiques dans beaucoup des recherches recensées. D'une part, plusieurs de ces recherches réalisent des comparaisons multiples (par exemple, vérifier l'effet de la manipulation dans des analyses séparées sur la mélatonine, sur l'heure d'endormissement, sur la durée totale de sommeil... ou comparer les taux de mélatonine à de multiples moments de l'expérience), sans rapporter de corrections statistiques

appropriées, telles que la correction de Bonferroni. Sans entrer dans trop de détails, ne pas utiliser ce type de correction augmente artificiellement la probabilité de trouver des résultats statistiquement significatifs, de sorte qu'il devient complexe de savoir si les différences observées sont liées à la manipulation expérimentale ou au hasard d'avoir mené plusieurs analyses à la recherche de résultats (Wikipedia, 2024a). Cette absence de correction est d'autant plus dommageable dans un contexte où une manipulation donnée (*i.e.* l'émission de lumière bleue artificielle par un écran) donne des résultats contradictoires sur des mesures différentes (*e.g.*, dans une recherche, le sommeil paradoxal est modifié, dans une autre recherche, c'est le seul à ne pas l'être), puisque cela amène plus encore à prendre ces résultats avec beaucoup de pincettes.

D'autre part, la taille d'échantillon, c'est-à-dire le nombre de personnes étudiées au sein d'une recherche, pose question. En effet, bon nombre de ces recherches expérimentales n'ont été réalisées qu'auprès de quelques personnes, entre une dizaine (voire même moins) et une vingtaine (Bowler & Bourke, 2019; Cajochen *et al.*, 2011; Chang *et al.*, 2015; Figueiro *et al.*, 2011; Figueiro & Overington, 2016; Green *et al.*, 2017; Grønli *et al.*, 2016; Heath *et al.*, 2014; Hébert *et al.*, 2002; Heo *et al.*, 2017; Higuchi *et al.*, 2003, 2005; Nagare *et al.*, 2019; Rångtjell *et al.*, 2016; van der Lely *et al.*, 2015; Wood *et al.*, 2013).

Si le fait d'avoir des procédures qui font qu'une personne passe par toutes les conditions permet de diminuer le nombre de personnes nécessaires, ces études semblent tout de même ne pas disposer d'une puissance suffisante (*i.e.*, pas assez de participant-e-s par rapport à la taille de l'effet potentiel). Plusieurs de ces équipes de recherche reconnaissent cette limite dans leur publication, mais souvent pour justifier l'absence de significativité statistique de certains résultats. Et, en effet, le fait d'avoir un groupe de personnes sous-dimensionné diminue la probabilité d'obtenir des différences statistiquement significatives, puisque les chances de découvrir des effets qui sont réellement présents sont plus basses. Cela étant, ce n'est pas la seule conséquence. Une autre conséquence est qu'une puissance insuffisante diminue également la probabilité qu'un résultat statistiquement significatif reflète un véritable effet (Button *et al.*, 2013). Sans tomber dans le scepticisme absolu, le fait que la plupart de ces recherches aient une taille d'échantillon aussi faible, en plus de présenter d'autres biais (biais de publication⁶, problèmes méthodologiques évoqués ci-avant, contexte de panique morale concernant les écrans...), appelle à la plus grande prudence quant à la fiabilité des résultats rapportés (Ioannidis, 2005). C'est d'autant plus le cas que, parmi les recherches identifiées, seules deux exceptions notables se sont intéressées à une centaine ou plus d'adolescent-e-s (Duraccio *et al.*, 2021; Hersh *et al.*, 2015) sans résultat probant. L'une n'a pas trouvé d'effet entre les trois groupes comparés (sauf à sélectionner *a posteriori* les plus grands dormeurs), et l'autre n'a trouvé aucun effet sur la variable étudiée (à savoir les variations des taux de mélatonine).



⁶ Le biais de publication fait référence à la tendance pour un groupe de recherche à ne publier que les études pour lesquelles des résultats positifs ont été obtenus (Wikipedia, 2024c).



Conclusion de la partie 1

En conclusion, outre les limites importantes de la recherche à l'heure actuelle concernant la question des liens entre lumière bleue et sommeil des ados, les résultats obtenus et qui sont relativement inconsistants, voire parfois contradictoires, nous invitent à la prudence. Il semblerait qu'il soit nécessaire d'aller plus loin que l'hypothèse un peu simpliste qui postule que la lumière bleue qui émane des écrans suffit, à elle seule et en toutes circonstances, à modifier les taux de mélatonine, modification qui entraînerait de façon tout aussi directe et inéquivoque des difficultés de sommeil.

Les taux de mélatonine semblent être, eux-mêmes, influencés par de multiples facteurs (Claustrat *et al.*, 2005; Deacon & Arendt, 1994; Knight *et al.*, 2005; Peuhkuri *et al.*, 2012) autres que l'âge déjà évoqué, tels que la pratique d'exercices physiques, la posture, l'alimentation, la prise de substances, l'activité nocturne, le surpoids... Certains auteurs remettent d'ailleurs en question cette vision de la mélatonine comme hormone du sommeil (Foster, 2021). Un des arguments proposés consiste à mettre en avant, chez les humains, les circonstances durant lesquelles mélatonine et sommeil ne semblent pas liés. Par exemple, la qualité du sommeil des personnes dont le corps n'est plus en mesure de produire de la mélatonine (p.ex., certaines personnes tétraplégiques) est semblable à celle de personnes qui ne rencontrent pas cette difficulté (p.ex., certaines personnes paraplégiques). Autre exemple, la supplémentation en mélatonine chez les personnes qui en manquent (p.ex., les personnes âgées) ne semble pas suffisante pour améliorer les difficultés du sommeil observées. Un autre argument provient des études sur les animaux, dans lesquelles l'ablation (*i.e.*, le retrait) de la glande productrice de mélatonine, par ex. chez les rongeurs, ne semble pas influencer le rythme de sommeil.

Le sommeil reste un phénomène très complexe, lié à de très nombreux facteurs. Il semble donc nécessaire d'intégrer cette complexité dans les réflexions sur la question qui nous occupe. D'ailleurs, une revue de la littérature publiée récemment abondait dans le sens d'un besoin de plus de complexité lorsqu'il s'agit de considérer le lien entre sommeil et utilisation de la technologie (Bauducco *et al.*, 2024), avançant l'idée que l'hypothèse de la lumière bleue n'est pas la plus probante. C'est également la conclusion d'un très récent panel d'expert-e-s multidisciplinaires réuni-e-s par la Fondation nationale pour le sommeil (*National Sleep Foundation*) aux États-Unis dans le but d'identifier ce qui fait consensus parmi les facteurs possiblement associés au sommeil durant les différentes phases de la vie sur base de la littérature scientifique actuelle (Hartstein *et al.*, 2024). Outre les facteurs identifiés dans la présente note, qui semblent aussi importants à prendre en considération, d'autres éléments psychologiques ou comportementaux qui concernent la consultation des écrans par nos ados semblent nécessaires à étudier. Ces éléments feront l'objet d'une seconde note.

Bibliographie

- Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation (Anses). (2019). *Effets sur la santé humaine et sur l'environnement (faune et flore) des diodes électroluminescentes (LED). October*, 1-458.
- Baker, A. E., & McMakin, D. L. (2024). Sleep and Neuroaffective Development From Early to Late Adolescence. *Annual Review of Developmental Psychology*. <https://doi.org/10.1146/annurev-devpsych-010923-093914>
- Bauducco, S., Pillion, M., Bartel, K., Reynolds, C., Kahn, M., & Gradisar, M. (2024). A bidirectional model of sleep and technology use : A theoretical review of How much, for whom, and which mechanisms. *Sleep Medicine Reviews*, 76, 101933. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2024.101933>
- Boivin, D. B., Duffy, J. F., Kronauer, R. E., & Czeisler, C. A. (1996). Dose-response relationships for resetting of human circadian clock by light. *Nature*, 379(6565), 540-542. <https://doi.org/10.1038/379540a0>
- Bouwman, M. E. J., Bos, E. H., Booij, S. H., Van Faassen, M., Oldehinkel, A. J., & De Jonge, P. (2015). Intra- and inter-individual variability of longitudinal daytime melatonin secretion patterns in depressed and non-depressed individuals. *Chronobiology International*, 32(3), 441-446. <https://doi.org/10.3109/07420528.2014.973114>
- Bowler, J., & Bourke, P. (2019). Facebook use and sleep quality : Light interacts with socially induced alertness. *British Journal of Psychology*, 110(3), 519-529. <https://doi.org/10.1111/bjop.12351>
- Brainard, G. C., Hanifin, J. P., Greeson, J. M., Byrne, B., Glickman, G., Gerner, E., & Rollag, M. D. (2001). Action Spectrum for Melatonin Regulation in Humans : Evidence for a Novel Circadian Photoreceptor. *The Journal of Neuroscience*, 21(16), 6405-6412. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.21-16-06405.2001>
- Bues, M., Pross, A., Stefani, O., Frey, S., Anders, D., Späti, J., Wirz-Justice, A., Mager, R., & Cajochen, C. (2012). LED-backlit computer screens influence our biological clock and keep us more awake. *Journal of the Society for Information Display*, 20(5), 266-272. <https://doi.org/10.1889/JSID20.5.266>
- Button, K. S., Ioannidis, J. P. A., Mokrysz, C., Nosek, B. A., Flint, J., Robinson, E. S. J., & Munafò, M. R. (2013). Power failure : Why small sample size undermines the reliability of neuroscience. *Nature Reviews Neuroscience*, 14(5), 365-376. <https://doi.org/10.1038/nrn3475>
- Cajochen, C., Frey, S., Anders, D., Späti, J., Bues, M., Pross, A., Mager, R., Wirz-Justice, A., & Stefani, O. (2011). Evening exposure to a light-emitting diodes (LED)-backlit computer screen affects circadian physiology and cognitive performance. *Journal of Applied Physiology*, 110(5), 1432-1438. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00165.2011>
- Cajochen, C., Münch, M., Kobialka, S., Kräuchi, K., Steiner, R., Oelhafen, P., Orgül, S., & Wirz-Justice, A. (2005). High Sensitivity of Human Melatonin, Alertness, Thermoregulation, and Heart Rate to Short Wavelength Light. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 90(3), 1311-1316. <https://doi.org/10.1210/jc.2004-0957>
- 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. <https://doi.org/10.1073/pnas.1418490112>
- Chang, A.-M., Scheer, F. A. J. L., Czeisler, C. A., & Aeschbach, D. (2013). Direct Effects of Light on Alertness, Vigilance, and the Waking Electroencephalogram in Humans Depend on Prior Light History. *Sleep*, 36(8), 1239-1246. <https://doi.org/10.5665/sleep.2894>
- Cipolla-Neto, J., & Amaral, F. G. D. (2018). Melatonin as a Hormone : New Physiological and Clinical Insights. *Endocrine Reviews*, 39(6), 990-1028. <https://doi.org/10.1210/er.2018-00084>
- Claustrat, B., Brun, J., & Chazot, G. (2005). The basic physiology and pathophysiology of melatonin. *Sleep Medicine Reviews*, 9(1), 11-24. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2004.08.001>
- Cohen, S. (2002). *Folk devils and moral panics : The creation of the Mods and Rockers* (3rd ed). Routledge.
- Coleman, L., & Coleman, J. (2002). The measurement of puberty : A review. *Journal of Adolescence*, 25(5), 535-550. <https://doi.org/10.1006/jado.2002.0494>
- Colver, A., & Longwell, S. (2013). New understanding of adolescent brain development : Relevance to transitional healthcare for young people with long term conditions. *Archives of Disease in Childhood*, 98(11), 902-907. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2013-303945>
- Crowley, S. J., Cain, S. W., Burns, A. C., Acebo, C., & Carskadon, M. A. (2015). Increased Sensitivity of the Circadian System to Light in Early/Mid-Puberty. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 100(11), 4067-4073. <https://doi.org/10.1210/jc.2015-2775>
- Cutando, A., López-Valverde, A., Arias-Santiago, S., Vicente, J. D., & Diego, R. G. D. (2012). Role of Melatonin in Cancer Treatment. *ANTICANCER RESEARCH*.
- Deacon, S., & Arendt, J. (1994). Posture influences melatonin concentrations in plasma and saliva in humans. *Neuroscience Letters*, 167(1-2), 191-194. [https://doi.org/10.1016/0304-3940\(94\)91059-6](https://doi.org/10.1016/0304-3940(94)91059-6)
- Dienlin, T., & Johannes, N. (2020). The impact of digital technology use on adolescent well-being. *Dialogues in clinical neuroscience*, 22(2), 135-142. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2020.22.2/dienlin>
- Duraccio, K. M., Zaugg, K. K., Blackburn, R. C., & Jensen, C. D. (2021). Does iPhone night shift mitigate negative effects of smartphone use on sleep outcomes in emerging adults? *Sleep Health*, 7(4), 478-484. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2021.03.005>
- Emmanuelli, M. (2021). *L'adolescence* (4e éd). Que sais-je ?
- Figueiro, M. G., & Overington, D. (2016). Self-luminous devices and melatonin suppression in adolescents. *Lighting Research & Technology*, 48(8), 966-975. <https://doi.org/10.1177/1477153515584979>

- Figueiro, M. G., Wood, B., Plitnick, B., & Rea, M. S. (2011). The impact of light from computer monitors on melatonin levels in college students. *Neuroendocrinology Letters*, 32(2), 158-163.
- Foster, R. G. (2021). Melatonin. *Current Biology*, 31(22), R1456-R1458. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.10.029>
- Galland, O. (2001). Adolescence, post-adolescence, jeunesse : Retour sur quelques interprétations. *Revue Française de Sociologie*, 42(4), 611. <https://doi.org/10.2307/3322734>
- Green, A., Cohen-Zion, M., Haim, A., & Dagan, Y. (2017). Evening light exposure to computer screens disrupts human sleep, biological rhythms, and attention abilities. *Chronobiology International*, 34(7), 855-865. <https://doi.org/10.1080/07420528.2017.1324878>
- Gringras, P., Middleton, B., Skene, D. J., & Revell, V. L. (2015). Bigger, Brighter, Bluer-Better? Current Light-Emitting Devices – Adverse Sleep Properties and Preventative Strategies. *Frontiers in Public Health*, 3. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2015.00233>
- Grønli, J., Byrkjedal, I. K., Bjorvatn, B., Nødtvedt, Ø., Hamre, B., & Pallesen, S. (2016). Reading from an iPad or from a book in bed: The impact on human sleep. A randomized controlled crossover trial. *Sleep Medicine*, 21, 86-92. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2016.02.006>
- 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. <https://doi.org/10.1159/000216538>
- Hamilton, N. A., Nelson, C. A., Stevens, N., & Kitzman, H. (2007). Sleep and psychological well-being. *Social Indicators Research*, 82(1), 147-163. <https://doi.org/10.1007/s11205-006-9030-1>
- Hartstein, L. E., Mathew, G. M., Reichenberger, D. A., Rodriguez, I., Allen, N., Chang, A.-M., Chaput, J.-P., Christakis, D. A., Garrison, M., Gooley, J. J., Koos, J. A., Van Den Bulck, J., Woods, H., Zeitzer, J. M., Dzierzewski, J. M., & Hale, L. (2024). The impact of screen use on sleep health across the lifespan: A National Sleep Foundation consensus statement. *Sleep Health*, 10(4), 373-384. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2024.05.001>
- Heath, M., Sutherland, C., Bartel, K., Gradisar, M., Williamson, P., Lovato, N., & Micic, G. (2014). Does one hour of bright or short-wavelength filtered tablet screenlight have a meaningful effect on adolescents' pre-bedtime alertness, sleep, and daytime functioning? *Chronobiology International*, 31(4), 496-505. <https://doi.org/10.3109/07420528.2013.872121>
- Hébert, M., Martin, S. K., Lee, C., & Eastman, C. I. (2002). The effects of prior light history on the suppression of melatonin by light in humans. *Journal of Pineal Research*, 33(4), 198-203. <https://doi.org/10.1034/j.1600-079X.2002.01885.x>
- Heo, J.-Y., Kim, K., Fava, M., Mischoulon, D., Papakostas, G. I., Kim, M.-J., Kim, D. J., Chang, K.-A. J., Oh, Y., Yu, B.-H., & Jeon, H. J. (2017). Effects of smartphone use with and without blue light at night in healthy adults: A randomized, double-blind, cross-over, placebo-controlled comparison. *Journal of Psychiatric Research*, 87, 61-70. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2016.12.010>
- Hersh, C., Sisti, J., Richiutti, V., & Schernhammer, E. (2015). The effects of sleep and light at night on melatonin in adolescents. *Hormones*, 14(3), 399-409. <https://doi.org/10.14310/horm.2002.1573>
- Higuchi, S., Motohashi, Y., Liu, Y., Ahara, M., & Kaneko, Y. (2003). Effects of VDT tasks with a bright display at night on melatonin, core temperature, heart rate, and sleepiness. *Journal of Applied Physiology*, 94(5), 1773-1776. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00616.2002>
- Higuchi, S., Motohashi, Y., Liu, Y., & Maeda, A. (2005). Effects of playing a computer game using a bright display on presleep physiological variables, sleep latency, slow wave sleep and REM sleep. *Journal of Sleep Research*, 14(3), 267-273. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2005.00463.x>
- Huerre, P., Pagan-Reymond, M., & Reymond, J.-M. (2003). *L'adolescence n'existe pas*. Odile Jacob.
- Illingworth, G. (2020). The challenges of adolescent sleep. *Interface Focus*, 10(3), 20190080. <https://doi.org/10.1098/rsfs.2019.0080>
- Ioannidis, J. P. A. (2005). Why Most Published Research Findings Are False. *PLoS Medicine*, 2(8), e124. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0020124>
- Knight, J. A., Thompson, S., Raboud, J. M., & Hoffman, B. R. (2005). Light and Exercise and Melatonin Production in Women. *American Journal of Epidemiology*, 162(11), 1114-1122. <https://doi.org/10.1093/aje/kwi327>
- LeBourgeois, M. K., Hale, L., Chang, A.-M., Akacem, L. D., Montgomery-Downs, H. E., & Buxton, O. M. (2017). Digital Media and Sleep in Childhood and Adolescence. *Pediatrics*, 140(Supplement_2), S92-S96. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-1758J>
- Lissak, G. (2018). Adverse physiological and psychological effects of screen time on children and adolescents: Literature review and case study. *Environmental Research*, 164, 149-157. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.015>
- Média Animation. (2020). *Génération 2020: Les jeunes et les pratiques numériques* [Brochure]. https://media-animation.be/IMG/pdf/20211012_g2020_eam_pdfweb.pdf
- Média Animation. (2024). *#Génération 2024: Les jeunes et les pratiques numériques* [Brochure]. <https://generation2024.be/wp-content/uploads/2024/06/Publication-resultats-GENE2024-DEF-V2.pdf>
- Minotte, P. (2020). *Adolescence, médias sociaux et santé mentale— Note n° 4 de l'Observatoire « Vies Numériques »*. Centre de Référence en Santé Mentale (CRéSaM).
- Morin, L. P. (1994). The circadian visual system. *Brain Research Reviews*, 19(1), 102-127. [https://doi.org/10.1016/0165-0173\(94\)90005-1](https://doi.org/10.1016/0165-0173(94)90005-1)
- Münch, M., Kobiakka, S., Steiner, R., Oelhafen, P., Wirz-Justice, A., & Cajochen, C. (2006). Wavelength-dependent effects of evening light exposure on sleep architecture and sleep EEG power density in men. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative*

- Physiology*, 290(5), R1421-R1428. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00478.2005>
- Nagare, R., Plitnick, B., & Figueiro, M. (2019). Does the iPad Night Shift mode reduce melatonin suppression? *Lighting Research & Technology*, 51(3), 373-383. <https://doi.org/10.1177/1477153517748189>
- Orben, A. (2020). Teenagers, screens and social media : A narrative review of reviews and key studies. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*. <https://doi.org/10.1007/s00127-019-01825-4>
- Orben, A., & Przybylski, A. K. (2019). The association between adolescent well-being and digital technology use. *Nature Human Behaviour*, 3(2), 173-182. <https://doi.org/10.1038/s41562-018-0506-1>
- Orben, A., & Przybylski, A. K. (2020). Teenage sleep and technology engagement across the week. *PeerJ*, 8, e8427. <https://doi.org/10.7717/peerj.8427>
- Peuhkuri, K., Sihvola, N., & Korpela, R. (2012). Dietary factors and fluctuating levels of melatonin. *Food & Nutrition Research*, 56(1), 17252. <https://doi.org/10.3402/fnr.v56i0.17252>
- Rångtjell, F. H., Ekstrand, E., Rapp, L., Lagermalm, A., Liethof, L., Búcaro, M. O., Lingfors, D., Broman, J.-E., Schiöth, H. B., & Benedict, C. (2016). Two hours of evening reading on a self-luminous tablet vs. Reading a physical book does not alter sleep after daytime bright light exposure. *Sleep Medicine*, 23, 111-118. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2016.06.016>
- Ricketts, E. J., Joyce, D. S., Rissman, A. J., Burgess, H. J., Colwell, C. S., Lack, L. C., & Gradsar, M. (2022). Electric lighting, adolescent sleep and circadian outcomes, and recommendations for improving light health. *Sleep Medicine Reviews*, 64, 101667. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2022.101667>
- Sack, R. L., Lewy, A. J., Erb, D. L., Vollmer, W. M., & Singer, C. M. (1986). Human Melatonin Production Decreases With Age. *Journal of Pineal Research*, 3(4), 379-388. <https://doi.org/10.1111/j.1600-079X.1986.tb00760.x>
- Shechter, A., Quispe, K. A., Mizhquiri Barbecho, J. S., Slater, C., & Falzon, L. (2020). Interventions to reduce short-wavelength ("blue") light exposure at night and their effects on sleep : A systematic review and meta-analysis. *SLEEP Advances*, 1(1), zpaa002. <https://doi.org/10.1093/sleepadvances/zpaa002>
- Silvani, M. I., Werder, R., & Perret, C. (2022). The influence of blue light on sleep, performance and wellbeing in young adults : A systematic review. *Frontiers in Physiology*, 13, 943108. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.943108>
- Smahel, D., Machackova, H., Mascheroni, G., Dedkova, L., Staksrud, E., Ólafsson, K., Livingstone, S., & Hasebrink, U. (2020). *EU Kids Online 2020 : Survey results from 19 countries*. EU Kids Online. <https://doi.org/10.21953/lse.47fdeqj01ofo>
- Souman, J. L., Tinga, A. M., Te Pas, S. F., Van Ee, R., & Vlaskamp, B. N. S. (2018). Acute alerting effects of light : A systematic literature review. *Behavioural Brain Research*, 337, 228-239. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2017.09.016>
- Steiger, A. (2007). Neurochemical regulation of sleep. *Journal of Psychiatric Research*, 41(7), 537-552. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2006.04.007>
- Touitou, Y. (2013). Adolescent sleep misalignment : A chronic jet lag and a matter of public health. *Journal of Physiology-Paris*, 107(4), 323-326. <https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2013.03.008>
- Touitou, Y., Reinberg, A., & Touitou, D. (2017). Association between light at night, melatonin secretion, sleep deprivation, and the internal clock : Health impacts and mechanisms of circadian disruption. *Life Sciences*, 173, 94-106. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2017.02.008>
- van der Lely, S., Frey, S., Garbazza, C., Wirz-Justice, A., Jenni, O. G., Steiner, R., Wolf, S., Cajochen, C., Bromundt, V., & Schmidt, C. (2015). Blue Blocker Glasses as a Countermeasure for Alerting Effects of Evening Light-Emitting Diode Screen Exposure in Male Teenagers. *Journal of Adolescent Health*, 56(1), 113-119. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2014.08.002>
- Von Der Weid, G. (2022). L'adolescence, crise ou trompe-l'œil. *Santé mentale*, 269.
- Walvoord, E. C. (2010). The Timing of Puberty : Is It Changing? Does It Matter? *Journal of Adolescent Health*, 47(5), 433-439. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2010.05.018>
- West, K. E., Jablonski, M. R., Warfield, B., Cecil, K. S., James, M., Ayers, M. A., Maida, J., Bowen, C., Sliney, D. H., Rollag, M. D., Hanifin, J. P., & Brainard, G. C. (2011). Blue light from light-emitting diodes elicits a dose-dependent suppression of melatonin in humans. *Journal of Applied Physiology*, 110(3), 619-626. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01413.2009>
- Wikipedia. (2024a). Bonferroni correction. In *Encyclopédie en ligne*. https://en.wikipedia.org/wiki/Bonferroni_correction
- Wikipédia. (2024). Cristallin. In *Encyclopédie en ligne*. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Cristallin>
- Wikipedia. (2024b). Ecological validity. In *Encyclopédie en ligne*. https://en.wikipedia.org/wiki/Ecological_validity
- Wikipedia. (2024c). Publication bias. In *Encyclopédie en ligne*. https://en.wikipedia.org/wiki/Publication_bias
- Wiktionnaire. (2024). Rétine. In *Dictionnaire en ligne*. <https://fr.wiktionary.org/wiki/r%C3%A9tine>
- Wood, B., Rea, M. S., Plitnick, B., & Figueiro, M. G. (2013). Light level and duration of exposure determine the impact of self-luminous tablets on melatonin suppression. *Applied Ergonomics*, 44(2), 237-240. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2012.07.008>
- Xu, F., Adams, S. K., Cohen, S. A., Earp, J. E., & Greaney, M. L. (2019). Relationship between Physical Activity, Screen Time, and Sleep Quantity and Quality in US Adolescents Aged 16–19. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(9), 1524. <https://doi.org/10.3390/ijerph16091524>
- Zhai, L., Zhang, H., & Zhang, D. (2015). SLEEP DURATION AND DEPRESSION AMONG ADULTS : A META-ANALYSIS OF PROSPECTIVE STUDIES: Research Article: Sleep Duration and Depression. *Depression and Anxiety*, 32(9), 664-670. <https://doi.org/10.1002/da.22386>



Crédits illustrations

- **Introduction**
 - [starline](https://www.freepik.com/free-vector/gray-background-social-networking_952155.htm) / Freepik
 - [freepik](https://www.freepik.com/free-vector/hand-drawn-flat-design-overwhelmed-people-illustration_24202324.htm) / Freepik
 - [storyset](https://www.freepik.com/free-vector/curiosity-people-concept-illustration_30576696.htm) / Freepik
 - [brgfx](https://www.freepik.com/free-vector/children-different-stages_27181963.htm) / Freepik
 - [freepik](https://www.freepik.com/free-vector/insomnia-concept-illustration_9925221.htm) / Freepik
 - [redgreystock](https://www.freepik.com/free-vector/circadian-rhythm-concept-with-tiny-woman-human-...-changes-planet-movement-around-sun-body-natural-daily-rhythms_21458075.htm) / Freepik
 - [freepik](https://www.freepik.com/free-vector/fear-missing-out-concept_9813507.htm) / Freepik
 - [studiogstock](https://www.freepik.com/free-vector/smartphone-device-technology_169535231.htm) / Freepik
 - [Jynto](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Melatonin_molecule_ball.png) / Wikimedia Commons
 - [freepik](https://www.freepik.com/free-vector/flat-person-sleeping-bed-background_4400756.htm) / Freepik
 - [upklyak](https://www.freepik.com/free-vector/girl-bedroom-interior-attic-night_16646696.htm) / Freepik
 - **Réseaux sociaux numériques, écrans et lumière bleue**
 - Créateur d'image / Bing
 - [ucoyxmasayun](https://www.freepik.com/free-vector/play-earn-concept-illustration_26459435.htm) / Freepik
 - [upklyak](https://www.freepik.com/free-vector/young-woman-lying-bed-with-cellphone-hands_21584945.htm) / Freepik
 - [pikisuperstar](https://www.freepik.com/free-vector/flat-university-concept-background_4662914.htm) / Freepik
 - [freepik](https://www.freepik.com/free-vector/character-playing-videogame-concept_7764876.htm) / Freepik
 - [studio4rt](https://www.freepik.com/free-vector/man-waking-up-bed-...-morning-stretching-arms_22676130.htm) / Freepik
 - [freepik](https://www.freepik.com/free-vector/flat-social-media-background-with-mobile-phone_2345686.htm) / Freepik
 - [freepik](https://www.freepik.com/free-vector/insomnia-concept_9884669.htm) / Freepik
 - [vectorjuice](https://www.freepik.com/free-vector/brain-with-digital-circuit-programmer-with-laptop-...-artificial-thinking-process-concept-vector-isolated-illustration_11668759.htm) / Freepik
 - [storyset](https://www.freepik.com/free-vector/sleep-analysis-concept-illustration_16567559.htm) / Freepik
 - Créateur d'image / Bing
- **Discussion**
 - [upklyak](https://www.freepik.com/free-vector/kid-with-dog-mother-walk-summer-city-park_50068177.htm) / Freepik
 - [freepik](https://www.freepik.com/free-vector/social-media-elements-cloud-shape_2404482.htm) / Freepik
- **Conclusion de la partie 1**
 - [vectorjuice](https://www.freepik.com/free-vector/tiny-business-people-with-smartphones-tablet-get-like-notifications-likes-addiction-thumbs-up-dependence-social-media-madness-concept-bright-vibrant-violet-isolated-illustration_10782999.htm) / Freepik
- **Bibliographie**
 - [Marisa Marini](https://pixabay.com/illustrations/ai-generated-books-bookshelves-8266786/) / Pixabay
- **Crédits illustrations**
 - [pikisuperstar](https://www.freepik.com/free-vector/intellectual-property-illustration_10883518.htm) / Freepik
 - [vectorjuice](https://www.freepik.com/free-vector/screen-addiction-abstract-concept-illustration-digital-overload-information-dependence-smartphone-addiction-screen-addicted-mobile-phone-dependence-mental-disorder_10783949.htm) / Freepik
 - [rawpixel.com](https://www.freepik.com/free-vector/illustration-avatar-social-network-concept_3133047.htm) / Freepik
 - [macrovector](https://www.freepik.com/free-vector/bulletin-board-concept-with-notes-symbols-flat-vector-illustration_33770654.htm) / Freepik
 - [rawpixel.com](https://www.freepik.com/free-vector/job-interview-vacancy-candidates-social-networking-workflow_12084779.htm) / Freepik
 - [macrovector](https://www.freepik.com/free-vector/business-chart-isometric-concept_4026505.htm) / Freepik