

Analyse des données scientifiques : effets de l'exposition des enfants et des jeunes aux écrans

Collection

Avis et Rapports

Janvier 2020

Analyse des données scientifiques : effets de l'exposition des enfants et des jeunes aux écrans

Rapport du Haut Conseil de la santé publique

En réponse à la saisine du 1er août 2018 du Directeur général de la santé, le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) a effectué une analyse de la littérature disponible et propose des recommandations.

Les écrans font aujourd'hui partie du quotidien, facilitant une consommation alternant information, apprentissage et distraction, avec une exposition des enfants dès le plus jeune âge. Il existe une explosion des publications d'articles de presse et une augmentation exponentielle des articles scientifiques ces dernières années.

L'analyse de la littérature apporte des éléments contradictoires sur l'effet des écrans sur le développement cognitif de l'enfant, ses apprentissages et sur les troubles de la santé mentale. Les effets sur le sommeil sont établis et sont de plus en plus importants au fur et à mesure que le temps d'utilisation augmente. Ce sont les comportements associés à l'utilisation des écrans qui sont responsables de l'augmentation du surpoids : prises alimentaires augmentées, temps de sommeil réduit et qualité de sommeil altérée. Les chercheurs font état d'un risque significatif lorsque les enfants et les adolescents ont accès à des contenus sexuels et pornographiques, voire violent.

Le HCSP note que les écrans peuvent avoir des effets positifs dans des situations précises. Une grande majorité des études s'accorde à dire que l'accompagnement dans l'utilisation des écrans est l'élément essentiel.

Les recommandations sont basées sur la littérature scientifique et en l'absence de données, sur un consensus d'experts. Le HCSP recommande un accompagnement des enfants à l'utilisation des écrans et l'interdiction des écrans aux enfants de moins de 3 ans, lorsque les conditions d'accompagnement ne sont pas réunies. Avant 5 ans, il est recommandé de ne pas exposer l'enfant à des écrans diffusant des images en 3D. Quel que soit l'âge de l'enfant et de l'adolescent, la présence d'écran(s) dans la chambre est à interdire. Aucun écran ne doit être allumé et/ou utilisé 1h avant l'endormissement. Parmi les autres recommandations une utilisation régulée est nécessaire en trouvant un équilibre entre autorisation et interdiction pour consacrer du temps aux autres activités. Pour les parents et les encadrants, il faut être capable de repérer les signes d'alerte d'une utilisation excessive des écrans et demander aide et conseil à celles et ceux qui connaissent les risques du numérique.

Pour les autorités sanitaires il est notamment proposé de construire un plan national de formation. Celui-ci devrait s'adresser aux enfants et aux adolescents, mais aussi préparer des formateurs pour introduire auprès de l'ensemble des intervenants éducatifs et sociaux les compétences numériques et la problématique des écrans, et notamment dans les programmes de soutien à la parentalité. Développer les possibilités d'accueil de la petite enfance pour éviter que les soulignent le besoin enfants ne soient exposés aux écrans, faute d'autre solution de garde. Enfin, les nombreuses incertitudes scientifiques observées soulignent le besoin important de développer la recherche.

Rapport

Analyse des données scientifiques

Effets de l'exposition des enfants et des jeunes aux écrans

Le Haut Conseil de la santé publique (HCSP) a été saisi par le Directeur général de la santé le 24 octobre 2016 afin d'émettre un avis et des recommandations sur les effets de l'exposition des enfants et des jeunes aux écrans.

Il est demandé au HCSP :

- d'établir une revue de la littérature scientifique sur la définition de la surexposition aux écrans et les risques induits par une surexposition ou surconsommation d'écran sur la santé et le bien-être de l'enfant et des jeunes,
- de réaliser une analyse critique des recommandations françaises et internationales existantes concernant les comportements à adopter en matière d'utilisation des écrans pour prévenir les risques avérés,
- d'émettre de nouvelles recommandations.

Sommaire

I. CONTEXTE DE LA SAISINE	2
I.1. UN SUJET D'ACTUALITE	2
I.2. SITUATION FRANÇAISE	6
I.3. OBJECTIFS	8
II. METHODOLOGIE	10
II.1. REVUE DE LITTERATURE.....	10
<i>II.1.1. Sélection des articles scientifiques</i>	10
<i>II.1.2. Méthode de veille sur les articles publiés entre 2017 et 2019</i>	11
<i>II.1.3. Autres publications</i>	12
II.2. RECOMMANDATIONS NATIONALES ET INTERNATIONALES	12
II.3. AUDITIONS	15
II.4. QUALITE DES ETUDES RETENUES POUR L'AVIS	16
III. SUREXPOSITION – SURCONSOMMATION	17
III.1. DOSE ET EFFET PHYSIQUE ET PHYSIOLOGIQUE CHEZ LES ENFANTS ET LES ADOLESCENTS	17
III.2. DOSE ET EFFET SUR LA SANTE MENTALE DES ENFANTS ET DES ADOLESCENTS	18
III.3. UNE DOSE EXCESSIVE ANNULE-T-ELLE DES EVENTUELS EFFETS BENEFIQUES ?	20
IV. LES RISQUES ET LES EFFETS SUR LA SANTE ET LE BIEN-ETRE DE L'ENFANT DE MOINS DE 6 ANS	21
V. LES RISQUES ET LES EFFETS SUR LA SANTE ET LE BIEN-ETRE DE L'ENFANT	24
V.1. LES RISQUES SUR LA VISION.....	24
<i>V.1.1. Symptômes oculaires et œil sec</i>	25
<i>V.1.2. Myopie</i>	29
<i>V.1.3. Lumière bleue</i>	32

V.1.4. Autres	33
V.1.5. Application des mesures.....	34
V.2. L'AUDITION	36
V.3. LES EFFETS SUR LES FONCTIONS COGNITIVES ET LANGAGIERES (TROUBLES DE L'APPRENTISSAGE)	38
V.3.1. Des associations entre temps d'exposition, développement cognitif et attention	38
V.3.2. De potentiels effets positifs sur l'apprentissage	39
V.3.3. Développement cérébral et exposition aux écrans.....	40
V.4. LES TROUBLES DE LA SANTE MENTALE ET LES CONSEQUENCES SUR LES RELATIONS FAMILIALES ET SOCIALES.....	41
V.4.1. Des risques potentiels.....	41
V.4.2. De possibles bénéfices.....	42
V.5. EFFETS DE L'EXPOSITION ET DE L'USAGE DES ECRANS SUR LE SOMMEIL DU BEBE A L'ADOLESCENT	43
V.5.1. Des effets dépendants du type d'écran	44
V.5.2. Des effets dépendants du genre.....	46
V.5.3. Un usage multi-écrans.....	47
V.6. LES ALTERATIONS PHYSIQUES ET PHYSIOLOGIQUES.....	49
V.6.1. Exposition aux écrans et obésité de l'enfant	49
V.6.2. Relation entre l'exposition aux écrans et l'activité physique.....	50
V.6.3. L'exposition aux écrans et ses effets sur l'alimentation	51
V.7. LES TROUBLES EMOTIONNELS, AFFECTIFS ET BIEN-ETRE.....	51
V.7.1 Effets spécifiques d'internet	52
V.7.2. Effets des réseaux sociaux.....	52
V.7.3. Les jeux vidéo.....	55
V.7.4. Adolescence, pornographie, cyber harcèlement et sexting.....	56
V.8. EFFETS DES ECRANS SUR LES RESULTATS ACADEMIQUES	59
VI. USAGES DES ECRANS	61
VI.1 DES USAGES SOCIALEMENT DIFFERENCIES	61
<i>Comportements parentaux</i>	63
VI.2. UNE "SOCIO-ETHNOLOGIE DES STYLES DE VIE AVEC ECRANS"	63
ANNEXE 1 GROUPE DE TRAVAIL.....	67
ANNEXE 2 RÉFÉRENCES.....	68
ANNEXE 3 RAPPEL SUR LE RYTHME VEILLE-SOMMEIL.....	81

ANALYSE DES DONNEES SCIENTIFIQUES

Le Haut Conseil de la santé publique, à l'instar d'autres instances de santé, se prononce sur les risques des écrans pour les enfants. A partir d'une littérature scientifique et médiatique foisonnante, il présente les effets positifs et négatifs de l'usage des écrans chez les enfants et les adolescents et exprime ses propres recommandations. Selon les modalités de travail du HCSP, une approche pluridisciplinaire est préconisée pour couvrir l'ensemble du développement de l'enfant et les risques liés à un usage abusif des techniques numériques.

I. Contexte de la saisine

I.1. Un sujet d'actualité

Nous ne pouvons faire abstraction de la réalité selon laquelle les écrans font partie du quotidien de la plupart des familles, que ce soit le smartphone, la tablette, la télévision, l'ordinateur ou la console de jeu. Le temps passé à utiliser des écrans par les enfants, et ce de plus en plus jeunes, et les adolescents apparaît excessif et pourrait être responsable de dommages voire de troubles du

développement et de la santé de l'enfant. Les écrans semblent également détourner l'enfant d'autres activités jugées comme fondamentales pour son développement physique, psychologique, neurologique et émotionnel. Entre affirmation populaire, principe de précaution, point de vigilance, bon sens ou résultats scientifiques, il est difficile de se forger un avis objectif et éclairé.

En moins d'un quart de siècle, les nouvelles technologies numériques se sont imposées dans quasiment toutes les actions humaines, à tous les âges de la vie. Dans ce contexte, le terme "écran" évoque globalement une interface entre un observateur passif, ou rendu actif, et un ensemble infini et permanent d'images, de messages, de connaissances, d'émotions, de mises en relation et de stimulations comportementales¹. Du téléviseur des années cinquante à la mise en condition virtuelle, de la projection scénarisée à l'accès illimité à l'internet, les écrans se sont développés sous des aspects multiples (moniteurs d'images privées ou publiques, consoles de jeux, téléphones portables et tablettes, ordinateurs personnels et professionnels, objets connectés), pour des usages variés (apprentissage, information, communication, mise en réseau, distractions, thérapies). Occupant à l'origine un emplacement assigné avec des connexions filaires nombreuses, ces équipements numériques sont devenus nomades grâce à la miniaturisation et la technologie sans fil. L'équipement domestique en écrans de tout type s'est considérablement développé (6,4 en moyenne par famille, Médiamétrie 2016) facilitant une consommation alternant information, apprentissage et distraction. De plus, le succès commercial des jeux audiovisuels pour chaque âge de la vie a donné une dimension nouvelle aux loisirs à domicile. L'intérêt de nombreux acteurs (scientifiques, éducateurs, décideurs, commerciaux, enseignants, familles...) pour l'évolution des usages de ces différents types d'écran associés se traduit par l'explosion des publications d'articles de presse (Figure 1) et de l'augmentation exponentielle des articles scientifiques (Figure 2) ces dernières années.

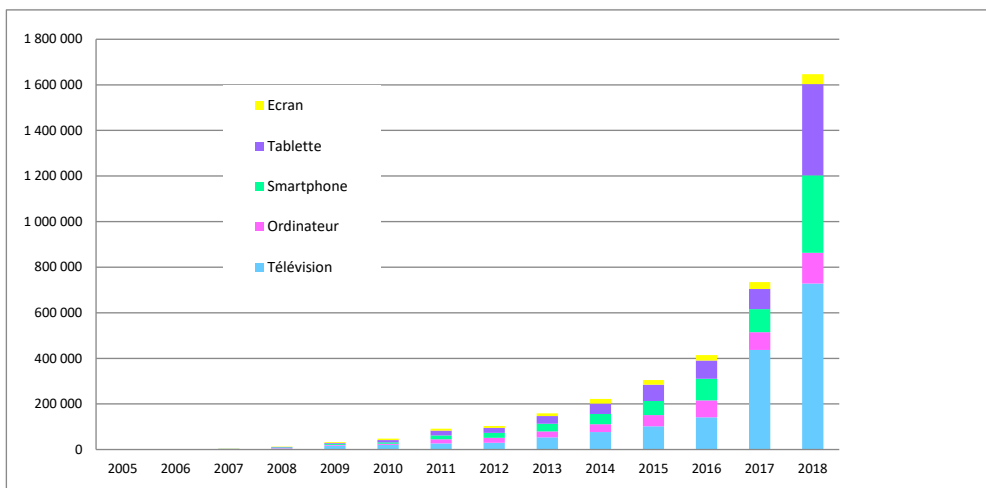


Figure 1 - Évolution du nombre d'articles de presse publiés annuellement de 2005 à 2018 sur le sujet de l'effet de l'utilisation des écrans sur la santé des enfants et des adolescents (source HCSP).

¹ LELLOUCHE, Raphaël (2004)., Théorie de l'écran, Revue Traverse, n°2, Publication du Centre Georges Pompidou

La presse s'est fait l'écho des préoccupations de l'utilisation de plus en plus conséquente des écrans par les jeunes populations. Le nombre d'articles publiés sur le sujet n'était que de 982 en 2005, puis de 103 400 en 2012, 414 700 en 2016 pour atteindre des valeurs de 734 500 en 2017 et de 1 646 500 (Figure 1). Conformément à l'apparition de nouveaux types d'écran et à l'évolution des modes de vie, si la télévision reste l'écran qui fait le plus écrire, les écrans sur support mobile, tablette, ordinateur portable et bien sûr smartphone, font de plus en plus la une des articles. Les articles scientifiques confortent cette évolution avec une littérature foisonnante de 2015 à nos jours (due en particulier aux reviews et aux méta-analyses), avec de plus en plus d'articles distinguant les différents médias (Figure 2).

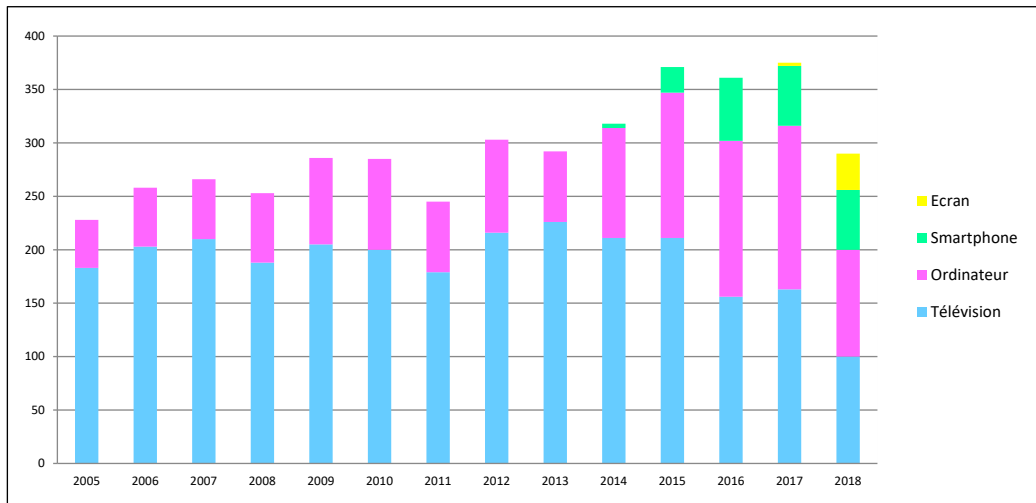


Figure 2 - Évolution du nombre d'articles scientifiques (MeSH) publiés annuellement de 2005 à 2018 sur le sujet de l'effet de l'utilisation des écrans sur la santé des enfants et des adolescents en fonction du type d'écran (source HCSP).

Les transformations sociales face à un usage d'écrans devenu quotidien voire indispensable ont été suffisamment ressenties pour soulever des inquiétudes dans la population générale mondiale et des hypothèses de recherche prospective dans la communauté scientifique. Le terme de surexposition aux écrans est évoqué. Comment la définir ? Les risques sont-ils identiques pour chaque utilisateur ? S'agit-il de risques physiques, psychiques ou sociétaux ? La littérature scientifique a commencé à produire des résultats d'observations, d'interventions et d'enquêtes longitudinales mais leur durée de réalisation et d'analyse n'est pas toujours en phase avec les attentes. L'évolution du nombre de publications classées par grandes catégories d'effets analysés (sommeil, activité physique, développement cognitif, santé, vision, audition et dépression) montre bien que chaque effet fait l'objet d'un intérêt croissant. La santé, étudiée par des indicateurs variés (biologique, psychologique, anthropométrique) et de tout ordre (physique, mentale, social), reste la préoccupation la plus importante (même si elle englobe les autres effets étudiés spécifiquement dans d'autres publications) (Figure 3).

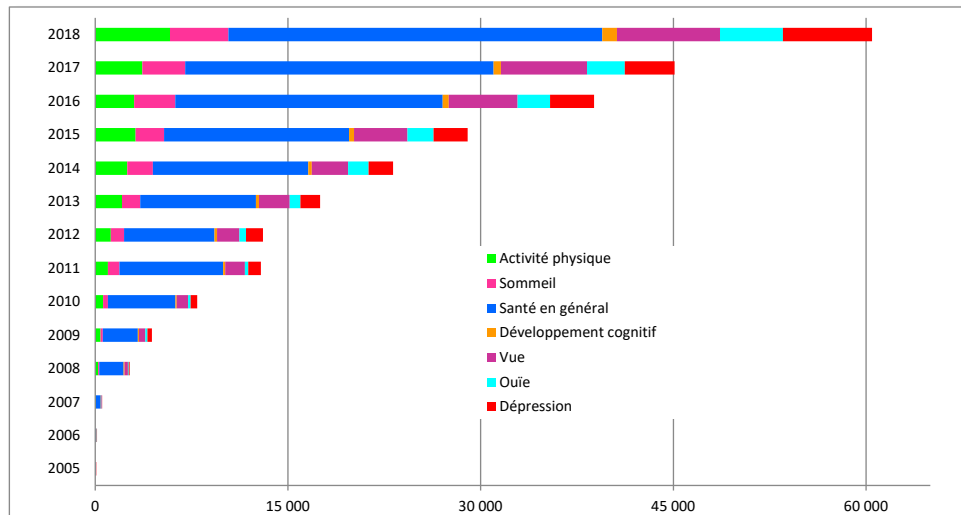


Figure 3 - Évolution du nombre d'articles de presse publiés entre 2005 et 2018 portant sur les effets des écrans sur la santé des enfants en fonction de l'effet étudié (source HCSP).

Les différents écrans ont été le premier objet d'étude avant leurs contenus. Le domaine multiple des communications ubiquitaires (blogs, tchats et réseaux) ayant été investi dans un premier temps par une génération initiée et plutôt jeune, la génération de leurs aînés a tardivement pris conscience des effets des informations spécifiques portées par les écrans. Le développement très rapide du numérique engendre des écarts d'utilisation et d'appréhension générationnels. Les enfants sont exposés aux écrans de plus en plus jeunes, parfois avant l'âge d'un an. Les effets des écrans et les déterminants différenciés de ces effets potentiellement négatifs ou positifs peuvent être liés à l'âge des enfants et des adolescents. Les études scientifiques sont plus nombreuses chez les enfants que chez les adolescents ces 10 dernières années (Figure 4 et 5). Les effets de l'exposition aux écrans sur la santé, le sommeil et l'activité physique (intégrant des données de sédentarité et d'alimentation) sont les effets étudiés quel que soit l'âge. Des études spécifiques aux catégories d'âge sont réalisées sur le développement cognitif de l'enfant et sur la dépression chez l'adolescent.

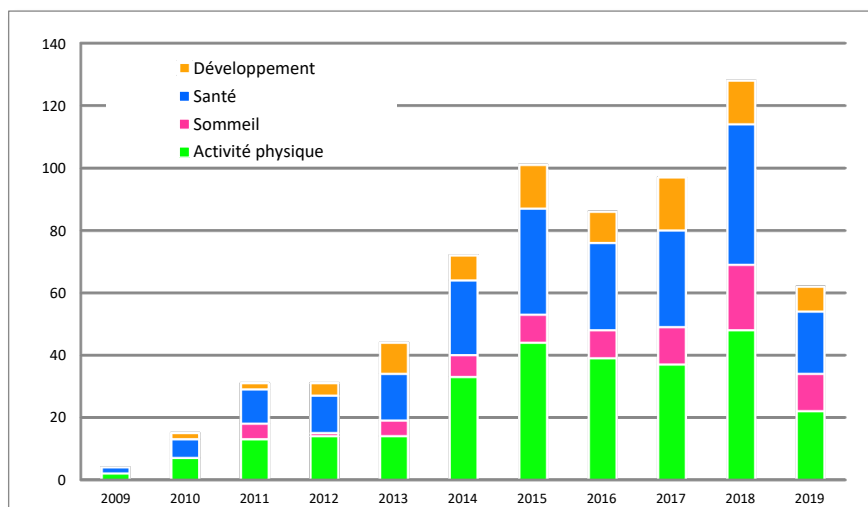


Figure 4 - Évolution du nombre d'articles scientifiques (PubMed) publiés entre 2009 et 2019 portant sur les effets des écrans sur la santé des enfants en fonction de l'effet étudié (source HCSP).

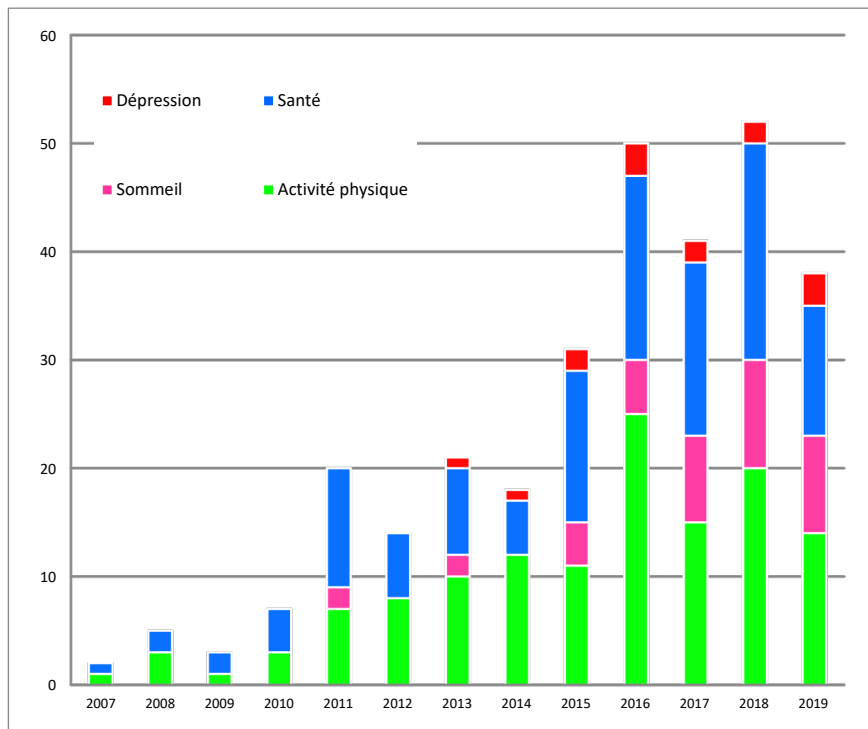


Figure 5 - Évolution du nombre d'articles scientifiques (PubMed) publiés entre 2009 et 2019 portant sur les effets des écrans sur la santé des adolescents en fonction de l'effet étudié (source HCSP).

Depuis une dizaine d'années, des recommandations sur l'usage des écrans sont diffusées en France et dans le monde à l'attention des parents, des éducateurs, des industriels et des éditeurs d'images, des concepteurs de jeux vidéo et des responsables politiques. Appuyées ou non sur des constats identiques en lien avec la littérature scientifique, elles reflètent le même devoir de vigilance à l'échelle mondiale.

I.2. Situation française

Temps d'écran

De nombreux pays ont récemment actualisé leurs recommandations concernant le temps d'écran fixé à moins d'1h pour les enfants de moins de 6 ans et à moins de 2h pour les enfants plus âgés (Angleterre : Department of health and social care, 2011; Australie: Okely et al., 2012; Canada: Tremblay et al., 2011a, 2011b; USA: American Academy of Pediatrics. Committee on Public Education, 2001).

En France, suite au rapport de l'ANSES (2016), les recommandations concernant les comportements sédentaires des enfants et des adolescents sont de :

- limiter la durée quotidienne totale des activités sédentaires en période d'éveil ;
- limiter la durée de chaque activité sédentaire, pour ne pas dépasser 1h en continu pour les moins de 5 ans et 2h pour les 6-17 ans.

Ces recommandations plus spécifiques à l'exposition aux écrans ont été formulées dans le Plan National Nutrition Santé (PNNS) par Santé Publique France (SPF) :

- les enfants de moins de 2 ans ne doivent pas être exposés aux écrans ;
- les enfants entre 2 et 5 ans ne doivent pas être exposés plus d'1h par jour ;
- les enfants entre 6 et 11 ans ne doivent pas être exposés plus de 2h par jour aux écrans de loisirs (temps d'écrans hors temps scolaire).

Nonobstant ces recommandations, les enfants sont exposés aux écrans dès leur plus jeune âge. En 2013, l'étude Nutri-Bébé observe que les nourrissons et les enfants français de **0-3 ans** passent par jour en moyenne 30 minutes jusqu'à 12 mois, puis 50 minutes à 24-29 mois et près d'une heure à 30-35 mois (Le Heuzey and Turberg-Romain, 2015).

Le rapport de l'étude ELFE de 2018 concernant les activités physiques et l'usage des écrans à l'âge de 2 et 3,5 ans des enfants faisait également état d'exposition des enfants aux écrans dès le plus jeune âge. Ainsi, dès 2 ans 28% des parents déclaraient que leur enfant jouait sur un ordinateur ou une tablette 1 à 2 fois par semaine, 10% que l'enfant jouait quotidiennement sur un smartphone, 6,6% que l'enfant jouait occasionnellement sur une console de jeux et 67,7% que leur enfant regardait quotidiennement la télévision (Gassama et al., 2018). A l'âge de 3,5 ans, ces proportions augmentaient pour atteindre 13,1% qui déclaraient que l'enfant jouait au moins 1 fois par semaine sur un ordinateur, 49,9% qu'il utilisait une tablette, 16,4% qu'il jouait sur un smartphone au moins 1 fois par semaine, 8% qu'il jouait sur une console et que plus de 40% déclaraient que leur enfant regardait la télévision plus de 30 minutes par jour en semaine et 37,6% en week-end.

Pour les enfants plus âgés, les données de comportement sédentaire, caractérisé par le temps passé devant les écrans, des enfants et des adolescents proviennent essentiellement des études INCA 3 (ANSES, 2017) et Esteban (SFP, 2017). Dans ces travaux, le temps de sédentarité était mesuré par le temps passé devant un écran, d'ordinateur ou de télévision. Ces deux études apportent des chiffres clés illustrant bien la situation. Elles ont observé que globalement les enfants (3-17 ans) passaient en moyenne **3h par jour** devant les écrans. Ce temps d'écran était plus élevé chez les garçons que chez les filles et augmentait avec l'âge. La proportion d'enfants passant **plus de 7 h par jour** devant un écran était stable entre 3 et 10 ans (environ 2%), mais était multipliée par cinq chez les adolescents de 11 à 14 ans (11%) et à nouveau par deux chez ceux de 15 à 17 ans (23%, soit 10 fois plus que chez les moins de 10 ans) (ANSES, 2017).

Les enfants âgés de 3-6 ans passaient en moyenne 1h40 devant un écran. Le pourcentage d'enfants passant plus de 3h par jour devant un écran augmentait avec l'avancée en âge : de 50,4% des garçons et 40,2% des filles de 6-10 ans, à 72,5 % des garçons et 67,8% des filles de 11-14 ans, pour atteindre 87,1% des garçons et 71% des filles de 15-17 ans.

Les types d'écran et leur usage

D'après les données du baromètre du numérique publié en 2018 par l'Autorité de régulation des communications électroniques et des Postes (ARCEP), le Conseil général de l'économie (CGE) et l'Agence du Numérique, environ 83% des 13-17 ans possédaient un smartphone. La télévision restait le média préféré pour les moins de 13 ans. Les 7-12 ans utilisaient plus les applications sur leur

smartphone et les 13-19 ans ont un usage très diversifié de leur smartphone (réseaux sociaux, messagerie, musique, photos) (Ipsos Enquête 2018²).

La consultation d'internet augmentait et modifiait les comportements vis-à-vis du numérique et donc des écrans (Ipsos Junior's connect, 2017³). Ainsi, les jeunes enfants âgés de 1-6 ans passaient en moyenne 4h37 sur internet par semaine en 2017 contre 2h10 en 2012. Les 7-12 ans passaient en moyenne 6h10 sur le Web par semaine, ce qui représente 45 minutes de plus qu'en 2015. Les 13-19 ans passaient en moyenne 15h11 par semaine sur Internet en 2017, soit 1 h 41 de plus qu'en 2015.

L'enquête Ipsos 2018 observe que la consommation des médias par les jeunes de moins de 20 ans continue de se diversifier, et que si la télévision est toujours le premier équipement du foyer, 24% des 7-12 ans et 84% des 13-19 ans utilisent majoritairement le smartphone. L'utilisation multi-écrans poursuit son augmentation et regarder la télévision à la demande sur ordinateur, tablette ou smartphone est un comportement qui se développe.

Il est important de noter que les dernières enquêtes françaises mettent en avant une utilisation multimodale des écrans (plusieurs écrans utilisés en même temps), très peu étudiée dans les études scientifiques, et personnalisée dans le sens d'une réduction de temps télévision classique contre une augmentation de visionnage à la demande de vidéo ou de films sur internet. En termes de temporalité, les évolutions extrêmement rapides du numérique, des types d'écran et des modes de consommation rendent délicates les interprétations des résultats d'enquêtes et d'études scientifiques. Ce point est fondamental pour considérer que nous manquons encore de recul sur les résultats sur l'effet des écrans sur la santé, le développement cognitif et social de l'enfant et qu'ils doivent être analysés avec précaution et bon sens en prenant en compte ce décalage temporel.

I.3. Objectifs

Le rapport a pour objectif d'identifier les effets positifs ou négatifs de l'exposition et/ou de la consommation des écrans sur la santé de l'enfant (0 à 18 ans). Les niveaux de preuves pour chaque effet ont été établis à partir de la littérature scientifique. La méthodologie GRADE⁴ centrée sur l'évaluation systématique de la qualité des données probantes a été utilisée pour déterminer le niveau de preuve concernant les effets.

Les objectifs poursuivis dans ce travail sont :

- analyser la littérature scientifique sur les effets de l'exposition aux écrans sur la santé des enfants, avec un focus sur les enfants de 0-6 ans,
- identifier les niveaux de preuve pour chacun des effets afin d'émettre un avis tenant compte de l'âge des enfants et des types d'écran,

²<https://www.ipsos.com/fr-fr/junior-connect-2018-jeunes-et-medias-une-consommation-toujours-dynamique-et-diversifiee>

³ <https://www.ipsos.com/fr-fr/junior-connect-2017-les-jeunes-ont-toujours-une-vie-derriere-les-ecrans>

⁴ Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, Kunz R, Falck-Ytter Y, Alonso-Coello P, Schünemann HJ; GRADE Working Group. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ*. 2008 Apr 26;336(7650):924-6. doi: 10.1136/bmj.39489.470347

- formuler des recommandations sur l'exposition et la consommation des écrans par les enfants adressées aux enfants, aux familles, aux éducateurs et aux décideurs.

II. Méthodologie

II.1. Revue de littérature

II.1.1. Sélection des articles scientifiques

En tout premier lieu, afin de circonscrire le champ de la recherche, des groupes de mots-clés pour les écrans, pour les classes d'âge, et pour les effets étudiés (santé physique, santé mentale, développement et addiction) ont été définis.

Des équations de recherche ont été constituées, par exemple : (*adolescent*[MeSH Terms] OR *child*[MeSH Terms] OR "*child, preschool*"[MeSH Terms] OR *infant*[MeSH Terms]) AND (*computers*[MeSH Terms] OR "*computers, handheld*"[MeSH Terms] OR *television*[MeSH Terms] OR "*video games*"[MeSH Terms] OR *internet*[MeSH Terms] OR "*social media*"[MeSH Terms] OR *smartphone*[MeSH Terms]) AND ("*body mass index*"[MeSH Terms] OR *eating*[MeSH Terms] OR "*feeding behavior*"[MeSH Terms] OR *obesity*[MeSH Terms] OR *overweight*[MeSH Terms] OR "*pediatric obesity*"[MeSH Terms] OR "*physical activity*"[MeSH Terms] OR "*appetite regulation*"[MeSH Terms] OR "*body weight*"[MeSH Terms] OR "*healthy lifestyle*"[MeSH Terms]).

Un total de 20 000 références a été trouvé sur Pumed. Compte tenu de ce nombre très élevé, il a été décidé de se restreindre aux méta-analyses et aux revues systématiques datant de moins de 5 ans (Janvier 2015 à Décembre 2018).

Les bases de recherche Pubmed et Cochrane Library ont été utilisées pour identifier les revues systématiques et les méta-analyses concernant l'effet des écrans sur les enfants et les jeunes.

Les articles devaient répondre aux critères suivants pour être inclus dans l'analyse :

- une population dont l'âge est compris entre 0 et 18 ans,
- inclure une étude des facteurs liés aux effets des écrans, mais également des facteurs liés à une plus ou moins grande consommation d'écrans,
- être rédigés en anglais ou en français,
- être une méta-analyse ou une revue systématique,
- dater de moins de 5 ans.

Une recherche par thématique a permis d'obtenir un total de **162 articles**. L'analyse des titres et des résumés a permis d'exclure les articles non pertinents (91 articles), ce qui fait qu'*in fine* 71 articles ont été sélectionnés. Après mise en commun des articles inclus par thématique, 17 articles en double ont été supprimés (mots-clés appartenant à différentes thématiques, comme par exemple : développement et santé mentale).

Le texte intégral des 54 articles restant a été examiné afin de déterminer leur éligibilité, processus qui a abouti à l'exclusion de 12 articles. Il s'agissait de méta-analyses ou de revues systématiques ayant fait l'objet d'une actualisation dans des revues systématiques ou méta-analyses plus récentes. Ainsi, 42 articles étaient éligibles pour l'analyse et 2 revues systématiques supplémentaires ont été identifiées en vérifiant manuellement les listes de référence des recommandations étudiées (Figure 6).

Un total de 44 articles a donc été inclus pour l'analyse.

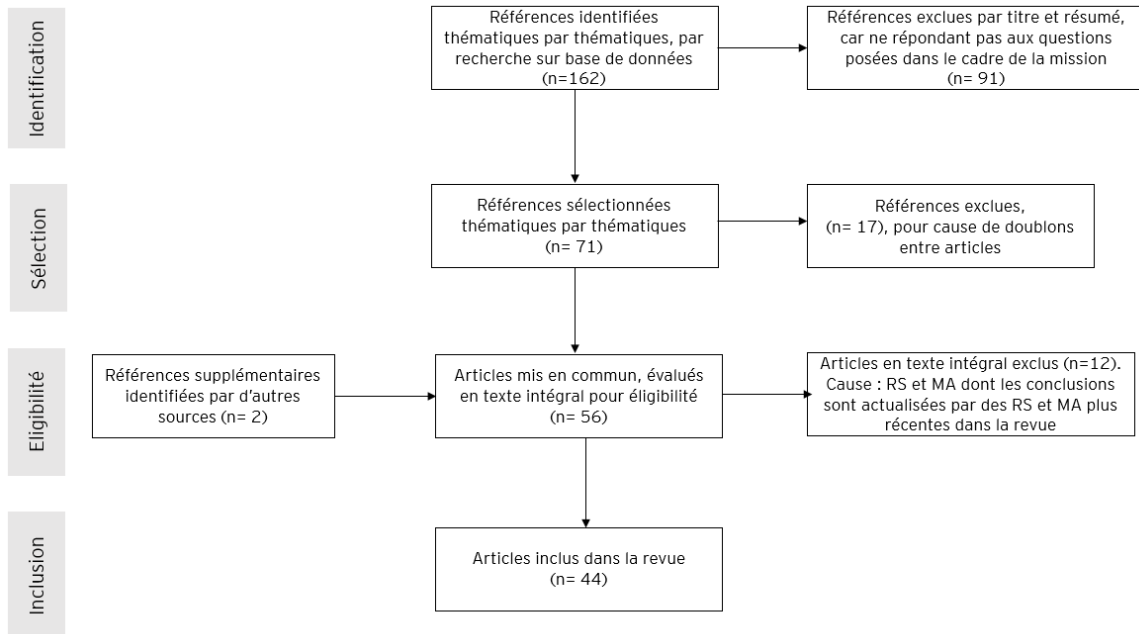


Figure 6 - Diagramme de sélection des revues systématiques et des méta-analyses (source HCSP).

II.1.2. Méthode de veille sur les articles publiés entre 2017 et 2019

Un processus de recherche a été appliqué aux articles analysant les effets des écrans peu étudiés dans les méta-analyses comme la vision et l'audition, par exemple.

Une recherche systématique a été effectuée sur les articles portant principalement sur des cohortes et mettant en évidence toute relation effet / dose liée aux écrans.

Pour ces deux sujets, la recherche a porté sur tous types d'articles datant de moins de 5 ans. La recherche d'articles sur la vision a mené à l'identification de 244 références, dont seulement 8 étaient pertinentes et éligibles pour être incluses dans la revue.

La recherche d'articles relatifs à des études de cohorte ayant mis en évidence une relation dose / effet liée aux écrans a mené à l'identification de 94 références, dont seulement 5 étaient pertinentes et éligibles pour être incluses dans le rapport. Parmi ces 5 articles, 3 étaient des revues systématiques ou méta-analyses déjà incluses dans la revue.

Une veille systématique sur les articles (excluant revue systématique ou méta-analyse) reprenant les mots clés précédents publiés ces deux dernières années (2017-2019) a été réalisée.

- Sur PubMed, un screening a été réalisé à partir de mots-clés (texte/abstract + MeSH terms) et de bornes temporelles (2017-2019).
- MeSH terms : système de métadonnées médicales en langue anglaise concernant la nomenclature en se basant sur l'indexation d'articles.

Mots-clés liés aux enfants / jeunes : infant / child / adolescent / young adult

Mots-clés liés aux écrans : screen time / computer / smartphone / television / internet / social media

Mots-clés liés aux conséquences :

- Surpoids, activité physique, alimentation : body mass index / obesity / physical activity / diet
- Autres problématiques liées à la santé physique : sleep, vision, hearing
- Développement cognitif et apprentissage : child development / cognition / learning / language
- Santé mentale et bien-être : mental health / depression / anxiety / well-being / social relation / social behavior
- Addiction : addictive behavior
- Recommandations : recommendations

Au total, 70 articles répondant aux critères ont été identifiés (dates et sujets). Après lecture attentive des *abstracts* et recherche de doublons, certains articles ne traitant pas directement des effets de l'exposition des enfants aux écrans, **52 articles** ont été inclus dans le présent rapport.

II.1.3. Autres publications

D'autres publications plus récentes ou faisant référence à des données permettant d'expliquer les résultats obtenus par les revues systématiques ou par les méta-analyses ont été ajoutées. Toutes les références incluses sont listées dans le rapport accompagnant cet avis.

II.2. Recommandations nationales et internationales

Pubmed et Cochrane Library ont été utilisés pour identifier les premières recommandations, à l'aide des mêmes mots clés que pour la revue de littérature : mots-clés « écrans », et mots-clés « enfants », associés aux mots-clés « guideline » et « recommandation ».

Ce premier travail a permis d'identifier les recommandations australiennes, canadiennes et américaines.

Une webographie a été réalisée, visant notamment les pays de l'OCDE mais également d'autres pays d'Asie du Sud-Est. En parallèle, une recherche sur les sites internet des ministères de la santé / des organes de santé publique de tous les pays d'Europe a été effectuée. Enfin, des éléments sur les écrans ont été recherchés dans les guidelines de 28 pays européens relatifs à l'activité physique, grâce à un document de synthèse de l'OMS ⁵.

13 recommandations ont été étudiées, émanant de 10 pays différents : la France, les Etats-Unis, le Canada, l'Australie, l'Espagne, la Belgique, la Suisse, le Royaume-Uni, le Luxembourg et Hong-Kong.

⁵ Physical activity factsheets for the 28 European Union Member States of the WHO European Region. (2018)

Pays	Recommandation	Date
USA	American Academy of Pediatrics' (AAP) recommendations for Children's Media Use https://www.aap.org/en-us/about-the-aap/aap-press-room/Pages/American-Academy-of-Pediatrics-Announces-New-Recommendations-for-Childrens-Media-Use.aspx	Actualisation nov 2016
Australie	Australian government - Australia's Physical Activity and Sedentary Behaviour Guidelines (Australian 24-Hour Movement Guideline) https://www1.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/health-pubhlth-strateg-phys-act-guidelines	Actualisation nov 2017
Canada	Canadian Society for Exercise Physiology - Canadian 24-Hour Movement Guidelines https://csepguidelines.ca/fr/	Nov 2017
Canada	Canadian Paediatric Society : Screen time and young children: Promoting health and development in a digital world https://www.cps.ca/en/documents/position/screen-time-and-young-children	Nov 2017
Canada	Canadian association of optometrists : Effects of Electronic Screens on Children's Vision and Recommendations for Safe Use https://openjournals.uwaterloo.ca/index.php/cjo/article/view/264	Nov 2017
Belgique	Conseil supérieur de la Santé - Recommandations concernant l'exposition de la population aux systèmes d'éclairage utilisant la technologie des LED https://www.health.belgium.be/fr/avis-9341-led	Juin 2016
Royaume-Uni	Association of optometrists - Screen time, facts for parents www.aop.org.uk/patients	Juillet 2017
Espagne	Recomendaciones sobre Actividad Física, Sedentarismo y Tiempo de pantalla http://www.maynet.es/recomendaciones-sobre-actividad-fisica-sedentarismo-y-tiempo-de-pantalla/	2015
France, Belgique, Luxembourg	Règles de 3-6-9-12 de Serge Tisseron https://sergetisseron.com/blog/la-regle-3-6-9-12-relayee-par-l/	2008
France	Recommandations du Conseil Supérieur de l'Audiovisuel https://www.csa.fr/Informer/Toutes-les-actualites/Actualites/Debut-de-la-campagne-2019-sur-la-protection-des-enfants-face-aux-ecrans	2019 & 2008
France	L'enfant et les écrans : les recommandations du Groupe de pédiatrie générale (Société Française de Pédiatrie) à destination des pédiatres et des familles https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2588932X1830010X	Mars 2018
Suisse	Recommandations de l'Office fédéral des assurances sociales sur les jeunes et les médias https://www.bsv.admin.ch/bsv/fr/home.html	2015
Hong Kong	Recommandations du Student health service https://www.studenthealth.gov.hk/english/resources/resources_forms/appendixs.html	actualisation en 2018

En outre, 3 pays (la Chine, Taïwan et la Corée du Sud) ont mis en place des réglementations spécifiques, qui ne sont pas véritablement des recommandations (source HCSP).

Les premières recommandations au sujet du bon usage des écrans chez les enfants et les jeunes, ont été émises par les États-Unis, dès 1999. Régulièrement actualisées, les dernières datent de novembre 2016 et sont citées en exemple dans de nombreux autres pays, ou même reprises, comme c'est le cas à Hong Kong.

Parmi les 13 recommandations étudiées, **3 sont intégrées à des recommandations plus larges sur l'activité physique** : il s'agit des recommandations espagnoles et des « 24H movement guidelines » australiennes et canadiennes. **Les guides « 24H » australiens et canadiens – qui comprennent les mêmes recommandations** – ont été publiés le 21 novembre 2017, journée internationale des droits de l'enfant. Ces trois guides combinent des recommandations sur l'activité physique, l'activité sédentaire (dont le temps d'écran), et le sommeil. La majorité des autres pays de l'OCDE se sont dotés de guides concernant l'activité physique. Cependant, ils ne mentionnent pas le temps d'écran en particulier.

Les autres recommandations sont focalisées uniquement sur les écrans :

- Trois d'entre elles – les recommandations belges et les recommandations des associations d'optométristes britanniques et canadiennes - concernent spécifiquement **les effets des écrans sur la vision** ;
- Deux d'entre elles – les recommandations des sociétés pédiatriques américaines et canadiennes – visent les jeunes enfants et sont accompagnées d'une **revue de littérature**, sur laquelle elles s'appuient. Ces revues de littérature abordent notamment les problématiques liées aux effets des écrans sur le développement des jeunes enfants ;
- **Trois d'entre elles s'adressent directement aux pédiatres**. Il s'agit des recommandations émanant de sociétés de pédiatrie : AAP, Société Française de Pédiatrie et Canadian Paediatric Society. Cependant, les recommandations de l'AAP s'adressent également aux parents.

Toutes les recommandations ne s'intéressent pas au même public : certaines visent les enfants, d'autres les enfants et les adolescents... En outre, au sein de chacune de ces recommandations, une segmentation des problématiques / des recommandations par âge est parfois effectuée. A partir de ces segmentations par âge, la plupart des recommandations fixent des limites d'âge en dessous duquel les écrans sont déconseillés, et des limites de temps d'écran.

Recommandation	Classe d'âge concernée	Segmentation des recommandations par âge	Fixation de limites d'âge et de temps
AAP : Media and Young Minds	< 5 ans	0 à 18 mois ; 18 à 24 mois ; 2 à 5 ans	Oui
AAP : Media Use in School-Aged Children and Adolescents	5 à 18 ans	Non	Non
Australian 24-Hour Movement Guideline for the early years / Canadian 24-Hour Movement Guidelines for the early years	< 5 ans	0 à 1 an ; 1 à 2 ans ; 2 à 3 ans ; 3 à 4 ans	Oui
Australia's Physical Activity and Sedentary Behaviour Guidelines for Children	5 à 12 ans	Non	Oui
Australia's Physical Activity and Sedentary	13 à 17 ans	Non	Oui

Behaviour Guidelines for Young People			
Canadian 24-Hour Movement Guidelines for children and youth	5 à 17 ans	Non	Oui
Canadian Paediatric Society : Screen time and young children: Promoting health and development in a digital world	< 5 ans	0 à 2 ans ; 2 à 5 ans	Oui
Canadian association of optometrists : Effects of Electronic Screens on Children's Vision and Recommendations for Safe Use	0 à 18 ans	0 à 2 ans ; 2 à 5 ans ; 5 à 18 ans	Oui
Conseil supérieur de la Santé - Recommandations concernant l'exposition de la population aux systèmes d'éclairage utilisant la technologie des LED	Adultes et enfants	< 8 ans	Oui
Association of optometrists - Screen time, facts for parents	NP	Non	Non
Recomendaciones sobre Actividad Física, Sedentarismo y Tiempo de pantalla	0 à 17 ans	0 à 2 ans ; 2 à 4 ans ; 5 à 17 ans	Oui
Règles de 3-6-9-12 de Serge Tisseron	0 à 18 ans	0 à 3 ans ; 3 à 6 ans ; 6 à 9 ans ; 9 à 12 ans ; > 12 ans	Oui
Recommandations du Conseil Supérieur de l'Audiovisuel	2008	0 à 3 ans	Oui
L'enfant et les écrans : les recommandations du Groupe de pédiatrie générale (Société Française de Pédiatrie) à destination des pédiatres et des familles	NP	Non	Non
Recommandations de l'Office fédéral des assurances sociales sur les jeunes et les médias	0 à 18 ans	< 2 ans ; 2 à 5 ans ; 6 à 12 ans ; > 13 ans	Oui
Recommandations du Student health service	2014 – actualisation en 2018	Idem AAP	Oui

(source HCSP).

En septembre 2019, un groupe de travail sur la santé numérique de la Société Canadienne de Pédiatrie publie de nouvelles recommandations spécifiques à l'utilisation des écrans chez les enfants (Société Canadienne de Pédiatrie, groupe de travail sur la santé numérique, Ottawa (Ontario), 2019). Ces recommandations adressées en particulier aux parents, sont structurées en 3 volets : gérer l'utilisation des écrans, favoriser une utilisation constructive, donner l'exemple d'une saine utilisation des écrans.

II.3. Auditions

Dans le cadre de cette saisine, 6 auditions ont été réalisées.

M Jonathan BERNARD

Chercheur Inserm - Unité 1153 Centre de recherche épidémiologique et statistique, Sorbonne Paris Cité.

Audition effective le 21 mars 2019.

M Grégoire BORST

Professeur de Psychologie du développement et de neurosciences de l'éducation. Laboratoire CNRS de psychologie du développement et de l'éducation de l'enfant (LaPsyDE) à la Sorbonne, Université de Paris.

Audition effective le 22 mai 2019.

M Stéphane BLOCQUAUX

Docteur en sciences de la communication, du laboratoire Arts et Métiers Paris Tech à l'université catholique de l'ouest, à Angers.

Audition effective le 22 mai 2019.

M Emmanuel DEVOUCHE

Maître de Conférences (HDR) - Université Paris Descartes - Institut de psychologie. Membre junior de l'Institut Universitaire de France depuis 2014.

Audition effective le 20 juin 2019.

M Serge TISSERON

Psychiatre, docteur en psychologie (HDR), membre de l'Académie des technologies, chercheur associé à l'Université Paris VII Denis Diderot (CRPMS).

Audition effective le 20 juin 2019.

M Patrick MARIATTE

Commandant de police. Chef de la section Internet de l'Office central de lutte contre la criminalité liée aux technologies de l'information et de la communication (OCLCTIC).

Audition effective le 10 septembre 2019.

II.4. Qualité des études retenues pour l'avis

Afin de déterminer le niveau de preuve, le processus GRADE⁶ a été utilisé. Selon l'analyse GRADE :

- les essais cliniques randomisés ont un niveau de preuve élevé de grade de 4 ;
- les études observationnelles ont un niveau de preuve intermédiaire avec un grade de 2 ;
- les études de cas ou avis isolé d'experts ont un faible niveau de preuve avec un grade de 1.

⁶ The Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE) working group à partir de l'analyse de 6 systèmes d'évaluation, a créé et publié un système de gradation de la qualité des données scientifiques et de la force des recommandations en 2004: processus GRADE.

Les méta-analyses ont un niveau élevé dès lors qu'elles répondent à certains critères. Les revues systématiques seront également gradées 4 si elles ont inclus tous les types d'études avec gradation préalable.

Le processus GRADE ne s'intéresse pas seulement à la méthodologie des études (revues systématiques, études randomisées, études observationnelles), mais il prend également en compte des facteurs qui peuvent moduler la cotation du niveau de preuve de chaque étude. Il permet de remonter le niveau de preuve d'études observationnelles de bonne qualité.

Le système GRADE prend également en compte la littérature grise et les avis d'experts.

III. Surexposition – Surconsommation

Il est difficile de définir ce que sont une surexposition aux écrans et une surconsommation des écrans. Il n'existe pas à notre connaissance de consensus scientifique quant à la définition de ces termes. Cependant, nous pouvons assumer que la surexposition **AUX** écrans sous-entend un phénomène passif et la surconsommation **DES** écrans suppose un terme actif. Une utilisation active des écrans implique une activité cognitive ou physique dans des activités réalisées sur un écran, telles que des jeux vidéo ou la réalisation de devoirs sur un ordinateur, par exemple.

Actif ou passif, nous pouvons admettre qu'il s'agit ici d'une durée d'exposition ou de consommation qui entraîne des **effets néfastes, ce qui renvoie à l'existence d'un seuil au-delà duquel le temps d'exposition ou de consommation des écrans a des effets négatifs sur la santé des enfants**. Estimer une surexposition et/ou une surconsommation peut également supposer une utilisation pendant l'enfance et l'adolescence ayant des effets délétères à l'âge adulte. Ces effets peuvent être d'ordres différents et recouvrir des dimensions physiques, comportementales, psychologiques... Un faisceau croisé d'éléments (résultats scolaires, activités physiques, équilibre alimentaire, socialisation) pour chaque enfant est nécessaire pour tenter de répondre à la définition d'une surexposition et d'une surconsommation des écrans.

Plusieurs travaux mettent en évidence un effet des doses de l'exposition aux écrans sans qu'il soit possible de distinguer la surexposition de la surconsommation, d'identifier un seuil d'effet négatif universel, et de déterminer une différence d'effet de la dose en fonction de l'âge des enfants et du type d'écran. Autrement dit, quel que soit l'effet ou le risque étudié, les études observent que plus le temps passé devant l'écran est élevé et plus le risque est élevé et/ou l'effet est important. Cependant, l'analyse de la littérature scientifique ne permet pas d'identifier de relation causale. **Ainsi, ce sont plus les comportements et l'environnement associés à l'usage des écrans (l'alimentation, la sédentarité, le sommeil, les distractions) en fonction de l'âge et du type d'écrans, qui sont les éléments identifiés comme causes potentielles des effets délétères associés aux écrans, plus que l'exposition aux écrans.**

III.1. Dose et effet physique et physiologique chez les enfants et les adolescents

La revue systématique de Tremblay et al. (2011) basée sur 232 études met en évidence que le temps passé devant la télévision est significativement associé à une composition corporelle défavorable,

une faible condition physique, un faible score d'estime de soi et de mauvais résultats scolaires dès 2h quotidiennes de temps d'écrans chez les jeunes âgés de 5 à 17 ans. Chez les enfants américains, l'étude d'Andersen et al. (1998) montrait déjà avant les années 2000, l'apparition d'un risque d'obésité pour les garçons dès 2 à 3h de télévision et pour les filles pour plus de 4 heures quotidiennes de télévision.

La méta-analyse de Zhang et al. (2016) réalisée sur la base de 14 études transversales rassemblant 106 169 enfants met en évidence une relation linéaire significative entre le risque d'obésité et le temps passé devant la télévision (Figure 7). Les auteurs font état d'un risque d'obésité augmenté de 13 % par heure quotidienne supplémentaire passée devant la télévision.

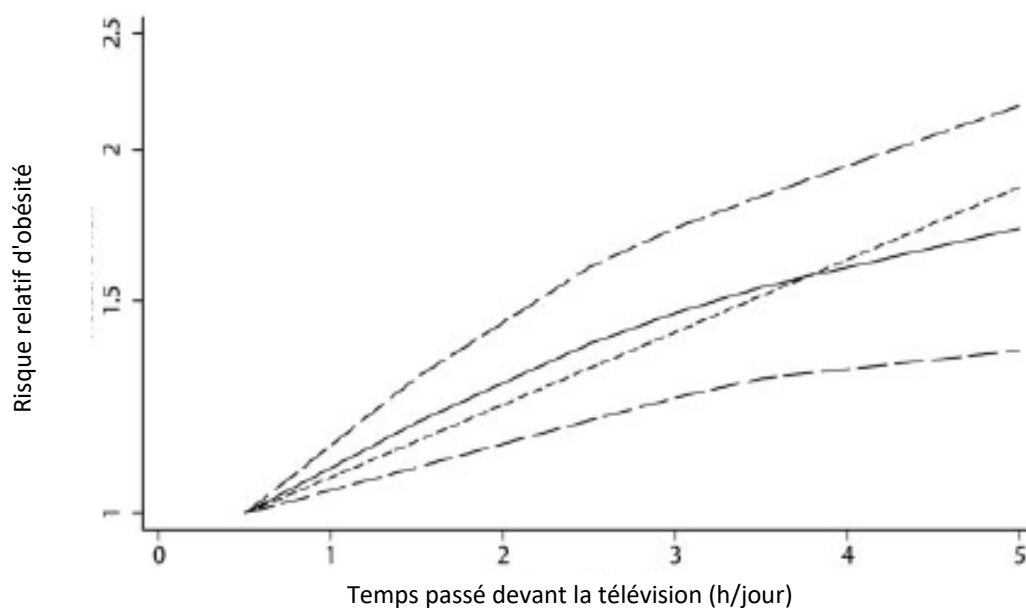


Figure 7 - Relation entre le risque relatif d'obésité et le temps passé devant la télévision d'après l'étude de Zhang et al. (2016).

III.2. Dose et effet sur la santé mentale des enfants et des adolescents

A partir de données de l'étude européenne IDEFIC concernant les enfants de 2-6 ans, un effet dose de l'exposition aux écrans sur leur qualité de vie avec une différence d'effet entre les filles et les garçons est constaté (Hinkley et al., 2014), à l'instar de ce qui est observé chez les adolescents (Tremblay et al., 2011).

L'étude de Finne et al. (2013) montre une réduction de la qualité de vie en fonction du temps d'écran chez les adolescents âgés de 11 à 17 ans (Figure 8). Cet effet dose est important pour le bien être scolaire et physique. Les filles semblent beaucoup plus sensibles à cet effet que les garçons avec une diminution du bien-être, quelle que soit la dimension évaluée dès 3 heures passées devant les écrans et ce quel que soit le type d'écran (Finne et al., 2013; Lacy et al., 2012).

Globalement, la santé mentale et la qualité de vie des adolescents sont réduites chez ceux qui utilisent un écran plus de 2 à 3 heures par jour (Hoare et al., 2016; Suchert et al., 2015).

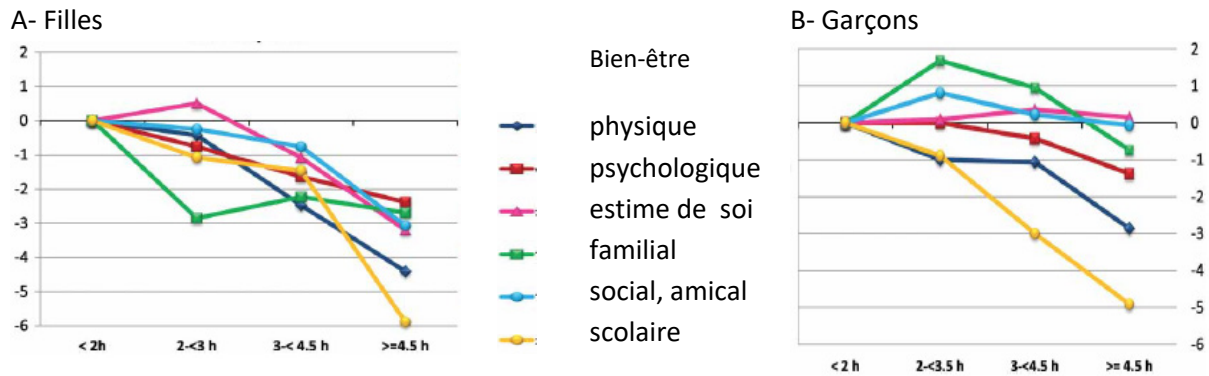


Figure 8 - Évolution de la qualité et du bien-être physique, psychologique, familial, social et amical, scolaire et d'estime de soi en fonction du temps passé devant les écrans chez les adolescents filles (A) et garçons (B) d'après Finne et al. (2013).

Plus le temps passé devant les écrans est élevé et plus l'expression de symptômes dépressifs chez des préadolescents et adolescents est importante (Kremer et al., 2014). Ces travaux observent que cet effet dose est plus marqué chez les plus jeunes. La méta-analyse de Liu et al., (2016) fait état d'une relation dose-effet entre le temps d'écran et le risque de dépression (Figure 9). Cet effet est observé pour le temps d'écran total et le temps d'ordinateur mais pas pour le temps passé devant la télévision. En revanche, l'étude longitudinale de McAnally et al. (2019) montre que les adultes qui passaient plus de 2 heures par jour devant la télévision au cours de leur enfance, sont les plus à risque de troubles anxieux et de dépression entre 18 et 38 ans. Le temps passé devant la télévision par les enfants a été associé à plusieurs problèmes de santé sociale, physique et mentale à long terme à l'âge adulte, notamment le chômage, l'obésité, une mauvaise condition physique, une augmentation du cholestérol sanguin, le tabagisme, des problèmes de sommeil, des problèmes d'attention (Hancox et al., 2004).

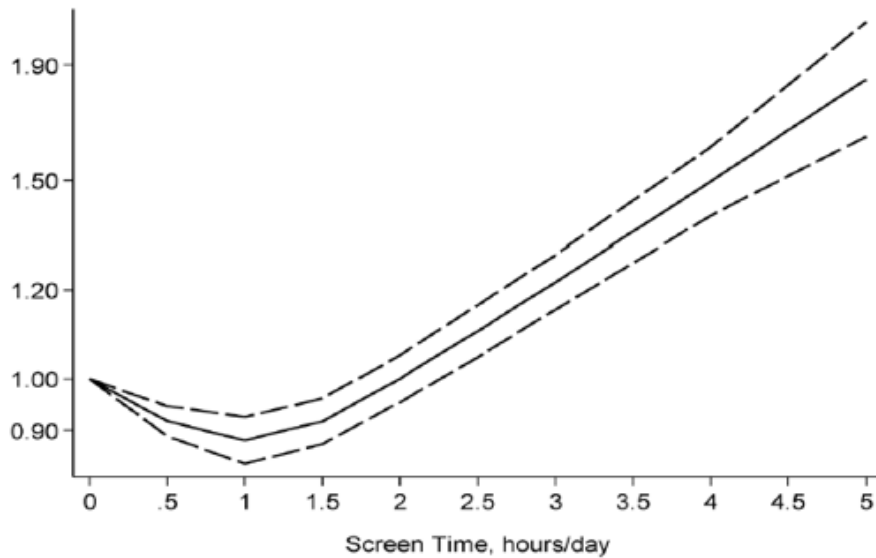


Figure 9 - Relation dose-réponse pour l'association entre le temps d'écran et le risque de dépression chez les enfants et les adolescents d'après Liu et al. (2016).

Si les études s'accordent sur l'existence d'un effet dose, aucun seuil ne peut être identifié, ni aucune relation causale démontrée, comme le concluent Wu et al. dans leur méta-analyse de 2017). Les raisons de cet effet-dose, associé à l'âge et au sexe des enfants et des adolescents, peuvent être dues en partie au fait que les enfants sont plus vulnérables aux conséquences sociocognitives négatives de l'utilisation de l'écran, lorsqu'il existe moins de possibilités de création de liens sociaux, de résolution de problèmes et de développement personnel. Il n'est pas non plus établi que dans cette méta-analyse la surexposition ou la surconsommation soient le reflet d'un mal-être préexistant ou de difficultés scolaires déjà établies.

III.3. Une dose excessive annule-t-elle des éventuels effets bénéfiques ?

La revue de littérature de Staiano and Calvert (2011) conclut que, bien que la littérature soit limitée et s'appuie sur des corrélations, les "exergames" (*i.e.*, jeux d'entraînement cognitif ou physique) peuvent avoir des effets positifs sur le développement cognitif, les interactions sociales et l'activité physique des enfants. La discussion porte plus sur le contenu des écrans, leur mobilité et leur interactivité (Sweetser et al., 2012) que sur l'écran lui-même. Plusieurs travaux font état d'amélioration de la motricité fine (Bedford et al., 2016) à travers des études sur l'écriture, l'apprentissage des mots (Kirkorian et al., 2016) et le dessin (Crescenzi et al., 2014). Plus qu'une durée d'exposition, ces travaux mettent en évidence un effet âge, allant dans le sens des effets positifs plutôt observés chez les jeunes enfants (Choi and Kirkorian, 2016). Bien que des effets positifs aient été identifiés, une exposition excessive est associée à des comportements, des effets physiques et cognitifs néfastes (Madigan et al., 2019). L'étude de Madigan et al. (2019) a établi un effet possible de l'exposition à un écran sur le développement cognitif des enfants de 24, 36 et 60 mois. Le développement cognitif a été évalué par les parents sur la base d'un questionnaire d'auto-évaluation d'inspiration piagétienne. Cette étude a le mérite d'être longitudinale et de montrer que

l'exposition précoce aux écrans a eu un effet négatif sur le développement cognitif ultérieur des enfants observés. En revanche, les limites de cette étude concernent les possibles changements de comportements, la nature de l'écran et la non-prise en compte de l'environnement. Dans le même temps, des études se sont penchées sur la forme de l'association entre les écrans et les comportements des jeunes enfants (Ferguson, 2017; Przybylski and Weinstein, 2019). Une relation parabolique pourrait avoir un effet faiblement positif d'un temps d'écran modéré (< 7h par jour) sur le bien-être des jeunes enfants.

Conclusion :

Les études d'un effet dose sont insuffisantes pour pouvoir déterminer un seuil au-delà duquel les risques sont majorés. Les travaux dont nous disposons s'accordent sur le fait que plus le temps d'exposition est important et plus les risques sur la santé de l'enfant et de l'adolescent sont élevés. Pour certains indicateurs de santé, des effets délétères sont observés dès une heure d'exposition. Les effets pour une même durée sont différents selon l'âge, le genre et le type d'écran. Le contenu diffusé par l'écran ainsi que l'accompagnement de cet usage sont peu pris en compte dans ces travaux.

Recommandations :

- Limiter le temps d'écran ;
- Planifier un début et une fin aux activités utilisant un écran.

IV. Les risques et les effets sur la santé et le bien-être de l'enfant de moins de 6 ans

L'usage des écrans chez les jeunes enfants reste controversé dans la littérature dans de nombreux pays qui échouent à publier des recommandations de santé publique (Houghton et al., 2015). Les très jeunes enfants ont besoin d'interactions avec leurs parents pour un développement harmonieux. Or, le temps passé devant les écrans et en particulier l'écran de télévision, réduit les interactions (de 52 minutes par heure passée devant la TV) entre les parents et les enfants (Vandewater et al., 2006). En 2013, 15% des bébés de quinze jours à trois mois mangeaient déjà devant un écran de télévision ou un autre type d'écran. Cette proportion augmentait avec l'âge et atteignait 29% des enfants de 0 à 3 ans (Le Heuzey and Turberg-Romain, 2015). Les travaux s'appuyant sur des études longitudinales observaient une association entre le temps d'écran dans la première année de la vie et le temps d'écran enregistré à l'âge de 2, 3 et 5 ans (Xu et al., 2016). Ce manque d'interaction est sans nul doute une des raisons majeures de l'inquiétude concernant les effets négatifs des écrans sur le comportement des jeunes enfants.

Chez le jeune enfant (0-6 ans), les travaux se sont principalement intéressés aux apprentissages moteurs et de langage. Plusieurs d'entre eux mettent en évidence des associations négatives entre la durée d'exposition aux écrans et le développement cognitif et les apprentissages des très jeunes enfants (Carson et al., 2016). Chez l'enfant de moins de deux ans, tout contenu télévisuel (éducatif ou non) est associé à des conséquences développementales négatives, notamment sur les fonctions exécutives. Regarder la télévision en bas âge perturbe les jeux de l'enfant ; réduit la qualité et la

quantité des interactions enfant-parent et est associé à des comportements inattentifs / hyperactifs, et à un retard du langage, au moins à court terme. Concernant l'apprentissage, les enfants de moins de 3 ans apprennent moins en étant exposés à la télévision que par le biais d'une démonstration réelle (Kostyrka-Allchorne et al., 2017). Dans le même ordre d'idée, Hinkley et al. (2014) observent une association négative entre l'utilisation de media et la qualité de vie des jeunes enfants (2 à 6 ans) évaluée par questionnaire. Les effets de l'exposition des jeunes enfants sur leur capacité d'attention fait l'objet de nombreuses interprétations. L'étude de Zimmerman and Christakis (2007) met en évidence l'importance des contenus diffusés sur le développement de l'attention. Ainsi, les enfants exposés à des contenus éducatifs avant l'âge de 3 ans ne montrent pas de déficit attentionnel 5 ans plus tard. L'étude Linebarger and Walker (2005) montre que le vocabulaire des enfants regardant des contenus tels que Dora l'exploratrice était significativement plus élaboré que celui des enfants qui regardaient les télétubbies (Linebarger and Walker, 2005). En revanche, les enfants exposés à des contenus violents ou non éducatifs ont des difficultés de régulation de l'attention. Cet effet négatif n'est pas retrouvé chez les enfants exposés à l'âge de 4-5 ans. La nature des contenus et de l'exposition précoce avant 3 ans sont retrouvés comme facteurs entraînant des effets délétères chez l'enfant au niveau des fonctions exécutives (Barr et al., 2010) et des résultats scolaires (Pagani et al., 2013). D'autres travaux comme ceux de Linebarger et al. (2014) observent des effets bénéfiques sur les fonctions exécutives dès lors que les contenus sont appropriés. L'effet des écrans sur le développement du langage chez les jeunes enfants est donc contrasté.

Ces travaux mettent en exergue la complexité des interactions entre l'âge de l'enfant, le contenu diffusé et la parentalité, dans son rôle de médiation éducative. Ce qui pourrait expliquer que l'exposition aux écrans chez les enfants de moins de 3 ans ne semble apparemment pas se faire au détriment d'autres activités potentiellement plus bénéfiques pour l'éducation (Taylor et al., 2018).

Plusieurs travaux ont mis en évidence des effets positifs de l'utilisation des écrans dans le développement de la motricité fine des très jeunes enfants (Bedford et al., 2016). La distinction entre des expositions à des écrans rendant l'enfant passif ou actif au sens des interactions a amené certains travaux à conclure à des effets positifs sur la préparation à la scolarité et au développement cognitif (Li and Atkins, 2004) et à des niveaux plus élevés d'attention et de motivation (McCarrick and Li, 2007). En particulier, les ordinateurs pourraient faciliter les interactions sociales et créer un environnement permettant aux jeunes enfants d'utiliser une grande quantité de langage (McCarrick and Li, 2007) et d'améliorer leur connaissance des mots et leur fluidité verbale (Shute and Miksad, 1997).

Dans la revue de littérature publiée par Duch et al. (2013) sur 29 études, le temps passé par les enfants de moins de 3 ans à regarder des écrans était corrélé avec l'Indice de Masse Corporelle (IMC), la dépression ou la dysphorie maternelle et le temps passé par la mère à regarder la télévision. A contrario, la revue de Hinkley et al. (2010) ne fait pas état d'association entre l'âge de l'enfant, l'IMC, la race / ethnie (minorité) et le temps passé devant un écran chez les nourrissons et les tout-petits.

Les chercheurs restent divisés quant aux effets positifs ou négatifs des écrans sur l'apprentissage des très jeunes enfants et les recherches sont encore trop limitées pour conclure et comprendre la complexité des interactions entre écrans, parents et enfants (Figure 10) (Kwok et al., 2016; Yang et

al., 2017) selon la nature de l'usage des écrans : usage passif versus usage actif (Sweetser et al., 2012). L'environnement social et économique entourant l'usage des écrans fournit un contexte important à étudier lors de l'évaluation des conséquences possibles de cette activité (Przybylski and Weinstein, 2019). Plusieurs travaux rapportent des effets de faiblement à modérément positifs dès lors que l'utilisation des écrans restent modérés (< 7 heures par jour) et accompagnés (Ferguson, 2017; Przybylski and Weinstein, 2019).

En ce qui concerne le sommeil, les très jeunes enfants (de 33 à 71 mois, moyenne 51 mois) qui ont un écran de télévision dans la chambre vont au lit 60 minutes plus tard que ceux qui n'en ont pas, sans pour autant se réveiller plus tard le lendemain (Helm and Spencer, 2019). Ceux qui ont la télévision dans leur chambre et qui regardent davantage la télévision (*i.e.*, entre 1 et 3 heures ou plus de 4 heures) se couchent plus tard, la durée de sommeil nocturne en est raccourcie, la qualité de leur sommeil dégradée ; ils font une sieste beaucoup plus longue pendant la journée, sans toutefois que leur temps de sommeil total sur 24h soit rallongé par rapport à ceux qui regardent la télévision moins d'une heure. Les enfants avec un téléviseur dans la chambre présentent une variabilité (*i.e.*, différences entre les jours de semaine et différences entre jours de semaine et week-end) significativement plus grande de la durée totale du sommeil sur 24h, du temps de sommeil total nocturne, de la durée des siestes, de l'heure d'endormissement et de l'éveil par rapport aux enfants sans téléviseur. De plus, les enfants possédant un téléviseur dans leur chambre regardent moins de films pour enfants, plus de programmes et films pour adultes que les enfants sans téléviseur.

Regarder la télévision pendant les repas modifie de façon délétère les comportements alimentaires ; la part de fruits et de légumes est réduite lors du repas des jeunes enfants (1-4 ans) lorsque le repas a lieu devant la télévision comparativement au repas pris en famille (Fitzpatrick et al., 2007). Ce résultat a été corroboré à plusieurs reprises par des travaux montrant des associations positives entre le temps passé devant la télévision et des apports augmentés d'aliments et de boissons riches en densité et des associations négatives avec les apports en fruits et en légumes chez de jeunes enfants européens de moins de 6 ans (Miguel-Berges et al., 2017) et chez enfants plus âgés et des adolescents (Pearson and Biddle, 2011).

Regarder la télévision pendant les repas détourne le rôle d'un repas familial. Toutes les distractions sont à décourager afin que l'enfant puisse se concentrer sur son repas, ressentir la faim et la satiété, découvrir les goûts et les textures, et ne pas manger de manière passive en faisant autre chose (Fitzpatrick et al., 2007).

Les effets de la télévision sur le développement du jeune enfant dépendent aussi des caractéristiques individuelles de l'enfant, du contexte familial, du contexte social, des caractéristiques du contenu regardé (Kostyrka-Allchorne et al., 2017). Un des principaux déterminants identifié est le temps d'écran de la mère (Duch et al., 2013; Hinkley et al., 2013; Xu et al., 2016). Dans l'étude ELFE, globalement et quel que soit l'âge de l'enfant (2 ou 3 ans et demi), les déterminants d'une utilisation importante des écrans sont le niveau d'étude des parents (particulièrement la mère), le niveau socio-économique et l'âge de la mère. Autrement dit, plus les niveaux socio-économiques et d'éducation sont faibles, plus la mère est jeune (<31 ans) et plus l'utilisation des écrans (en particulier la télévision) est conséquente et fréquente (Gassama et al., 2018). La capacité des parents à imposer des règles et des limitations à l'utilisation est un des

corrélats majeurs retrouvés dans les études et qui semblent avoir un effet sur la limitation des durées d'exposition des enfants aux écrans (Downing et al., 2017).

Tous les facteurs pouvant avoir un effet sur la santé des enfants sont présentés dans la figure 10.

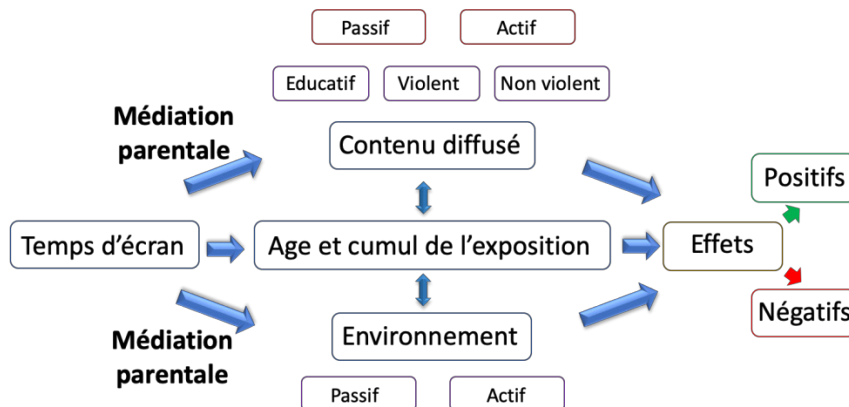


Figure 10 - Modélisation des facteurs impliqués dans les effets positifs ou négatifs de l'exposition aux écrans chez les très jeunes enfants (source HCSP).

Conclusion :

Bien que les preuves scientifiques restent limitées et d'un niveau de preuve faible à modéré, l'exposition précoce aux écrans des très jeunes enfants, dès leurs premiers mois de vie, est une distraction qui pourrait avoir des conséquences sur d'une part, leur développement cognitif et d'autre part, leur développement physique en modifiant leur comportement alimentaire vers une consommation d'aliments nocifs. Les études distinguant les écrans dits "passifs" et les écrans "interactifs ou dits "actifs" montrent que ceux-ci ne semblent pas engendrer les mêmes effets sur le développement moteur et cognitif des jeunes enfants. Les études longitudinales et celles analysant un lien causal entre une exposition importante aux écrans font cruellement défaut.

Recommandations :

Les recommandations s'appuient sur les données scientifiques mais également lorsque ces dernières font défaut sur le principe de précaution.

- les repas doivent être recentrés sur le lien familial ;
- aucun écran ne doit être allumé dans la pièce où est pris le repas ;
- aucun écran de télévision dans la chambre.

V. Les risques et les effets sur la santé et le bien-être de l'enfant

V.1. Les risques sur la vision

La recherche des données de la littérature a porté sur tout type d'articles datant de moins de 5 ans. Elle a permis de retrouver 244 références, dont 8 pertinentes pour la vision et 94 références, dont 5 pertinentes pour l'effet / dose (parmi lesquelles 3 revues systématiques ou méta-analyse déjà incluses dans l'analyse).

Les mots-clés liés aux écrans étaient : computers, handled computers, television, video games, internet, social media, smartphone..., vision, hearing...

Les mots-clés liés aux enfants / jeunes étaient : adolescent / child / child, preschool / infant / young adult ...

Devant le faible nombre et la qualité des articles repérés, la recherche a été étendue sans limitation de durée et avec les mots-clés complémentaires suivants : ordinateur vision syndrome ; hearing loss; video games or mobile games or mobile device. La plupart des 1558 articles retrouvés, dont 68 revues de littérature, étaient hors du champ de notre recherche et concernaient l'utilisation des appareils mobiles dans le suivi du soin, pour le soutien à l'activité physique, ou pour le contrôle de qualité des appareils selon les normes de fabrication (son, lumière bleue etc.).

Au total, 28 revues ou articles ont été utilisés pour ce paragraphe.

Selon l'OMS (WHO, 2014), l'utilisation prolongée d'appareils électroniques avec écrans peut potentiellement entraîner des symptômes oculaires et visuels tels que gêne oculaire, fatigue oculaire, sécheresse oculaire, maux de tête, vision floue et même vision double.

V.1.1. Symptômes oculaires et œil sec

Le syndrome lié à l'utilisation de l'ordinateur ou des écrans comprend des troubles musculo-squelettiques, troubles visuels (y compris diplopie), symptômes oculaires, fatigue oculaire, sensibilité à la lumière, et des symptômes généraux.

Ces symptômes peuvent être causés par un mauvais éclairage ou un éblouissement, une installation incorrecte du poste de travail, des problèmes de vision inconnus auparavant, ou une combinaison de ces facteurs. Ils surviennent parce que les exigences visuelles dépassent les capacités visuelles de l'individu pour exécuter facilement la tâche (Kozeis, 2009).

Les symptômes visuels observés sont :

- La **fatigue oculaire visuelle** se manifeste, par une sensation d'inconfort, de tension, de lourdeur dans la région des yeux, des orbites ou des paupières. Ce peut être aussi des sensations d'irritation, de brûlures, de picotements, de démangeaisons avec parfois yeux rouges, larmoiement ou irritation du bord des paupières, de sécheresse oculaire. Le sujet peut ressentir des douleurs le plus souvent sourdes et peu intenses mais pouvant devenir aiguës se situant généralement derrière les yeux. Les globes oculaires sont douloureux à la pression à travers la paupière supérieure et aux mouvements du regard. Celle-ci peut se produire dès le matin au réveil mais survient surtout en fin de journée car la vision de près est sollicitée en permanence par des efforts d'accommodation dans le travail comme dans les loisirs avec en particulier les écrans d'ordinateur, de téléphone portable, de télévision, de consoles de jeux...
- Les **troubles visuels** sont provoqués par la mise au point de plus en plus difficile de l'œil sous l'effet de la fatigue, la vision floue constante et parfois même double, une distance de travail floue et une vision floue intermittente à proximité. Le système de mise au point des yeux qui se bloque à une distance proche de l'écran peut entraîner des spasmes d'accommodation et favoriser une myopie temporaire (Kwok et al., 2017).
- Les symptômes liés à la surface oculaire sont, la sécheresse oculaire, les yeux qui piquent ou qui brûlent, une sensation de corps étranger, une sensibilité à la lumière vive et des yeux douloureux. Les clignotements moins fréquents lors de la visualisation de l'écran augmentent

l'exposition de la cornée à l'air, et contribuent à la dégradation de la qualité du film lacrymal, à une instabilité du film lacrymal et à une contrainte de la cornée, entraînant une sécheresse oculaire (Kwok et al., 2017), syndrome de l'œil sec, ou larmes excessives et clignements excessifs, avec des dommages potentiels à la surface oculaire. Mais la sécheresse oculaire est une maladie multifactorielle des larmes et de la surface oculaire, qui impacte surtout les enfants (habituellement connu pour être plus souvent féminin) et les personnes âgées. Chez l'enfant il peut y avoir coexistence avec allergie et conjonctivite (Moon et al., 2016). Dans certains cas, on constate une difficulté à mouvoir les paupières ou à ouvrir spontanément les yeux le matin au réveil. Ce déficit en larmes expose même à la survenue d'une kérato-conjonctivite lésant la cornée ou pire de la complication cornéenne la plus sévère, des ulcères cornéens susceptibles de se perforer.

- Ces symptômes peuvent être associés à une céphalée (Kozeis, 2009).

La prévalence de la sécheresse oculaire varie de 7,4% à 33,7% selon la population étudiée et la définition utilisée (Moon et al., 2014). La prévalence de la fatigue visuelle varie de 55 à 81% avec l'usage excessif des gadgets sur écran. De manière temporaire, un défaut d'accommodation avec la suppression du point de convergence peut apparaître. Mais ces difficultés ne perdurent pas après l'arrêt de l'utilisation de l'écran et le repos visuel. Le syndrome visuel lié à l'utilisation de l'ordinateur est amplifié par un défaut de luminosité ambiante (Bogdănici et al., 2017).

Dans la revue de littérature de Sheppard and Wolffsohn (2018), le syndrome de l'œil sec serait lié à deux aspects : difficulté d'accommodation et de vision binoculaire (convergence) et diminution du nombre de clignements des yeux. Une méta-analyse a rapporté une fatigue visuelle chez 19,7% des enfants.

Dans une étude réalisée en décembre 2013 par Kim et al. (2016), parmi les 715 adolescents coréens (dont 442 garçons) de 15 ans en moyenne, possédant un smartphone, 36,4% n'avaient pas de symptômes oculaires ou deux signes maximum, 39,4 % avaient 3-4 signes de souffrance oculaire et 21,8% présentaient 5 à 7 signes de souffrance oculaire : douleurs- rougeurs -brûlures oculaires, troubles de la vue, larmolement ou sécheresse (Kim et al., 2016). Toutefois cette étude était basée sur des auto-questionnaires, sans vérification du diagnostic.

L'auto-questionnaire recherchait la durée d'exposition aux smartphones (<2h ; 2h ; >2h/j ; en continu ou discontinu ; et une variable construite calculée comme le multiple du nombre d'heures/jour par le nombre d'années d'exposition : 4 quartiles de <3h- années ; 4-8 h ; 9-12h ; >12h-années).

Les symptômes oculaires étaient significativement plus importants chez les filles ($p < 0,001$), chez les adolescents avec durée de sommeil faible ($< 6h : p < 0,001$).

Le risque d'inflammation (OR=1,88, [1,12-3,16] si utilisation continue) et de larmolement (OR=1,96, [1,22-3,14] si utilisation intermittente ; OR= 2,12, [1,31-3,46] si utilisation continue) augmentaient avec l'utilisation quotidienne du smartphone et sa durée. Les risques d'inflammation ou de larmolement augmentaient également selon la durée de la période d'exposition vie entière aux smartphones ; (inflammation : OR= 2,05, [1,24-3,38]) et larmolement (2^{ème} quartile OR= 1,92, [1,21-3,05] ; 3^{ème} quartile OR= 1,95, [1,22-3,12] ; 4^{ème} quartile OR= 2,49, [1,54-4,03]).

Les adolescents utilisateurs excessifs que ce soit de manière intermittente ou continue avaient plus de risque de cumuler les problèmes oculaires et visuels par rapport à ceux qui utilisent les smartphones plus rarement ou occasionnellement (OR excessif et intermittent = 2,18 [1,09-4,39], et OR excessif et continu = 2,26, [1,11-4,57]). Après avoir exclu les utilisateurs de lentilles de contact, les adolescents utilisateurs excessif / intermittent avaient 2,21 [1,06-4,60] fois plus de risque de

cumuler les troubles visuels et oculaires ; pour les utilisateurs excessif / continu le risque était de OR = 2,47 [1,16-5,25]. Le groupe de jeunes qui cumulaient plus de 12h-années avaient un risque 3,05 plus élevé [1,51–6,19] de cumuler tous les troubles visuels et oculaires que ceux qui avaient une exposition inférieure ou égale à 3h-années aux smartphones. Le risque persistait également après exclusion des porteurs de lentilles de contact, OR= 2,95 [1,39 à 6,27].

Dans cette étude, il n'y avait pas de comparaison avec une autre utilisation de matériel vidéo, ou même de livres ou d'autres moments où les yeux sont sollicités (couture, etc.).

Dans l'étude de Kwok et al. (2017), 50 % des élèves en école primaire à Hong Kong présentaient des symptômes de troubles de la vue et de fatigue oculaire liés à l'utilisation d'appareils mobiles. Cette étude, non randomisée, réalisée en 2015 chez 1418 enfants d'âge moyen de 13,8 ans \pm 1,93 (taux de réponse 83,9%) avait plusieurs objectifs sur les problèmes liés à l'utilisation d'appareils mobiles. Parmi les 960 adolescents dont le questionnaire était complet, 85,9% utilisent un appareil mobile et 29,8% plus de 4h/j et 65% plus de 2h/j. 46,1 % des répondants décrivent des inconforts visuels, et 14,1% en ont au moins 3 jours par semaine. Les adolescents qui déclaraient avoir des problèmes visuels passaient plus de temps à naviguer pour rechercher des informations sur leurs écrans, ou à regarder la télévision ou des films, que les jeunes sans problème visuel. Mais il n'y avait pas de différence entre les deux pour le temps passé sur une messagerie, à jouer ou à poster des informations.

L'utilisation des écrans pour le travail scolaire était significativement associée à moins de troubles oculaires (OR = 0,65, [0,48- 0,88], p = 0,001). En analyse multivariée, passer plus de temps devant la télévision / à regarder des films, ou à naviguer sur internet pour chercher des informations étaient associés à des troubles visuels (respectivement, OR = 1,09, [1,01- 1,18], p = 0,01 et OR = 1,20, [1,04- 1,38], p = 0,004). Par contre, être sur sa messagerie était moins associé aux troubles visuels ((OR = 0,88, [(0,80- 0,97] ; p = 0,002). En résumé, les adolescents déclaraient que le travail scolaire et l'utilisation de sa messagerie étaient moins délétères visuellement que de regarder la télévision/des films ou naviguer sur internet.

La fatigue oculaire était accrue après 4h de vision de l'écran. Les auteurs constatent que passer plus de temps consacré au jeu et à la messagerie n'était pas lié à une plus grande probabilité de problèmes oculaire ; leur hypothèse est que ce fait serait lié à une exposition plus intermittente. Toutefois les auteurs ont noté des réponses incohérentes et de nombreuses non-réponses sur certains items. De plus, certains niveaux de classe étaient sous-représentés (enfants des classes primaires et jeunes de 6^{ème}). Même s'il n'y avait pas de différence avec la population de Hong-Kong sur l'âge, niveau de vie, cette étude est non randomisée et les résultats sont à interpréter avec prudence.

Moon et al. (2014) ont réalisé une première étude coréenne (taux humidité de l'air = 45-67%) auprès d'enfants de 10-12 ans d'une école primaire comportant un examen clinique (vision, examen à la fluorescéine de la cornée, 3 mesures du temps de rupture entre le dernier clignement de l'œil et la première apparition d'un point sec sur le film lacrymal de la surface de la cornée (TBUT), recherche d'une érosion de la cornée à la lampe à fente, recherche d'une conjonctivite -papille ou follicule, problème de fermeture de la paupière) et un questionnaire aux parents. Ils ont comparé 28 enfants (64,3% filles) repérés avec œil sec à 260 enfants sans signe clinique (Moon et al., 2014).

La durée de sommeil était similaire $7,79h \pm 0,69$ de 6 à 10h dans le groupe œil sec et $7,8h \pm 0,9$ de 5 à 10h dans le groupe œil normal. Il n'y avait pas de différence d'acuité visuelle entre les deux groupes. Le temps moyen TBUT était de $7,36$ secondes $\pm 1,28$ (de 5 à 10 sec.) dans le groupe œil sec et de $9,17 \pm 1,43$ (de 8 à 15 secondes) dans le groupe œil normal. Des érosions cornéennes existaient dans 100% des enfants avec œil sec et 36,6% dans le groupe contrôle. La conjonctivite allergique était plus fréquente dans le groupe œil sec (9/28) que chez les témoins (12/260 ; $p < 0,001$).

Les enfants avec œil sec utilisaient plus souvent un smartphone (71,4% ; $p = 0,036$) et plus longtemps ($0,71h/j \pm 0,74$; $p = 0,027$) et étaient plus longtemps devant un écran ($2,38 h/j \pm 0,96$; $p = 0,001$), regardaient plus longtemps la télévision ($0,99h/j \pm 0,66$; à la limite de la significativité : $p = 0,052$), que le groupe contrôle (respectivement, 50% et OR 2,5 [1,063-5,88]; $0,40 \pm 0,55 h/j$ et ORa = 1,86 [1,07-3,23] ; $1,8 \pm 0,84 h/j$ et OR = 1,82 [1,26-2,63]; $0,75 \pm 0,43 h/j$ et ORa = 1,98 [0,994-3,95]). Le temps passé devant un ordinateur n'était pas différent entre les deux groupes en analyse multivariée ($0,68 h/j$ et $0,64 h/j$; ORa = 1,28 [0,4-4,11] $p = 0,68$). Les auteurs n'ont pas trouvé de lien avec les allergies mais celles-ci pourraient être un biais potentiel car les antihistaminiques peuvent accentuer l'œil sec.

Moon et al. (2016) ont donc réalisé une deuxième étude dans 8 écoles auprès de 630 enfants âgés de 7-9 ans en ville (dont 318 garçons. Humidité = 57,8% à 58,2%) et 286 enfants de 10-12 ans en milieu rural (nb : de 400 000 habitants) (dont 168 garçons. Humidité = 58,1 à 58,4%) de mai à octobre 2015, après avoir exclu les enfants avec allergie et ceux avec lentille de contact contrairement à la précédente étude (ainsi que les antécédents de chirurgie, maladie auto-immune ou congénitale qui affectent l'œil, les affections sur les cils ou les paupières) (Moon et al., 2016).

Les enfants avec TBUT < 10 secondes et ceux avec un index OSDI > 20 points ont été inclus dans le groupe des yeux secs (différents de précédente étude où le diagnostic était clinique sans critères préalablement défini).

8,3% des enfants en milieu urbain et 2,8% en milieu rural avaient le syndrome de l'œil sec (SES). 63,3 % des enfants avec SES portaient des lunettes contre 38,1% du groupe contrôle ($p = 0,01$) (et moins bonne acuité visuelle). Les enfants avec syndrome de l'œil sec (SES) utilisaient plus souvent un smartphone (96,7% vs 55,4% $p < 0,001$), et plus longtemps ($3,18 \pm 0,97 h/j$ vs $0,62 \pm 0,68 h/j$; $p < 0,001$). La durée d'utilisation d'un ordinateur était aussi plus longue ($1,1 \pm 0,53 h/j$ vs $0,76 \pm 0,34 h/j$; $p < 0,001$). Le temps passé à étudier était aussi plus long chez les porteurs de SES que les contrôles ($3,10 \pm 0,5 h/j$ vs $2,31 \pm 1,02 h/j$; $p < 0,001$). A l'inverse les enfants avec SES passaient moins de temps en activité extérieure : $1,47 h/j \pm 0,32$ vs $2,27 \pm 1,12 h/j$; $p < 0,001$. Il n'y avait pas de différence dans la durée de sommeil (7,70 h vs 7,88 h), ni dans la durée devant la télévision (1,18 vs 1,07 h/j).

Les enfants du milieu « rural » avaient moins de SES que les enfants du milieu « urbain » (2,8% vs 8,3% déjà dit plus haut) et avaient moins souvent des lunettes (32,9% vs 42,9% ; $p = 0,04$) et avaient une meilleure acuité visuelle, mais ils utilisaient moins longtemps le smartphone, avaient plus d'activités extérieures etc...

Les élèves du CM1 à la 6^{ème} étaient plus porteurs de SES (9,1%) que ceux de CP à CE2 (4% ; $p = 0,03$). Ils utilisaient aussi plus souvent le smartphone (65,1% vs 50,9% ; $p < 0,001$).

Les enfants avec œil sec ont eu un examen après 4 semaines d'arrêt de l'utilisation du smartphone. Après arrêt pendant 4 semaines de l'utilisation du smartphone chez les élèves porteurs de SES, les érosions avaient totalement disparu (93,3% vs 0% ; $p < 0,001$) ; le temps TBUT était passé de $10 \pm 3,25$ secondes à $11,33 \pm 2,29$ secondes ($p < 0,001$). Le score OSDI avait diminué de $30,74 \pm 13,36$ points à $14,53 \pm 2,23$ points ($p < 0,001$). Le taux de SES a diminué de 100 à 0%, après cessation complète de

smartphone après 4 semaines ($p < 0,001$). L'absence de groupe contrôle limite l'interprétation de cette diminution après arrêt d'utilisation du smartphone. Selon les auteurs, le fait que les écrans soient plus petits imposent de les regarder de plus près, ce qui induit une fatigue et une irritation.

Dans une étude par internet auprès d'adolescents d'un échantillon aléatoire de 35 écoles du canton de Vaud en Suisse, 3067/ 3367 adolescents en 4^{ème} ont été interrogés en 2012 (Suris et al., 2014). Le test d'addiction a été utilisé et les adolescents ont été classés en 3 groupes de 2704 jeunes (88,2%) avec une utilisation normale (IAT < 50), 346 adolescents (11,3%) à utilisation fréquente problématique (IAT 50-79) et 17 (0,6%) adolescents à utilisation à problèmes importants (IAT \geq 80). Les problèmes de vue concernaient 12,2% des usagers normaux et 22% des usagers à problèmes (fréquents ou importants) $p < 0,01$. Seuls les troubles du sommeil, l'obésité, la mauvaise condition physique, les problèmes de dos et les troubles musculo-squelettiques restaient significatifs après ajustement aux problèmes de santé (OR vue = 1,15 [0,8-1,66]).

La fatigue visuelle est l'effet le plus important, repéré par l'ANSES, lié à l'exposition aux interfaces audiovisuelles en 3Ds. L'ANSES (2019) a conclu que l'effet de la lumière riche en bleu, en raison de la survenue du syndrome sec, pouvait être un risque potentiel de pathologies oculaires.

L'association nationale pour l'amélioration de la vue (ASNAV) réalise chaque année un baromètre de la santé visuelle selon une enquête par quota auprès de 309 jeunes de 16-24 ans. Sondage Opinion Way pour ASNAV :

La fatigue visuelle et la vision de loin (myopie) sont les troubles les plus fréquents.

Les chiffres du baromètre 2017⁷ et ASNAV 2019⁸ démontrent une importante augmentation des différents troubles de vue déclarés par les 16 – 24 ans. Ainsi 41% en 2017 et 31% en 2019 disent éprouver des difficultés à voir de loin alors qu'ils n'étaient que 29 % en 2016 (en 2019, 26% annoncent être myopes). La "fatigue visuelle", quant à elle, a doublé en 5 ans et touche 49% des jeunes en 2019, 40 % en 2017 contre 23 % en 2012.

L'ASNAV incrimine les activités qui privilégient la vision de proximité, avec ou sans écran, sachant que, en 2017, les plus jeunes passent quotidiennement près de 10h à les consulter, en particulier le smartphone qui les mobilise 4h par jour environ. En 2019, les jeunes de 16-24 ans passent 16h par jour devant un écran. 59% d'entre eux rapportent des troubles visuels (+ 7 points vs 2016) contre 47 % pour l'ensemble de la population. De même, l'augmentation des prescriptions de lunettes sont passées de 43 % à 55 % entre 2016 et 2017.

Toutefois ces résultats sont issus d'une enquête d'opinion, par une association qui paraît en conflit d'intérêt regroupant l'ensemble des acteurs de la filière de l'Optique Ophtalmique (médecins, paramédicaux, industriels) qui lui ont délégué le rôle de porte-parole auprès du grand public.

V.1.2. Myopie

Les nouvelles technologies audiovisuelles en 3D ont connu un développement rapide ces dernières années. Une recherche bibliographique complète a été menée par l'ANSES, pour évaluer les risques sanitaires potentiels, notamment sur la vision (ANSES, 2010, 2016a).

⁷ ASNAV 2017 : https://cdn.idmailing.net/images/3/asnav/files/COMMUNIQUE_ASNAV_-_RENTREE_2017.pdf

⁸ ASNAV 2019 : baromètre de la santé visuelle. Sondage OpinionWay pour ASNAV

L'avis de l'ANSES de 2011 souligne la difficulté à déterminer l'âge à partir duquel le système visuel a atteint sa maturité, les âges cités dans la littérature scientifique variant en effet de 6 à 10 ans. La technique de la restitution stéréoscopique (en 3D) ne permet pas de respecter le principe physiologique de convergence et d'accommodation. L'accommodation (sur un écran par exemple) et la vergence des yeux (sur un objet situé en avant ou en arrière-plan de cet écran) ne se font pas à la même distance. D'autres symptômes peuvent potentiellement apparaître, notamment des effets liés à l'équilibre postural (vertiges) ou des effets liés à l'appréciation du réel (altération de la perception de l'environnement).

« Chez l'enfant, en particulier avant l'âge de 6 ans, pourraient apparaître des effets sanitaires plus marqués liés au « conflit accommodation-vergence » des yeux, du fait du développement actif du système visuel pendant cette période (accommodation, vergence, maturation des voies visuelles, etc.), et ce d'autant plus que la qualité des contenus 3D, en matière de confort visuel, s'avère très hétérogène, malgré l'existence de recommandations techniques » et l'apparition de nouvelles technologies (holoscopie et holographie).

L'ANSES précise en 2014 « L'exposition à des conflits accommodation-vergence de faible amplitude chez des enfants de 13 à 17 ans peut être plus perturbatrice que l'exposition à des conflits d'amplitude plus importante. Les personnes sujettes à des troubles infra-cliniques spécifiques (déficits vestibulaires, hétérophorie, insuffisance de vergence, strabisme accommodatif, etc.) peuvent faire partie des populations à risque, car elles pourraient présenter un seuil de tolérance plus bas au conflit accommodation-vergence » (ANSES, 2014).

La myopie a une prévalence élevée en Asie avec une incidence pouvant atteindre 96,5%. Les images 3D induisent plus de fatigue oculaire/visuelle que les images 2D. La myopie pourrait être liée à l'accommodation prolongée lors du travail de proximité : on peut observer une myopie transitoire après ce type de travail. Les myopes sont particulièrement sensibles à cette myopie transitoire liée au travail dont la sévérité augmente avec la durée de l'accommodation. Les images 3D nécessitent plus d'accommodation que les images 2D. Les images 3D présentant une disparité croisée, induisent des difficultés de convergence et d'accommodation, inutiles alors que la distance entre les yeux et l'écran est stable. Ce conflit entre l'accommodation et la convergence serait à l'origine de la fatigue visuelle plus importante qu'en image 2D. Dans une précédente étude, Kim et al. (2015) avaient montré que regarder des images en 3D sur un écran d'ordinateur à une distance d'observation de 50 à 70 cm induisait plus souvent un changement transitoire de la myopie que de regarder du contenu 2D. Kim et al. (2015) ont réalisé une nouvelle étude, chez des enfants de 6-12 ans (moyenne $9,23 \pm 1,75$ ans), après exclusion des enfants avec correction insuffisante (myopie $< -6D$) ou pathologie importante de la vision, de la cornée, de la rétine ou du nerf optique, ayant pour objectifs de vérifier s'il y a une évolution de la myopie après vision d'une image 3D ; est-ce que cette évolution est plus importante chez des personnes myopes ; et est-ce que la myopie est transitoire ou dure plus de 10 mn.

Les capacités réfractives de 60 enfants ont été évaluées avant, et 10 mn après, une exposition pendant 50 mn d'images 3D en haute-résolution, à distance de 2,8 m et écran > 55 pouces, lumière suffisante, selon recommandation de International Télécommunication Union. Les enfants ont été classés en deux groupes, un groupe de myopes ($> -0,75 D$) et un groupe de non-myopes. Contrairement à la précédente étude où les enfants regardaient la télévision durant 3h à 50-70 cm, les erreurs de réfraction moyennes ne changeaient pas après avoir regardé la télévision 3D pendant

50 mn à 2,8 m. Toutefois, chez les enfants myopes, l'erreur de réfraction avait changé significativement immédiatement après avoir regardé la télévision 3D ($p < 0,001$) avec un décalage moyen de $0,29 \pm 0,23$ (0,13-1,00). Cependant, ces changements ont disparu après un repos de 10 minutes ; et l'erreur de réfraction avant de regarder la télévision en 3D et après un repos de 10 minutes n'était pas significativement différente ($p = 0,122$).

Si la prévalence de la myopie est élevée en Asie, celle-ci n'était que de 13,1% chez des élèves scolarisés en Inde. Saxena et al. (2017) ont réalisé une étude auprès de 9616 élèves de vingt écoles de Dehli (parmi 9884, soit un taux de réponse de 97,3%), et pratiqué deux examens ophtalmologiques à un an d'intervalle. Les élèves avec une vision d'au moins 6/9,5 étaient considérés comme normaux. Ceux inférieurs à 6/9,5 ou qui portaient des lunettes étaient revus par un opticien, et examinés après dilatation pupillaire à l'atropine. La myopie était définie comme $SE \leq -0.5D$ après un an alors que l'examen était normal initialement. L'auto-questionnaire n'a été donné qu'aux élèves dont la myopie a progressé ou est apparue.

Parmi les 8200 élèves avec vision normale, 275 (3,4% [3,0-3,8]) ont développé une myopie en un an. Cette myopie était plus fréquente chez les jeunes enfants et chez les filles. Parmi les 1279 (/1297 ; 18 absents), 629 soit 49,2% ont aggravé leur myopie ; la progression était de $(-0,27 [-0,24 - 0,42])$, sans différence selon l'âge et le sexe.

En analyse multivariée, en comparant les enfants qui ont aggravé leur myopie ($n = 629$) et ceux pour lesquels la myopie n'a pas évolué ($n = 650$), il n'y avait pas d'association avec l'âge, le sexe, les parents porteurs de lunettes ou le niveau socio-économique, ni avec le temps passé devant la télévision. Le temps passé en activité extérieure était protecteur ($>2h/j$; OR > 14 h/sem. (vs ≤ 14) = 0,54 [0,37-0,79]). L'aggravation de la myopie était liée à la durée devant un écran à lire ou écrire : OR 36-42 h/sem. (vs 28-35j) = 1,62 [0,98-2,67] ; OR $> 42h/sem.$ = 2,1 [1,24-3,56]. De même que le temps passé devant un ordinateur ou à jouer à des jeux vidéo : OR 4-7h/sem. (vs 0-4h) 1,89 [1,42-2,49] ; OR $>7h = 3,53$ [2,51-4,95].

Selon les auteurs, c'est le temps passé dehors, à la lumière naturelle qui semble être le meilleur facteur protecteur, et non la pratique d'une activité physique. Passer 40 min en plus dehors, a montré un certain effet protecteur pour au moins 3 ans selon une étude randomisée basée sur près de 2000 élèves de 6 écoles chinoises dont la moitié avaient bénéficié de 40 min d'activité en extérieur et de conseils aux parents encourageant des activités à l'extérieur hors de l'école.

Toutefois cette étude n'a pas interrogé des élèves "normaux", ni même ceux qui ont développé une myopie entre deux examens. Ces résultats ne peuvent donc s'appliquer qu'à des enfants déjà myopes initialement.

L'ANSES (2019) écrit « La prévalence de la myopie a considérablement augmenté au cours des dernières années touchant plus spécifiquement mais pas uniquement l'Asie. Des études récentes indiquent qu'une augmentation du temps passé à l'extérieur en lumière du jour a un effet protecteur sur le risque de développer une myopie chez les enfants, indépendamment des taux de vitamine D⁹ et sans qu'il n'ait encore été possible de discriminer quel élément dans la lumière artificielle fait défaut : manque de rouge, manque d'UV, absence de rythmicité... La rythmicité spectrale de la lumière du jour est un élément majeur dans le développement de l'œil de l'enfant au cours de sa croissance. »

⁹ à noter que ces études sont à mettre en balance avec les risques sanitaires liés aux expositions UV (Anses, 2005).

L'ANSES (2019) a conclu que l'effet de la lumière riche en bleu sur la myopie est possible (positif ou négatif). Les nourrissons, les enfants, les adolescents, les jeunes adultes (cristallin clair), mais aussi les personnes aphakes (absence de cristallin) et pseudo-phakes (cristallin artificiel) sont particulièrement sensibles.

V.1.3. Lumière bleue

Le fort développement des éclairages à LED (Directive européenne n° 2005/32/CE sur l'éco-conception des produits consommateurs d'énergie) concerne un nombre important d'applications pour l'affichage et la signalisation, certains objets et dispositifs (jouets, objets de décoration, etc.), le rétro-éclairage d'écrans (téléphones mobiles, tablettes, téléviseurs, ...) et l'éclairage intérieur et extérieur (ANSES, 2019).

« Le spectre de lumière émis par des LED peut être plus riche en lumière bleue mais aussi plus pauvre en lumière rouge que la plupart des autres sources lumineuses, naturelles ou artificielles. Le déficit en lumière rouge des LED pourrait priver des effets photoprotecteurs potentiels de ce rayonnement, notamment lors du processus physiologique d'emmétropisation qui se produit dans l'enfance ». (ANSES 2019).

L'exposition à la lumière bleue (400–500 nm) peut être nocive pour la rétine, chez l'adulte (pas d'étude chez l'enfant), en particulier aux doses aiguës, avec des dommages maximaux se produisant autour de 440 nm (Sheppard and Wolffsohn, 2018). Une exposition plus longue et moins intense à la lumière peut également causer des dommages photochimiques. Bien que certaines préoccupations aient été exprimées concernant la lumière bleue émise par les écrans numériques, des recherches récentes ont montré que les faibles niveaux de lumière bleue provenant de tels dispositifs ne représentent pas un risque biologique, même pour une visualisation à long terme. Les nouvelles formes d'éclairage à faible consommation d'énergie, notamment les DEL, émettent moins de rayons infrarouges que leurs prédécesseurs à incandescence, mais beaucoup plus de lumière bleue, ce qui laisse penser que des expositions cumulées nocives pourraient se produire.

Selon l'ANSES (2010), « la lumière bleue nécessaire pour obtenir des LED blanches conduit à un stress toxique pour la rétine. Les enfants sont particulièrement sensibles à ce risque, dans la mesure où leur cristallin reste en développement et ne peut assurer son rôle efficace de filtre de la lumière ».

En 2019, le rapport de l'ANSES a complété : « Parmi les effets sanitaires des LED, ceux liés à la lumière bleue que sont la phototoxicité et la perturbation des rythmes circadiens sont très dépendants de l'âge de la personne exposée. En effet, le cristallin joue notamment le rôle de filtre à lumière bleue dans l'œil et sa transmittance évolue fortement avec l'âge. Les enfants naissent avec un cristallin clair, et avant l'âge de 8 ans, le cristallin laisse passer plus de 80 % des longueurs d'ondes comprises entre 380 et 500 nm. À partir de 25 ans, le filtre cristallinien est optimal et absorbe environ 80 % des ondes de longueur d'onde inférieure à 400 nm, mais laisse passer plus de 50 % des ondes comprises entre 400 et 500 nm. Ce n'est que lorsque le cristallin est cataracté (après 80 ans) que seul 20 % de ces ondes est transmises ».

Certaines études expérimentales, aujourd'hui limitées à l'animal, démontrent une vulnérabilité augmentée de la rétine à la phototoxicité pendant la nuit, en raison d'un rythme journalier de photosensibilité et des effets perturbateurs sur l'horloge rétinienne endogène.

Selon l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS), des LED sont présentes en rétroéclairage dans les écrans d'ordinateur, de tablette ou de téléphone. Elles présentent des luminances très faibles. Dans ces conditions, et compte tenu des données scientifiques actuelles, elles ne

représentent pas de risque pour la rétine. Cependant, l'exposition à des écrans à LED en fin de journée peut perturber l'horloge biologique et avoir des effets négatifs sur le sommeil.

L'effet de la lumière bleue diminue avec la distance par rapport à la source (>50 cm) mais l'usage combiné de nombreuses technologies le soir au moment du coucher (regarder la télévision, jouer à un jeu vidéo et être assis devant son ordinateur) retardent la sécrétion de la mélatonine et perturbent le sommeil (Calamaro et al., 2012). Lorsqu'on filtre la lumière bleue (lunettes, écrans), on réduit effectivement la suppression de sécrétion de la mélatonine, mais cela entraîne une certaine diminution de la qualité du sommeil (y compris les effets sur l'éveil du lendemain) (Souman et al., 2018) et ce filtre n'a aucun effet sur la vigilance provoquée par l'intérêt accru porté à ce que l'on visionne (Bowler and Bourke, 2019). En effet, ce n'est pas tant la lumière bleue que le contenu de l'activité sur écran qui a un effet éveillant. Filtrer la lumière bleue n'a pas d'effet significatif sur le sommeil si le contenu n'est pas intéressant pour l'individu alors que l'effet est significatif, si le contenu intéresse personnellement l'individu (interaction entre les deux facteurs éveillants). Ceci est d'autant plus vrai que l'écran est interactif (Carter et al., 2016). L'augmentation de la vigilance est peut-être utile pour travailler (augmentation concomitante des performances cognitives associée à une attention soutenue, à la mémoire de travail et à la mémoire déclarative) mais délétère avant de se coucher (Cajochen et al., 2011). C'est le deuxième facteur (avec la diminution de la mélatonine) qui explique l'allongement de la latence d'endormissement (c'est aussi vrai pour toute autre activité excitante/éveillante).

En ce qui concerne la durée d'exposition et le pourcentage de lumière bleue qui impactent le sommeil, on ne peut pas tirer de réponse consensuelle car les études n'interrogent pas les participants sur les mêmes durées: cela va de 15-30 min seulement à 5h, dans la journée ou avant le coucher (Bowler and Bourke, 2019).

V.1.4. Autres

Les études sur l'impact des écrans sur la vision ont également comparé l'utilisation d'écran pour lire à la lecture sur papier. Les études sur la lecture ont longtemps porté sur la métacognition, le décodage, les retards à la lecture et toutes les techniques pour améliorer la rapidité et la compréhension. L'introduction de la lecture sur écran a permis de montrer l'intérêt d'une lecture interactive avec accès immédiat à l'information ou à des images audio ou vidéo qui améliorent la compréhension du texte. Mais cette lecture demande plus d'attention au lecteur, mobilise plusieurs processus simultanément (mouvement des yeux, manipulation pour naviguer) et utilise plus de ressources cognitives. Certains chercheurs n'ont pas trouvé de différence dans la compréhension du texte, d'autres ont trouvé qu'il y avait une meilleure compréhension pour la lecture sur papier lorsqu'elle était minutée. La méta-analyse de Kong et al. (2018) avait pour objectifs de comparer la lecture sur papier et la lecture sur écrans - et selon le type d'écrans (ordinateur vs les autres écrans), en termes de rapidité et de compréhension. Sur les 416 articles analysés, seuls les articles s'intéressant à la compréhension (et pas seulement à l'épellation et lecture du mot) ont été pris en compte. Les auteurs ont retrouvé 19 études auxquelles 9 études supplémentaires ont été ajoutées. Ils ont analysé 17 des 28 études présélectionnées avec effectifs suffisants.

En raison d'effectifs faibles et très variables d'une étude à l'autre, les auteurs ont utilisé le facteur g de Hedges. Les lecteurs avaient des résultats de compréhension plus élevés en lecture sur papier que sur écran ($g = -0,21$ [- 0,38 à - 0,03], $p = 0,02$). Il n'y avait pas de différence en termes de vitesse de lecture entre la lecture à l'écran et la lecture sur papier (différence de vitesse de lecture = 0,48 [-0,15

à 1,11], $p = 0,11$). Ces résultats n'ont pas été modifiés avec les années de publication ; il n'y a pas d'évolution de rapidité ou de compréhension avec le temps. Toutefois, il sera nécessaire d'avoir des études basées sur un plus grand nombre d'enfants ou d'inclure de très jeunes enfants avec une exposition forte aux écrans.

Malgré peu de comparaison possible, nous pouvons toutefois présenter l'étude récente de Mangen et al. (2019), qui bien que concernant des adultes, ne donne pas les mêmes résultats. Cette étude a comparé la lecture sur tablette ('Kindle') et dans un livre, du même texte avec la même taille de caractères. Cette étude n'a pas montré de différence sur la durée, la vitesse et la compréhension du texte. Par contre, les adultes avaient une meilleure capacité à repérer où se trouve une partie du texte dans un livre que dans une tablette, en raison d'une meilleure vision dans « l'espace » selon les auteurs.

V.1.5. Application des mesures

Les recommandations émises par les différentes instances ne sont pas toujours appliquées. Des équipes se sont donc penchées sur les difficultés rencontrées pour les faire appliquer.

Chang et al. (2018) ont réalisé une étude transversale sur un échantillon aléatoire stratifié d'élèves de 10-11 ans de 30 écoles primaires de Taiwan et sa région (refus de 17 écoles), soit 2621 élèves. La moyenne d'exposition aux écrans était de 3,5 heures/jour : Soit smartphones = 7h/sem., ordinateur = 5h/sem., tablettes = 4h/sem., télévision = 10h/sem. 68,6% des garçons et 65,3% des filles étaient exposés à plus de 2h/j d'écrans, seuil recommandé par l'American Academy of Pediatrics. Les enfants de milieu défavorisé, de parents divorcés ou avec des résultats scolaires faibles appliquaient moins les consignes de protection des yeux. Les parents qui annoncent informer leurs enfants sur les bonnes pratiques de protection des yeux sont moins souvent des parents divorcés, ou à faible niveau d'étude ou à faible caractéristique socio-économique.

Le temps passé à l'écran par les enfants était corrélé positivement avec le temps passé à l'écran par leurs parents ($r = 0,120$). Le temps passé à l'écran par les enfants augmentait si leur perception du risque diminuait ($r = -0,120$), de même pour le niveau de médiation parentale ($r = -0,162$) et le niveau d'efficacité de la médiation parentale ($r = -0,200$). En revanche, le comportement des enfants en matière d'attitude de protection des yeux augmentait avec leur perception du risque ($r = 0,193$) et le niveau de médiation de leurs parents ($r = 0,245$), mais diminuait avec l'augmentation du temps passé devant les écrans ($r = -0,421$).

En analyse multivariée, les mères avec un haut niveau socio-économique, conscientes des risques des écrans pour la vision, mettaient plus souvent en place la médiation avec leurs enfants et avec plus d'efficacité. Les garçons issus de famille monoparentale, dont les parents apportaient moins d'information sur les consignes de protection des yeux passaient plus de temps devant les écrans ($p < 10^{-4}$) et avaient de moins bons résultats scolaires. Les enfants, quel que soit leur sexe, protégeaient mieux leur vision ($p < 10^{-4}$) lorsque leurs résultats scolaires étaient bons, leurs parents étaient mariés et leurs parents effectuaient une médiation avec eux, quel que soit le temps passé par leurs parents devant les écrans ($p = 0,08$). Le milieu socio-économique n'était pas significativement associé ni au temps passé ni à l'application des consignes en matière de protection des yeux.

Cette étude a permis de montrer qu'une médiation efficace des parents et enfants, peut compenser les inégalités socio-économiques, et confirme les études qui montrent que l'augmentation de l'activité extérieure améliore la vision.

Il faut cependant noter que cette étude est basée sur du déclaratif et que les items sont peu précis « utiliser en bonne position, ne pas utiliser sur une table, utiliser à au moins 35 cm de l'écran, avec une bonne lumière ».

Le baromètre de la santé visuelle de l'ASNAV est une enquête par quota auprès de 309 jeunes de 16-24 ans. Parmi ceux-ci, 62% sollicitent davantage leur vue que par le passé dont 40% à cause des écrans. 2% font systématiquement des pauses devant l'écran et 32 % souvent (soit -10% par rapport à la précédente enquête). 75% des 16-24 ans ont déjà ressenti des troubles visuels à cause du temps passé devant un écran (soit augmentation de 24% depuis dernière enquête), dont 26% souvent. Et 28% ont, de ce fait, changé leur comportement, réduit le temps passé devant les écrans (aménagement du poste de travail, plus grande distance entre les yeux et l'écran, respect d'une pause régulière...).

En conclusion, il n'existe pas de preuve de l'altération de la vision par l'exposition aux écrans. En revanche, nous ne pouvons exclure qu'une distance entre les yeux et l'écran trop faible et une exposition prolongée à la lumière bleue des écrans aient des effets sur la vision.

Conclusions :

Il n'existe pas ni de consensus, ni de preuve d'effets de l'exposition aux écrans sur la vision des enfants et des adolescents, ce qui ne signifie pas qu'ils n'existent pas. Plusieurs effets potentiels ont été évoqués sans pour autant avoir été démontrés et plusieurs travaux émettent des recommandations en particulier pour les jeunes enfants en raison d'un développement visuel long des premiers mois de la vie jusqu'à l'âge de 16 ans. L'utilisation prolongée d'appareils électroniques avec écrans peut potentiellement entraîner des symptômes oculaires et visuels tels que gêne oculaire, fatigue oculaire, sécheresse oculaire, maux de tête, vision floue et même vision double. La présence de lumière bleue conduit à un stress toxique pour la rétine et des lésions du cristallin. L'utilisation prolongée des écrans pourrait conduire à une myopie et, pour certains auteurs, l'épidémie de myopie serait mondiale. En revanche, les effets néfastes de la lumière bleue diffusée par les écrans et des lumières LED de certains jeux ont été constatés sur le rythme circadien et plus précisément sur la qualité du sommeil.

Recommandations :

- respecter une distance entre soi et l'écran d'au moins 50 cm ;
- réduire la durée d'exposition ;
- limiter l'exposition à la lumière bleue avant le coucher ;
- supprimer l'exposition à la lumière bleue dans la chambre des enfants ;
- filtrer au maximum la lumière bleue ;
- favoriser les activités en extérieur afin de protéger les enfants de la myopie.

La position de l'écran doit tenir compte de la taille de l'enfant et ses pieds doivent être reposés sur le sol. La luminosité de la pièce doit être ni trop faible ni trop forte.

Les recommandations sont de ne pas utiliser les écrans avant l'âge de 2 ans, et de 6 ans pour les images en 3D. Les écrans doivent être utilisés sur des durées de 30 mn à une heure avec un repos de 10 mn. Jusqu'à l'âge de 13 ans, les images 3D ne sont pas recommandées au-delà de 50 mn.

La médiation parentale pour faire appliquer ces mesures est efficace.

V.2. L'audition

Peu d'études se sont intéressées à l'impact de l'utilisation des écrans sur la fonction auditive et il s'agit plutôt de l'impact du son des appareils mobiles que de l'écran en lui-même.

Dans son rapport de 2016, l'ANSES (2016) se base d'une part sur des études chez l'homme, d'autre part sur des modèles animaux.

« Sudan *et al.* (2013) ont utilisé les données de la *Danish National Birth Cohort* (DNBC) pour étudier la perte d'audition chez les enfants exposés *in utero* au téléphone mobile (Exposition *in utero* et durant la petite enfance. Mères issues de la Danish National Birth Cohort. 52 680 enfants.). Des entretiens ont été réalisés auprès de femmes enceintes, puis à l'âge de 6 mois, 18 mois et 7 ans de l'enfant. Au total, 52 680 enfants ont été inclus. Une association à la limite de la significativité (OR = 1,21 [IC 95% : 0,99–1,46]) est retrouvée entre l'exposition post natale au téléphone mobile et la perte d'audition chez les enfants de 7 ans. Cette étude est de bonne qualité, les principaux biais méthodologiques sont maîtrisés, on notera cependant que les expositions liées aux autres appareils sonores n'ont pas pu être prises en compte. D'autres études seraient nécessaires pour explorer cette question ».

Chez l'animal, deux études provenant de la même équipe ont exploré les effets des radiofréquences sur la fonction cochléaire auditive du lapin (Budak *et al.*, 2009a, 2009b). En fonction de la période d'exposition, les animaux exposés présentent des variations dans l'amplitude des DPOAEs (*distortion product otoacoustic emissions*). La fenêtre d'exposition *in utero* choisie (GD 15 – GD 22) correspond à la période de transition entre l'embryogénèse et l'organogénèse, dans la 1^{ère} étude et des lapereaux âgés d'un mois (PND 30 – PND 37) et un groupe de lapins adultes âgés de 13 mois dans la 2^{ème} étude (Budak *et al.*, 2009).

Cependant, ces deux études provenant de la même équipe et présentant des limites méthodologiques, méritent d'être reproduites, notamment sur un rongeur (rat ou souris). Par conséquent, les éléments de preuve disponibles ne permettent pas de conclure à l'existence ou non d'un effet des radiofréquences sur la fonction auditive.

L'ANSES précise : « Les éléments de preuves disponibles ne permettent pas de conclure à l'existence ou non d'un effet des radiofréquences sur les fonctions auditives ni dans les modèles animaux, ni dans les études cliniques ou épidémiologiques chez l'enfant ».

L'ANSES ajoute : « Cependant, en raison de l'absence d'étude sur les effets d'une exposition chronique (à long terme) sur les fonctions auditives, un éventuel risque à long terme ne peut être exclu. De plus, la possibilité d'apparition de lésions auditives dues à une utilisation intensive du téléphone mobile et à une exposition au bruit (et non aux radiofréquences) ou à l'électronique du téléphone (batterie par exemple) ne peut pas non plus être négligée ».

La revue de littérature de Balbani and Montovani (2008) précise que les radiations issues des radiofréquences diffèrent des rayons X et gamma et ne peuvent donc déstabiliser les électrons ou provoquer des cassures de l'ADN. Elles peuvent toutefois provoquer un échauffement. Elles pourraient provoquer une induction de la force électrique et une augmentation de la synthèse des protéines liée au choc thermique dans les cellules, à l'origine de potentiels cancers. Mais aucune étude n'a montré que les radiofréquences provoquent des tumeurs. Les radiofréquences peuvent également modifier l'activité électrique du système nerveux central. Le taux d'absorption des ondes

varie selon le type de téléphone mobile, le mode de transmission, la distance à la tête et la station de base. La limite maximale recommandée de 10 W/kg est loin d'être atteinte car en moyenne les matériels digitaux sont en dessous de 1 W/kg.

Les différentes études n'ont pas montré d'association entre l'exposition à un téléphone mobile, quelle que soit la durée ou la fréquence d'utilisation, et l'apparition de tumeurs du système nerveux central. De plus, les tumeurs du lobe temporal surviennent plutôt du côté opposé à l'utilisation habituelle du téléphone mobile. Toutefois, l'utilisation de téléphones plus récents, avec une technologie digitale (et donc des ondes de plus faible puissance et plus haute fréquence) est plus de 4 fois plus à risque de développer des neurinomes de l'acoustique (RR = 4,4 [2,1-9,2]), d'autant plus importante que l'utilisation était longue (15 ans). Mais ces études ont été contredites par une étude danoise auprès de 420095 personnes (RR de 0,95 [0,8-1,1]), mais la durée d'utilisation du téléphone mobile n'était que d'un à deux ans.

Il n'a pas été retrouvé d'effet à court terme de l'utilisation de téléphone mobile. Sur les animaux, il a été retrouvé un effet à long terme avec distorsions des émissions oto-acoustiques chez les nouveaux-nés après exposition de l'adulte à des radiations pendant 30 jours ou deux mois. Mais aucun effet dose-réponse n'a été trouvé, ni de lien entre le côté de l'oreille atteinte et l'effet obtenu. Il n'a pas non plus été trouvé d'effet des radiations sur le système vestibulaire chez des hommes volontaires.

Au total, il n'y a pas d'évidence que les radiations provenant des téléphones mobiles puissent causer des lésions cochléo-vestibulaires. Il reste un doute sur les neurinomes de l'acoustique après utilisation sur une longue période. Mais aucune de ces études n'a été conduite chez des enfants et l'impact de l'utilisation des radiofréquences est inconnu.

La revue de littérature de Khan et al. (2018) avait pour objectif de faire le point (fréquence, efficacité, limites, adhésion...) sur les programmes éducatifs et préventifs sur les recommandations en matière de protection contre le bruit.

En effet, l'utilisation d'appareil d'écoute par les jeunes les expose à des bruits forts, entraînent souvent des acouphènes passagers comme effet immédiat et des lésions auditives irréversibles en cas d'exposition prolongée. Dans leurs activités de loisirs, les niveaux sonores peuvent varier entre 99,8 et 140 dB, ce qui, même pour une exposition à court terme, pourrait avoir un impact négatif sur la capacité auditive. Pour limiter les effets d'une forte exposition au bruit, l'utilisation de protections auditives, l'augmentation de la distance par rapport à la source du bruit ou l'utilisation d'enceinte sont recommandées.

Les interventions étaient axées sur l'éducation et visaient à accroître les connaissances des utilisateurs en matière de bruit et d'audition, dans le but d'influencer le comportement de conservation de l'audition : sources de bruit fort, attitudes positives à l'égard de la conservation de l'ouïe, la perte auditive due au bruit et l'utilisation de protections auditives. Exceptée une étude, il n'y avait pas de groupe contrôle ou pas de randomisation, ou pas de définition du contenu de l'intervention ou de la communication réalisée, ou effectif très faible. Les résultats ne sont pas probants ou lorsqu'il y a une efficacité (sur le port d'un écouteur par exemple), ils ne perdurent pas dans le temps. Les messages publicitaires à la radio et à la télévision et les messages textuels sur les téléphones portables peuvent transmettre brièvement mais efficacement les connaissances de base sous la forme de rappels. Des applications téléphoniques gratuites ou peu coûteuses pour la mesure du bruit pourrait contribuer à la prise de décision des jeunes quant à la nécessité et au choix de

dispositifs de protection auditive. Il manque donc d'études de qualité alors qu'il s'agit d'une priorité de santé publique, selon les auteurs.

Conclusions :

Peu d'études se sont intéressées à l'impact de l'utilisation des écrans sur l'oreille et l'audition. Un éventuel risque à long terme lié aux effets des radio fréquences ne peut être exclu. La possibilité d'apparition de lésions auditives dues à une utilisation intensive du téléphone mobile et à une exposition au bruit (et non aux radiofréquences) ou à l'électronique du téléphone (batterie par exemple) ne peut pas être négligée.

Recommandations :

- Des habitudes d'écoute saines doivent être établies dès le plus jeune âge ;
- les messages d'information sur les risques liés au bruit sont insuffisamment portés.

V.3. Les effets sur les fonctions cognitives et langagières (troubles de l'apprentissage)

Chez le jeune enfant, un développement cognitif optimal est caractérisé par l'émergence et le développement de capacités et de compétences cognitives dans de nombreux domaines, y compris le langage et les fonctions exécutives (c'est-à-dire la capacité de réguler l'attention et l'action).

Les recherches publiées au sujet du lien entre l'exposition des enfants aux écrans et leur développement ne permettent pas de conclure formellement. Les effets des écrans sur le développement des jeunes enfants (< 6ans) sont traités au chapitre IV.1.

V.3.1. Des associations entre temps d'exposition, développement cognitif et attention

Une revue systématique, en compilant les données de 37 études basées sur près de 15 000 enfants de moins de 6 ans évalués en 2014, s'est intéressée aux effets de comportements d'exposition sédentaires sur le développement cognitif (à savoir le langage, la cognition numérique, les fonctions exécutives et la conceptualisation). Les quatre principaux comportements dans les études étaient le temps d'exposition aux écrans (majoritairement la TV), la lecture, un contenu télévisé destiné aux enfants et un contenu télévisé réservé aux adultes. Les résultats montrent que le temps passé devant les écrans semble provoquer des effets délétères ou aucun effet sur le développement cognitif avec des niveaux de preuve faibles à modérés. Ainsi, un temps élevé passé sur écran, que ce soit de contenus télévisés spécifiques aux enfants ou de contenus spécifiques aux adultes, ne présentait aucune association positive avec le développement cognitif dans respectivement 38%, 8% et 25% des études alors que la lecture présentait une association positive dans 60% des associations rapportées (Carson et al., 2016).

Les effets de la télévision sur le développement du jeune enfant dépendent, entre autre, des caractéristiques individuelles de l'enfant, du contexte familial, du contexte social et des caractéristiques du contenu regardé (Kostyrka-Allchorne et al., 2017).

De plus, les effets étudiés dépendent de l'âge de l'enfant. Ainsi en est-il des contenus éducatifs qui amélioreraient les compétences scolaires de base des enfants. Chez l'enfant de moins de deux ans, tout contenu télévisuel (éducatif ou non) est associé à des conséquences développementales négatives, notamment sur les fonctions exécutives. Regarder la télévision en bas âge perturbe les jeux de l'enfant ; réduit la qualité et la quantité des interactions enfant-parent et est associé à des comportements inattentifs / hyperactifs, et à un retard du langage, au moins à court terme. Concernant l'apprentissage, les enfants de moins de 3 ans apprennent moins à la télévision que par le biais d'une démonstration réelle (Kostyrka-Allchorne et al., 2017).

On retrouve une association positive entre la fréquence du trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (TDAH) et la consommation journalière des écrans, en particulier la télévision si la durée est de plus de 7 h par jour (Foster and Watkins, 2010). L'étude de Foster and Watkins (2010) a montré que les enfants exposés à la télévision sont ceux qui ont le plus de troubles de l'attention à 7 ans, mais que cet effet ne s'observe qu'en cas d'exposition de plus de 7 heures par jour entre 1 et 3 ans. On pourrait aussi soutenir, d'un point de vue comportementaliste, que ce sont les enfants qui ont le plus de troubles de l'attention qui regardent le plus la télévision. Le manque d'études longitudinales limite le poids des preuves, car les études transversales ne donnent qu'une idée partielle de ce qui peut se passer. En l'occurrence, l'étude de Foster and Watkins (2010) a une composante longitudinale puisque les enfants sont testés à 7 ans par rapport à une exposition précoce, mais elle se heurte au fait que les troubles de l'attention ne sont diagnostiqués souvent que tardivement (Foster and Watkins, 2010).

En revanche, les effets indirects sont possiblement impliqués dans le déterminisme (ou la causalité) des phénomènes associés à l'usage des écrans. Ainsi, plusieurs travaux ont mis en évidence une association entre un sommeil altéré et un déficit d'attention (Cao et al., 2018). L'exposition aux écrans par son effet sur la durée et la qualité du sommeil pourrait avoir un impact sur le niveau attentionnel des enfants (cf. Chap. III.6).

V.3.2. De potentiels effets positifs sur l'apprentissage

Il a été observé que les enfants d'âge préscolaire peuvent apprendre aussi bien des présentations vidéo qu'à partir de présentations directes en présentiel, et ce dans l'acquisition de mots, l'imitation d'actions et la recherche d'objets. De nombreuses théories cognitives ont été proposées pour expliquer les changements de développement accompagnant l'apprentissage avec la télévision, mais le mécanisme neuronal sous-jacent n'est pas clair (Moriguchi and Hiraki, 2014).

Une méta-analyse englobant 171 055 participants, comparait la lecture de textes sur papier et sur des appareils numériques chez des enfants du 1^{er} degré à des étudiants de 1^{er} cycle (Delgado et al., 2018). Globalement, les résultats sont en faveur d'une meilleure lecture et compréhension d'un texte écrit que d'un texte sur écran. Les analyses s'appuient sur le fait que la compréhension d'un texte est meilleure sur papier lorsque la lecture est réalisée dans un temps limité versus un rythme personnel de lecture. La nature du texte est également un facteur explicatif des résultats : il n'existe pas de différence de compréhension pour un texte narratif qu'il soit en version papier ou numérique alors que la lecture est meilleure avec la version papier pour des textes informatifs. Enfin, un résultat intéressant est que l'hypothèse selon laquelle les plus jeunes générations confrontées depuis leur jeune âge aux écrans seraient plus à l'aise pour lire un texte à l'écran versus un texte sur papier, n'est pas vérifiée. Dans le même ordre d'idée, une autre méta-analyse sur la comparaison de la lecture à l'écran et de la lecture sur papier a montré que la lecture sur papier était meilleure que la lecture à l'écran en termes de compréhension en lecture, et qu'il n'y avait pas de différence significative entre

la lecture sur papier et la lecture à l'écran en termes de vitesse de lecture (Delgado et al., 2018; Kong et al., 2018).

L'efficacité de l'utilisation de tablettes électroniques pour l'enseignement a aussi été étudiée, mais sans résultats concordants.

Les jeux vidéo actifs sont de plus en plus utilisés dans le traitement des enfants atteints de troubles du développement, tels que le trouble du spectre de l'autisme (Durkin, 2010). Il a également été démontré que les jeux vidéo aidaient les enfants en cours de chimiothérapie ou de psychothérapie, les enfants présentant des problèmes émotionnels et comportementaux (par exemple, le trouble déficitaire de l'attention) et les enfants présentant des problèmes médicaux et de santé (par exemple, la dystrophie musculaire) (Griffiths, 2003).

Dans certaines études américaines, durant l'équivalent de la période du primaire, les élèves présentant des troubles d'apprentissage spécifiques diagnostiqués ont amélioré leurs capacités en écriture, orthographe et syntaxe après des cours d'écriture sur tablette (Berninger et al., 2015). Il en est de même en mathématiques (McKenna et al., 2015). Chez des enfants d'âge préscolaire (4 à 6 ans), une étude américaine récente a confirmé ces résultats, soulignant qu'une expérience tactile sur tablette était plus bénéfique qu'avec un stylet. Cependant, l'avantage de l'utilisation pour le dessin ou l'écriture des tablettes par rapport au papier n'est pas démontré (Patchan and Puranik, 2016).

Chez les enfants présentant des retards et des troubles du comportement moteur, les résultats semblent plus positifs et l'interaction avec les jeux vidéo "exergame" apparaissent apporter des améliorations dans les apprentissages (Page et al., 2017). Les revues systématiques et méta-analyses sur l'apport des "exergames" pour le développement moteur des enfants ayant un retard ou des troubles moteurs observent de meilleurs résultats au niveau moteur avec l'usage des vidéos plutôt que des interventions de type plus traditionnel, bien que ni le nombre, ni la qualité des études ne permettent réellement de conclure (Page et al., 2017).

Si nous ne pouvons nier un intérêt pour le développement d'outils numériques pour aider aux apprentissages et au développement de comportements de santé, il n'en reste pas moins vrai que nous ne pouvons pas conclure actuellement dans un sens ou un autre (Benzing and Schmidt, 2018).

V.3.3. Développement cérébral et exposition aux écrans

Les travaux n'apportent pas de preuve quant à un effet néfaste de l'utilisation d'internet sur le développement du cerveau de l'adolescent (Mills, 2014). Des preuves vont de plus en plus dans le sens que le temps passé en ligne ne remplace pas le temps consacré à d'autres activités associées à la santé et au bien-être. L'utilisation modérée d'internet, en particulier pour l'acquisition d'informations, favorise le développement. Les auteurs de cette publication concluent que l'utilisation intensive d'internet et des jeux vidéo serait d'avantage une manifestation de troubles mentaux que leur cause (Romer et al., 2013). Appuyé sur l'étude américaine Adolescent Brain Cognitive Development (ABCD concernant 10 000 enfants âgés de 8 à 20 ans), l'étude de Paulus et al. (2019) visait à établir un lien entre l'utilisation des médias et les caractéristiques structurelles du cerveau. Les résultats montrent des associations significatives mais complexes. Certaines structures cérébrales associées à l'utilisation des médias, sont associées à une performance cognitive plus faible, mais d'autres à une meilleure. Cette diversité de résultats constitue un message de santé publique important, en ce sens que l'exposition aux écrans des médias n'est pas simplement "mauvaise pour le cerveau" ou "mauvaise pour le fonctionnement lié au cerveau" mais que les relations sont plus complexes et évoluent dans le temps. Des études longitudinales avec neuro-

imagerie sont nécessaires pour mieux appréhender les effets et les conséquences sur le développement cérébral de cette stimulation par les écrans.

Conclusions :

L'analyse de la littérature sur les effets potentiels des écrans sur le développement cognitif de l'enfant et ses apprentissages sont contradictoires ; certains travaux observent des effets négatifs sur l'acquisition du langage alors que d'autres notent des améliorations des apprentissages.

Nul doute que dans ce domaine, les essais randomisés contrôlés et les études longitudinales contrôlant les facteurs de confusion font cruellement défaut.

Le point de convergence que nous pouvons trouver à ces travaux est l'importance de l'interaction entre l'enfant et l'adulte lors de l'utilisation de l'écran, l'écran ne remplaçant pas de toute façon l'interaction avec son enfant.

Si nous ne pouvons nier un intérêt pour le développement d'outils numériques pour aider aux apprentissages et au développement de comportements de santé, il n'en reste pas moins vrai que nous ne pouvons pas conclure actuellement dans un sens ou un autre.

Recommandations :

- Encadrer l'utilisation des écrans par un adulte interagissant avec l'enfant ;
- Utiliser les écrans avec un objectif pédagogique bien identifié ;
- Maintenir un temps important à d'autres activités que l'utilisation des écrans.

V.4. Les troubles de la santé mentale et les conséquences sur les relations familiales et sociales

V.4.1. Des risques potentiels

Il existe une forte corrélation entre une symptomatologie dépressive et le temps passé par les adolescents devant un écran dans un cadre sédentaire (ordinateur, télévision...) (OR=1,12; 95% CI 1,03 à 1,22) (Liu et al., 2016b). Néanmoins, ces effets négatifs apparaissent seulement à partir de 2 à 3 heures devant un écran (Hoare et al., 2016; Liu et al., 2016). Le risque est encore accru chez les adolescents de moins de 14 ans, ce qui peut être expliqué par le fait que les enfants plus jeunes sont plus vulnérables aux informations négatives résultant de l'utilisation des écrans connectés à internet (Liu et al., 2016).

Les symptômes dépressifs ont été évalués chez 8 256 élèves âgés de 10 à 16 ans (moyenne = 11.5 ans) ainsi que l'activité physique. Des niveaux d'activité physique plus élevés chez les enfants et les jeunes adolescents (et moins d'utilisation des écrans) sont associés à des symptômes dépressifs plus faibles. Spécifiquement, être actif après l'école (OR = 0.70; 0.58, 0.85; p < 0.001), être actif dans les cours d'éducation physique (OR = 0.77; 0.69, 0.86; p < 0.001), participer grandement à des sports d'équipe à l'école (OR = 0.77; 0.67, 0.88; p < 0.001) et en dehors de l'école (OR = 0.84; 0.73, 0.96; p = 0.01). Pour les 12-14 ans, l'utilisation plus faible de l'écran était associée à une probabilité plus faible de symptômes dépressifs (OR = 0.77; 0.59, 0.99; p = 0.04) (Kremer et al., 2014).

En 2014, une méta-analyse basée sur 80 études a estimé la prévalence du cyberharcèlement (harcèlement en ligne) chez les jeunes de 12 à 18 ans à 15 %, quand la prévalence du harcèlement

"traditionnel" se situait autour de 35 %, avec une corrélation assez forte entre ces deux phénomènes (Modecki et al., 2014).

Le cyberharcèlement est corrélé à des problèmes de santé mentale, tant chez les cyberharceleurs que chez les cyberharcelés. En effet, ils ont davantage de problèmes émotionnels et psychosomatiques que les autres adolescents et de plus grandes difficultés sociales. Le cyberharcèlement est significativement associé à des symptômes dépressifs modérés à sévères, un stress émotionnel, une anxiété sociale, des idées suicidaires et des tentatives de suicide. On estime que le fait de passer plus de 3 heures par jour sur internet est un facteur de risque associé au cyberharcèlement (Bottino et al., 2015).

Un échantillon aléatoire stratifié de 1000 jeunes de 9 à 16 ans qui utilisent internet et d'un de leurs parents a été interrogé en Mai et Juin 2010 en France (dans le cadre de l'étude EU Kids Online portant sur 25 pays européens). Les résultats font état de 29 % des 9-16 ans disant avoir vu des images à caractère sexuel en ligne lors des douze derniers mois. Ce pourcentage est plus élevé que la moyenne européenne (14 %). Ce chiffre est de 40 % pour les 13-14 ans et 43 % pour les 11-16 ans. Parmi ces enfants, seulement la moitié des parents est au courant. Un tiers des enfants exposés dit avoir été dérangé par ces images. Les effets des contenus sexuels sur le psychisme des enfants et des adolescents n'ont pas été suffisamment étudiés de façon significative (Livingstone et al., 2011).

En cohérence avec les études qui identifient un effet dose plus important chez les filles que chez les garçons (Finne et al., 2013), les dommages pour la santé mentale liés à l'utilisation très fréquente des réseaux sociaux chez les filles peuvent être dus à une combinaison d'exposition à la cyber-intimidation ou à des problèmes de sommeil ou à une activité physique, alors que d'autres mécanismes semblent fonctionner chez les garçons (Viner et al., 2019). Le type d'écran pourrait expliquer les divergences de résultats obtenues: certains travaux font l'hypothèse que, chez les adolescents garçons, le temps passé à jouer devant les écrans pourrait être considéré comme une activité sociale positive (Finne et al., 2013).

V.4.2. De possibles bénéfices

Internet peut aussi présenter une influence positive, comme une moindre solitude (communautés en ligne). L'influence positive d'internet sur le bien-être psychologique des adolescents a été essentiellement remarquée en cas d'utilisation modérée. Le potentiel d'Internet, en tant que moyen d'intervenir pour lutter contre les comportements suicidaires et l'automutilation, présente en revanche des résultats mitigés, mais est généralement perçu de manière positive par les adolescents (Marchant et al., 2018). Une étude menée auprès de 1 060 adolescents aux États-Unis a révélé que 57 % des 13 à 17 ans s'étaient fait un nouvel ami en ligne, tandis que 68 % ont déclaré avoir "bénéficié d'un soutien social en utilisant les nouvelles technologies en des temps difficiles ou difficiles" (Bell et al., 2015). Ce dernier point est ressorti des travaux menés au Royaume-Uni par la Société royale de la santé publique (RSPH), près de sept adolescents sur dix ayant déclaré avoir reçu un "soutien social" par ces médias en des temps difficiles (Royal Society of Public Health, 2017). L'étude de (Orben and Przybylski, 2019) qui a porté sur 350 000 adolescents a montré que l'utilisation du numérique n'explique que 0,4 % des variations interindividuelles du bien-être des adolescents (troubles anxio-dépressifs, problème d'interactions sociales).

Il n'y a pas d'association entre le temps passé sur les réseaux sociaux et les indicateurs positifs (bonne estime de soi et satisfaction de sa vie). En outre, il n'a pas été trouvé d'effet dose/réponse

entre le temps passé sur les réseaux sociaux et le bien-être psychologique des adolescents (Huang, 2017). L'influence de l'utilisation non pathologique (i.e., hors addiction) des jeux vidéo sur la dépression des enfants et adolescents n'est pas démontrée (Prescott et al., 2018).

Les études disponibles montrent que la thérapie cognitivo-comportementale pourrait être adaptée en ligne pour le traitement d'affections psychiatriques telles que l'anxiété. Cependant, davantage d'études à la méthodologie solide sont nécessaires dans ce domaine (Bry et al., 2018; Vigerland et al., 2016).

Les adolescents (14 ans en moyenne, 78% de filles) se perçoivent, et sont perçus par leurs parents, comme des formateurs, leur enseignant comment utiliser les médias numériques (smartphones et tablettes) et leurs applications. Par conséquent, les enfants influencent leurs parents sur l'usage de ces médias. En outre, en inversant les rôles éducatifs dans la famille, les enfants enseignant à leurs parents, il semble que les conflits entre les parents et les enfants soient plus nombreux, surtout avec les adolescents les plus jeunes, qui sont agacés ou frustrés par le manque de connaissances technologiques de leurs parents, et surtout dans les familles où existent déjà d'autres conflits parents-adolescents (Nelissen and Van den Bulck, 2017).

Conclusions :

L'effet des écrans sur le bien-être mental et social des adolescents n'est ni linéaire, ni néfaste. Certains auteurs montrent qu'une utilisation modérée des écrans permet aux adolescents d'être moins isolés. En revanche, les adolescents vulnérables, en particulier les jeunes filles, peuvent être soumis à des effets négatifs par une utilisation excessive des écrans. La contradiction des résultats fait une nouvelle fois apparaître des déterminants liés à la vulnérabilité des adolescents et liés à leur environnement éducatif et socio-économique.

Recommandations :

- Expliciter les objectifs d'utilisation des écrans ;
- Éduquer les enfants et les adolescents aux risques potentiels du numériques ;
- Maintenir des liens sociaux en présentiel.

V.5. Effets de l'exposition et de l'usage des écrans sur le sommeil du bébé à l'adolescent

De nombreuses études ont évalué la relation entre la présence et ou l'usage des écrans et le sommeil (Carter et al., 2016; Hale and Guan, 2015; Thomée, 2018). Les effets sur le sommeil peuvent être de différentes natures : quantité de sommeil insuffisante, temps de sommeil total (TST) raccourci et qualité de sommeil altérée. Or, le déficit de sommeil peut être un meilleur indice pour examiner ces relations que la simple durée de sommeil auto-déclarée, car tout va dépendre du besoin en sommeil, de la mauvaise qualité de sommeil (difficulté à s'endormir et/ou réveils nocturnes et/ou sommeil non réparateur), de la variabilité ou l'irrégularité (différence de TST, d'heures de lever et de coucher entre les jours de semaine, et entre les jours de semaine et les jours de week-end) et la somnolence ou les endormissement diurnes, les siestes trop longues ou mal placées. Les résultats diffèrent entre les études du fait aussi de l'année de publication, car les technologies changent (téléphone vs smartphone par exemple), et que la télévision est délaissée à la fois par les adolescents au profit du smartphone devenu le couteau suisse de l'accès à tout (films, séries, informations, jeux vidéo,

réseaux sociaux, messagerie, téléphone, photographie, tutoriels, etc), et par les parents pour les jeunes enfants au profit de la tablette. Le temps passé à utiliser un écran ne renvoie pas aux mêmes usages (vidéo, réseaux sociaux, loisirs, étude, ou jeux vidéo, ou tout ça en même temps), ni aux mêmes moments (certains interrogent les participants sur l'usage au moment du coucher, d'autres à la fois dans la journée et le soir).

V.5.1. Des effets dépendants du type d'écran

La seule présence de **la télévision** dans la chambre est associée à des problèmes de sommeil chez des 6-10 ans (Calamaro et al., 2012), et chez des 9-10 ans (Heins et al., 2007), même si ce n'est pas le facteur le plus prédictif. Regarder la télévision au moment du coucher retarde de manière significative l'heure du coucher et diminue le temps de sommeil total, en semaine par rapport au week-end, chez les adolescents plus âgés comparés aux plus jeunes, et surtout chez les garçons (Hale and Guan, 2015).

Les enfants ayant une télévision dans leur chambre se couchent nettement plus tard les jours de semaine et de week-end et se lèvent nettement plus tard les jours de week-end que ceux qui n'ont pas la TV dans la chambre. Dans l'ensemble, ils passent moins de temps au lit en semaine et rapportent des niveaux de fatigue très élevés. Ce n'est pas tant la présence de la télévision dans la chambre qui s'associe à une plus grande fatigue mais bien le fait de la regarder trop souvent (Van den Bulck, 2004).

D'un point de vue des données sociodémographiques, moins la mère est diplômée et plus le revenu du ménage est faible, plus le très jeune enfant a un téléviseur dans la chambre (Helm and Spencer, 2019).

Chez les enfants (6-10 ans), il n'y a pas de différence en termes de sommeil entre ceux qui ont un **ordinateur** fixe dans la chambre et ceux qui n'en ont pas (Calamaro et al., 2012). Chez les adolescents, plus ils utilisent l'ordinateur à l'heure du coucher, plus l'heure de coucher est tardive (50 min de moins par rapport à ceux qui ne l'utilisent pas) et plus le temps de sommeil total est raccourci en semaine (lever matinal pour l'école).

Lorsque l'usage renvoie aux jeux vidéo, la latence d'endormissement augmente et le temps de sommeil total est encore plus court, notamment chez les adolescents plus âgés et les jours de week-end (Hale and Guan, 2015). Par exemple, dans l'étude de Smith et al. (2017), des adolescents de 16 ans en moyenne, se couchaient en moyenne à 23 h le soir de semaine, jouent à des jeux vidéo pendant 2h44min en moyenne (SD = 2,33h) et possédaient trois appareils multimédias. L'état d'engagement et de concentration associé à un accès facile aux jeux vidéo était, significativement prédictif chez des adolescents, d'une durée de jeu plus longue et d'un coucher plus tardif, alors qu'une régulation parentale plus importante (restriction telle que s'arrêter de jouer à 21 ou 22h ou contrôler le contenu du jeu) était prédictive de moins d'heures passées à jouer à des jeux vidéo et d'un coucher moins tardif (quel que soit le temps passé sur le jeu).

L'utilisation des **écrans portables** (ordinateur, tablette, smartphone) par des enfants et des adolescents au moment du coucher, augmente la probabilité d'une déclaration de durée de sommeil inadéquate (< 10 h pour les enfants, < 9 h pour les adolescents), d'une mauvaise qualité de sommeil et d'une somnolence diurne excessive.

Les jeunes enfants (6-10 ans) qui ont un téléphone dans la chambre dorment moins que ceux qui n'en ont pas ($p = .011$), même lorsqu'ils ne l'utilisent pas (Calamaro et al., 2012). Chez les 10-11 ans en moyenne, le temps passé à envoyer des SMS, à jouer à des jeux ou à surfer sur internet sur le téléphone mobile était associé à une heure de coucher plus tardive, à une durée de sommeil plus courte, à des difficultés à s'endormir et à maintenir son sommeil, et enfin à une fatigue diurne (Duggan et al., 2019; Jiang et al., 2015).

D'après les études longitudinales citées par Thomée (2018), celle de Schweizer et al. (2017) portent sur des adolescents de 14 ans en moyenne, qui, possesseurs, au début de l'étude, d'un smartphone dormaient moins et avaient plus de problèmes de sommeil que ceux qui n'en possédaient pas. Deux ans plus tard, tous les adolescents avaient diminué leur temps de sommeil, mais ceux qui gardaient leur téléphone depuis le début de l'étude avaient de nouveau une durée de sommeil plus courte en semaine que les nouveaux possesseurs et les non possesseurs.

Deux heures ou plus d'utilisation quotidienne du téléphone par les 15-16 ans est prédictif de l'apparition d'une insomnie deux ans plus tard (Tokiya et al., 2017). Et lorsque l'usage nocturne augmente (ce qui est le cas avec l'âge), alors les troubles du sommeil apparaissent ou augmentent (Chen and Gau, 2016; Vernon et al., 2018). Les adolescents sont en majorité du soir, i.e., chronotype de retard de phase, avec une difficulté naturelle à l'endormissement (Carskadon, 2011; Randler, 2016). La tendance à l'insomnie du soir (difficulté à s'endormir) est prédictive de l'usage intensif d'internet (Randler et al., 2016) et l'usage intensif d'internet est prédictif de la perturbation du rythme circadien (rythme veille sommeil irrégulier, différent de ceux qui sont en décalage ou en avance de phase réguliers) (Chen and Gau, 2016).

D'après les études transversales, l'utilisation du téléphone portable au moment du coucher était toujours associée à une heure de coucher plus tardive, à une latence d'endormissement plus longue, à une durée de sommeil plus courte, à une insomnie ou à des problèmes de sommeil, à une diminution de la qualité ou de l'efficacité du sommeil (Carter et al., 2016; Hale et al., 2019; Thomée, 2018). Les principales conclusions de ces travaux transversaux sont :

- Que ce soit entre 2012-2014 (1^{ère} cohorte) ou entre 2014-2016 (2^{ème} cohorte), les adolescents, entre 13 et 15 ans, passent plus de 3h par jour en ligne sur leur ordinateur, tablettes, téléphones, dont 1h en moyenne sur leur téléphone portable (99% ont leur propre téléphone). Cependant, au fil des années, ils pensent à éteindre plus souvent leur téléphone portable ou l'activer en mode avion pendant la nuit (22,5% vs 28% pour les deux périodes respectivement). Les réveils liés au téléphone sont plus fréquents pour la première cohorte (20.4% vs 11.5%). En 2014-2016, les éveils nocturnes liés au téléphone multipliaient par trois le risque de problèmes d'endormissement et augmentaient le risque d'un sommeil agité par rapport à ceux qui n'étaient pas exposés au téléphone. C'est vrai également pour ceux qui sont passés de la non exposition (1^{ère} cohorte) à l'exposition du téléphone lors de la 2^{ème} cohorte (Foerster et al., 2019).

- A chaque heure supplémentaire d'utilisation du téléphone portable, les probabilités d'être fatigué pendant la journée et d'avoir des difficultés à dormir et maintenir son sommeil augmentent de 30 % et 27 %, respectivement chez les collégiens (Jiang et al., 2015).

- La fréquence d'usage du smartphone augmente avec l'âge (de 7.1 % chez les moins de 11 ans à 52.4 % chez les 15 ans ou plus). Chaque année supplémentaire accroît de 24 % la probabilité de signaler un sommeil insuffisant la plupart des nuits chez ceux qui utilisent fréquemment le téléphone une heure avant de se coucher (Reynolds et al., 2019).

- Chez des adolescents américains entre 14-15 ans, 71% ne se couchaient pas avant 22h, 84% déclaraient avoir utilisé les médias toutes les nuits après s'être couchés, 34 minutes en moyenne par

nuit, et 35% ont déclaré avoir été réveillés par leur téléphone au moins une fois par nuit. L'efficacité du sommeil (pourcentage de temps endormi sur le temps passé au lit) était négativement corrélée au temps passé quotidiennement à passer ou recevoir des messages en journée, à la quantité d'utilisation des médias après le coucher, au nombre de fois où les adolescents ont déclaré avoir été réveillés par leur téléphone la nuit, et au décalage de phase. Les filles étaient plus concernées par ces résultats que les garçons (Fobian et al., 2016).

- Le temps passé sur les écrans est toujours sous-estimé par les joueurs (Tobin and Grondin, 2009; Wood et al., 2007).

- Dans une étude finlandaise s'intéressant aux raisons d'aller au lit (Short et al., 2019), la plupart des adolescents (58,6%), âgés de 16,8 ans en moyenne, ont déclaré aller au lit les jours de semaine quand ils étaient fatigués, parce que leurs parents fixaient l'heure du coucher, parce qu'ils avaient terminé leurs devoirs, car leurs émissions télévisées étaient terminées, ou parce qu'ils avaient terminé d'envoyer ou répondre à des messages ou d'aller sur les réseaux sociaux. Ceux pour qui les parents fixaient l'heure de coucher étaient les plus jeunes, alors que ceux qui se sentaient fatigués, finissaient leurs devoirs ou restaient sur leur téléphone étaient les plus âgés. Que ce soit en semaine ou en week-end, les adolescents dont les parents fixaient l'heure du coucher et ceux qui se couchaient parce qu'ils étaient fatigués dormaient mieux que les adolescents qui se couchaient à la fin de leurs émissions télévisées ou après avoir fini d'aller sur les réseaux sociaux ou d'envoyer/répondre aux messages : ils se couchaient plus tôt, mettaient moins de temps pour s'endormir, dormaient plus, et se réveillaient plus tôt même les jours sans classe (chronotype du matin). Les autres, soulagées de ne pas avoir à se lever pour aller à l'école, se sentaient libres de dormir comme ils le voulaient, peu importe la raison ou l'heure à laquelle ils s'étaient couchés. S'ils se couchaient plus tard, ils compensaient en dormant le lendemain.

V.5.2. Des effets dépendants du genre

L'utilisation du smartphone avant le coucher et pendant la nuit s'est avérée un facteur important de privation de sommeil et de difficulté de sommeil chez les adolescentes (Arrona-Palacios, 2017; Fobian et al., 2016; Lemola et al., 2015; Lin et al., 2019; Munezawa et al., 2011; Randler et al., 2016; Yland et al., 2015). L'étude de Lin et al. (2019) réalisée avec des adolescentes, âgées de 15 à 22 ans (17,3 ans en moyenne) montre que celles qui ont un usage normal du téléphone (32,6 %) sont majoritairement bonnes dormeuses (44,5 % contre 22,5 % qui affichent un mauvais sommeil), celles qui ont une légère dépendance (52,7 %) se partagent en bonnes (45 %) et mauvaises dormeuses (55 %), pendant que les dépendance modérée (13,9 %) sont plutôt mauvaises dormeuses (17,5 % vs 9,5 % de bonnes dormeuses).

Entre 9-10 ans et 13-14 ans, les filles se couchent plus tard, se réveillent plus tôt et dorment moins que les garçons les jours d'école, et ces différences augmentent avec l'âge. Ce sont également les filles qui rapportent le plus souvent des difficultés de sommeil (i.e., difficulté à maintenir son sommeil, et fatigue diurne) mais seulement celles fréquentant un établissement du second degré (Yland et al., 2015: données de 2011). Pour tous les élèves, la durée du sommeil était inversement liée au temps consacré aux devoirs, aux trajets quotidiens et au jeu sur le téléphone portable. Le temps consacré aux devoirs est le facteur qui impacte le plus la durée du sommeil total pour tous mais plus particulièrement les élèves du secondaire. En ce qui concerne l'heure du coucher, en plus des devoirs, se rajoute pour les garçons et les filles du secondaire, le temps passé sur les écrans (>2h/jour entraîne une heure de coucher plus tardive par rapport à ceux qui y passaient moins de 2h), et pour les filles seulement le fait de moins participer à une activité sportive après l'école.

V.5.3. Un usage multi-écrans

Arora et al. (2014) étudient des jeunes adolescents anglais de 13-14 ans sur des troubles du sommeil, dont les éveils précoces, les parasomnies et les éveils nocturnes, ce qui est plutôt rare. Le nombre d'appareils numériques a un effet sur la durée du temps total de sommeil en semaine mais pas sur les autres caractéristiques du sommeil. Les enfants âgés de 6 à 10 ans ayant trois appareils avec écrans dans leur chambre dormaient 45 minutes de moins que ceux qui n'en ont pas (Calamaro et al., 2012). L'usage des écrans le soir entraîne un temps de sommeil total raccourci, surtout chez ceux qui sont sur les réseaux sociaux (1h de moins minimum en semaine). La latence d'endormissement est plus longue chez ceux qui écoutent de la musique comparativement à ceux qui ne l'écoutent pas, et chez ceux qui jouent aux jeux vidéo par rapport à ceux qui n'y jouent pas. La fréquence la plus élevée d'éveils précoces est associée significativement à une fréquence élevée d'usage des écrans avant de se coucher, notamment chez ceux qui regardent la télévision, qui écoutent la musique ou qui sont sur les réseaux sociaux. Ce sont aussi les mêmes qui ont des difficultés à s'endormir plusieurs fois par semaine ou toutes les nuits. Des cauchemars fréquents sont associés à l'usage des téléphones mobiles, aux jeux vidéo et encore plus fort, à l'écoute de la musique. Les auteurs n'ont pas demandé le genre de musique ni la teneur des jeux vidéo ou communications sociales, mais font l'hypothèse que la violence sonore, verbale ou visuelle peut expliquer les cauchemars récurrents. Le somnambulisme fréquent s'associe lui à la télévision, aux jeux vidéo et à l'usage de l'ordinateur ou encore l'usage de la tablette pour le travail scolaire (Arora et al., 2014).

Au Mexique (Arrona-Palacios, 2017), les adolescents (14 ans en moyenne) ont été interrogés sur leur usage des écrans : les filles utilisaient significativement plus souvent l'ordinateur, le téléphone, le MP3 que les garçons qui étaient plus nombreux à utiliser la console de jeux vidéo le soir avant de se coucher. L'auteur n'a pas retrouvé de différence significative pour l'usage de la télévision. Ceux qui avaient un usage intensif de l'ordinateur, du MP3 et du smartphone avaient tendance à être plus du soir que ceux qui ne les utilisaient pas, mais sans effet du chronotype sur le temps passé devant la télévision et sur la console de jeux. De plus, pour les élèves ayant classe soit le matin soit l'après-midi, les résultats montrent que les adolescents qui avaient classe le matin avaient une heure de levée fixe (autour de $6h \pm 0,30h$), limitant ainsi leurs usages des écrans le soir les jours de classe, quel que soit leur profil d'utilisation (intense ou faible), leur permettant de se coucher plus tôt (environ 23h22 pour ceux qui avaient un usage intensif des écrans vs 22h50 pour ceux qui avaient un faible usage), alors que ceux qui avaient classe l'après-midi prolongeaient encore plus l'heure du coucher (24h30 et 23h50 en moyenne respectivement) et du lever (09h38 vs 09h20). Le week-end, ceux qui avaient un usage intensif des écrans et qui n'avaient classe que l'après-midi se couchaient très tard et beaucoup plus tard que les autres (autour d'1h45) et se levaient beaucoup plus tard (autour de 11h30).

Entre 2009 et 2015, l'usage des réseaux sociaux ou d'internet par les adolescents a augmenté aux dépens de la télévision, du travail scolaire et d'un travail rémunéré avec un pic en 2012, dû à la possession de smartphones (Twenge et al., 2017). Cela coïncide avec une augmentation d'une durée raccourcie de sommeil, ce qui étaye l'effet des appareils numériques.

Conclusions :

Le niveau de preuve associant l'exposition aux écrans et le sommeil (durée et qualité) est élevé. Les effets des écrans sur le sommeil sont un des champs les plus investigués par les recherches, tant sur le plan physiologique que psychologique. L'effet néfaste des écrans sur le sommeil n'est plus à démontrer.

L'usage des médias, quel que soit le média, que ce soit juste avant de dormir, mais aussi un usage journalier >2h après l'école sur chaque support ou 4h en tout, entraîne significativement une latence d'endormissement ≥ 60 min et un déficit en sommeil ≥ 2 h. La latence d'endormissement est plus grande et le temps total de sommeil est plus faible chez ceux qui utilisent au moins 4 écrans comparés à ceux qui n'en utilisent qu'un seul. Les effets apparaissent après deux heures ou plus d'utilisation par jour et deviennent de plus en plus importants au fur et à mesure que les heures d'utilisation augmentent (réduction de 35% de temps total de sommeil rapportée par les jeunes pour 2h d'écran vs 52% de réduction pour 5h et plus).

Recommandations :

- chez les plus jeunes enfants (notamment les bébés ou enfants jusqu'à 5 ans), dire aux parents que la télévision n'est pas un moyen d'endormissement. Aucune télévision ne peut être tolérée dans la chambre de l'enfant (quel que soit l'âge d'ailleurs !)
- limiter l'usage de la télévision et de la tablette chez les moins de 2 ans pour un sommeil optimal, en sachant que moins d'1h par jour c'est déjà trop chez les moins de 6 mois ;
- défendre une certaine hygiène de sommeil : créer un environnement calme et apaisant, adopter des horaires réguliers de sommeil (heure de coucher et heure de réveil), en semaine mais aussi les jours sans classe et le week-end, éviter les activités trop stimulantes (jeux vidéo, téléphone, activité sur ordinateur) 1h30-2h avant le coucher, imposer des couvre-feux numériques ;
- éviter une trop forte variabilité des temps de sommeil entre les jours de semaine et les jours de week-end : les adolescents qui se couchent déjà tard la semaine à cause de l'usage des écrans, quels qu'ils soient, décalent encore plus leur phase de sommeil (coucher plus tardif et lever plus tardif) le week-end end que ceux qui en ont un plus faible usage. Aller à l'école le matin permet de synchroniser son rythme veille sommeil sur le rythme jour-nuit mais entraîne un sommeil insuffisant. Les parents doivent être informés de l'importance d'un coucher avant 22h pour atteindre les 9h en moyenne nécessaire à un sommeil optimal pour les adolescents ;
- observer les changements de comportements chez son enfant/adolescent : changement d'humeur, agitation, forte fatigue diurne, isolement, agressivité...qui pourrait signaler un comportement « addictif » au numérique ;
- peut-être utiliser le téléphone portable lui-même comme outil de diagnostic du sommeil (en utilisant une application de suivi du sommeil, par exemple) pour donner aux jeunes suffisamment d'informations pour les motiver à améliorer leurs habitudes de sommeil. Mais attention aux fausses informations apportées par ces applications, qui ne permettent pas de connaître les stades de sommeil, mais seulement les périodes où l'on s'arrête de bouger comparées aux heures où on s'active ;
- les parents étant les premiers acheteurs d'outils numériques, ils doivent limiter ces achats pour en limiter l'accessibilité aux adolescents, et diminuer le risque d'un coucher plus tardif ;
- limiter l'usage des jeux vidéo le soir (ne plus jouer après 22h) et contrôler le contenu du jeu vidéo (multiplayer, addictif, violence, etc) qui entraîne une plus grande attention et engagement de la part du joueur ;

- encourager les adolescents à utiliser leurs indices corporels pour reconnaître l'heure à laquelle il est préférable pour eux d'aller se coucher (processus d'individuation), plutôt que de s'appuyer sur des indices externes, tels que terminer ses devoirs, attendre la fin d'un programme télévisé ou attendre qu'ils aient fini de parler ou d'aller sur les réseaux sociaux ;
- ne pas avoir peur d'entrer en conflit avec son adolescent et ne pas se laisser trop influencer par ses choix numériques, du fait d'une expertise supérieure à celle des parents dans l'usage des outils numériques.

V.6. Les altérations physiques et physiologiques

V.6.1. Exposition aux écrans et obésité de l'enfant

La revue systématique de Tremblay et al. (2011) basée sur 232 études met en évidence que le temps passé devant la télévision est significativement associé à une composition corporelle néfaste pour la santé dès 2h de temps d'écrans chez les jeunes âgés de 5 à 17 ans. Ces conclusions sont confirmées par d'autres méta-analyses ou revues systématiques (Carson et al., 2016; Okely et al., 2012) et d'autres travaux expérimentaux et observationnels, qui soulignent que le temps passé devant la télévision est associé aux risques d'obésité et aux risques cardio-métaboliques chez les enfants et les adolescents (Martinez-Gomez et al., 2012). La méta-analyse de Zhang et al. (2016) réalisée sur la base de 14 études transversales rassemblant 106 169 enfants met en évidence une relation linéaire significative entre le risque d'obésité et le temps passé devant la télévision. Les auteurs font état d'un risque augmenté de 13 % par heure quotidienne de télévision supplémentaire. Si le temps d'écran passé devant la télévision est un indicateur de sédentarité, il n'est pas forcément reconnu comme le marqueur le plus pertinent de la sédentarité (Biddle et al., 2009), mais reste le marqueur de sédentarité le plus associé à l'obésité des jeunes (Rey-López et al., 2008; Tremblay et al., 2011). De plus, chez les enfants portugais âgés de 2 à 12 ans, Stamatakis et al. (2013) observent que si le temps passé devant la télévision est associé à un risque cardio-vasculaire élevé, ce n'est pas le cas pour le temps passé devant l'ordinateur ou les jeux vidéo, mettant en évidence des effets différenciés du type d'écran posant la question des comportements associés.

La revue systématique et la méta-analyse de van Ekris et al. (2016) met en évidence un niveau de preuve modéré à élevé pour une relation entre le temps sédentaire et les données de statut pondéral (surpoids, obésité, masse corporelle) des jeunes populations (< 18 ans). Une forte relation est observée entre le temps passé devant la télévision et le risque de surpoids et d'obésité. En revanche, l'étude ne fait pas état de relation significative entre le temps passé devant un ordinateur et les facteurs anthropométriques. L'étude ne montre pas de relation significative entre les temps d'écran, quel que soit l'écran, et les biomarqueurs de risques métaboliques. De plus, le temps passé devant la télévision est fortement corrélé à la diminution de la condition physique, ce qui n'est pas retrouvé pour le temps d'ordinateur.

Nombreux sont les travaux qui ont observé une relation entre l'exposition aux écrans et une composition corporelle néfaste et une condition physique diminuée. Cette association n'est ni causale ni unanimement retrouvée et la prise en compte de facteurs confondants peut expliquer des conclusions divergentes (Melkevik et al., 2010; Stiglic and Viner, 2019). Une des hypothèses émises pour expliquer cet effet différent en fonction du type d'écran est que le temps passé devant la

télévision est souvent associé aux grignotages, ce qui entraîne un apport énergétique alimentaire plus important que lors du temps passé aux jeux vidéo (Lipsky and Iannotti, 2012).

V.6.2. Relation entre l'exposition aux écrans et l'activité physique

La question qui se pose ici est de savoir si le temps passé devant un écran entraîne un comportement sédentaire accru et limite le temps d'activité physique, qu'elle soit spontanée ou structurée, des enfants. Les conclusions des différents travaux portant sur l'association entre le temps passé devant les écrans et le niveau d'activité physique des enfants sont divergentes et n'apportent pas de consensus. Une association entre le temps d'écran (télévision, ordinateur) et le niveau d'activité physique des enfants n'est pas démontrée ni chez les jeunes enfants d'âge pré-scolaire (Tanaka et al., 2017) ni chez les enfants (Herman et al., 2014).

Chez les enfants (0-11 ans), l'étude canadienne montre que l'augmentation de l'exposition aux écrans entraîne une légère diminution de l'activité physique et un régime alimentaire un peu moins sain (LeBlanc et al., 2015). Chez des enfants (11-13 ans), une étude longitudinale a montré que les activités sédentaires évaluées par le temps d'écran n'entraînait pas de diminution de l'activité physique de loisir (Gebremariam et al., 2013). Chez les adolescents, l'utilisation modérée d'internet est associée positivement à une pratique sportive (Romer et al., 2013).

En effet, d'autres travaux sont plus nuancés dans leur conclusion dès lors que le type d'écran est pris en compte ou les paramètres sociodémographiques. Aucune relation entre l'exposition aux écrans et le niveau d'activité physique n'est observée dans certaines études (Gorely et al., 2004). Cette conclusion corrobore celles d'une étude sur les corrélats de l'activité physique chez les enfants et les adolescents (Sallis et al., 2000), qui concluent que la relation entre l'exposition à la télévision, les jeux vidéo et l'activité physique est indéterminée chez les 4 à 12 ans et chez les 13-18 ans.

Si l'exposition aux écrans ne remplace pas directement l'activité physique, les études montrent que dans une relation de causalité, les adolescents déjà inactifs sont ceux qui passent le plus de temps à les utiliser (Stiglic and Viner, 2019).

Le développement des "exergames" (jeux vidéo axés sur des exercices ludiques de remise en forme) avait pour ambition d'augmenter l'activité physique des participants. La méta-analyse de Biddiss and Irwin (2010) réalisée sur les études avec une population de moins de 21 ans concluent que les jeux vidéo peuvent augmenter légèrement à modérément l'activité physique des utilisateurs. En revanche, le niveau de preuve concernant un effet sur le niveau d'activité physique maintenu à court et long terme est faible (Biddiss and Irwin, 2010; Daley, 2009).

Les réponses métaboliques et physiologiques des enfants au jeu vidéo se sont révélées être différentes du temps passé à regarder la télévision (Wang and Perry, 2006). Il a été démontré que l'énergie dépensée pendant les jeux vidéo était nettement supérieure à celle utilisée pour regarder la télévision. De plus, certains jeux vidéo encouragent activement une activité physique accrue (Graves et al., 2008).

Les jeux vidéo, en tant que composante des programmes de prévention et de traitement, peuvent accroître l'observance et améliorer les résultats du traitement (Mack et al., 2017). Dans le même ordre d'idée, la revue systématique de Lamboglia et al. (2013) a conclu que le jeu "exergame" augmentait les niveaux d'activité physique, la dépense énergétique, la consommation maximale d'oxygène, la fréquence cardiaque et le pourcentage d'activité physique des pratiquants et réduisait le tour de taille et le temps passé devant un écran sédentaire. Ainsi, l'exergame peut être considéré comme un outil stratégique très pertinent pour l'adoption d'un mode de vie actif et sain et peut être utile dans la lutte contre l'obésité chez les enfants.

Les jeux vidéo actifs peuvent également être utilisés pour motiver les jeunes enfants à faire de l'exercice et à être plus actifs en dehors du cadre de jeu (Borja, 2006) et peuvent améliorer la socialisation de groupe, les liens, le soutien mutuel et l'estime de soi (Lieberman et al., 2011).

V.6.3. L'exposition aux écrans et ses effets sur l'alimentation

Dans l'étude Nutri-bébé, la télévision est une distraction présente aux repas pour 29 % des enfants, surtout dans les familles les moins aisées, et déjà chez 15 % des moins de 3 mois (Le Heuzey and Turberg-Romain, 2015). Outre l'altération de la convivialité des repas si importante à cet âge, la télévision à table a des répercussions du point de vue alimentaire : un enfant qui mange devant la télévision consomme une ration calorique plus importante et avale machinalement sans savourer son repas, sans se rendre compte des quantités absorbées.

Chez les enfants plus âgés, une relation significative est observée entre le temps passé devant la télévision et la consommation de boissons sucrées (association positive) et la consommation de fruits et légumes (association négative) (Pearson and Biddle, 2011). Les apports alimentaires des enfants de familles dans lesquelles regarder la télévision fait partie des habitudes alimentaires peuvent comprendre moins de fruits et de légumes, et, plus de pizzas, de grignotines et de sodas que les habitudes alimentaires des enfants de familles dans lesquelles regarder la télévision et manger sont des activités séparées (Coon et al., 2001). Ces résultats sont également observés chez l'adolescent (Boynton-Jarrett et al., 2003).

Plusieurs travaux soulignent les associations entre l'utilisation des écrans (particulièrement la télévision et le smartphone) et des habitudes alimentaires délétères (Delfino et al., 2018; Pearson and Biddle, 2011). Ces effets perdurent après ajustement aux facteurs socio-économiques et comportementaux (Lipsky and Iannotti, 2012).

Conclusions :

De nombreuses études observent une association entre le temps passé devant les écrans et le surpoids/obésité des enfants et des adolescents. Les corrélations rapportées sont différentes selon la nature de l'écran. Ce résultat met en évidence que ce sont les comportements associés à l'écran qui sont responsables de l'augmentation du surpoids avec le temps d'écran ; ainsi le temps passé devant la télévision est associé à des prises alimentaires augmentées, un temps de sommeil réduit et une qualité de sommeil altérée. Les déterminants socio-économiques de l'utilisation des différents écrans sont fortement impliqués pour expliquer ces effets différents.

Recommandations :

- apprendre aux enfants et aux parents à tenir compte des recommandations en termes de temps d'écran, d'activité physique, de sédentarité, de nutrition et de sommeil ;
- maintenir un niveau d'activité physique respectant les recommandations ;
- réduire sa sédentarité en passant moins de temps devant les écrans ;
- conserver des temps bien identifiés pour les repas.

V.7. Les troubles émotionnels, affectifs et bien-être

L'association entre le temps passé devant l'écran et le bien-être n'est pas linéaire et montre un point d'inflexion à 1h par jour d'utilisation pour la plupart des mesures de bien-être : pas de différence entre ceux qui ne l'utilisent pas et ceux qui l'utilisent au maximum une heure par jour (faibles utilisateurs). En revanche, après une heure par jour, plus le temps passé devant un écran augmente, plus le bien-être psychologique baisse (Twenge, 2019; Twenge and Campbell, 2018). Les grands utilisateurs d'écrans (7h/jour) ou les modérés (4h/jour) parmi les 14-17 ans, étaient significativement plus susceptibles de moins maîtriser leurs émotions (i.e., ne pas pouvoir rester calmes, se disputer beaucoup avec les autres, avoir des difficultés à s'adapter à la situation), d'être incapables de terminer des tâches, d'avoir moins de curiosité et plus de difficultés à se faire des amis, que les moindres utilisateurs (1h/jour). L'utilisation modérée et intensive des écrans était liée à un faible score de bien-être, et à un diagnostic (ou traitement) préalable de dépression et d'anxiété chez les 14-17 ans, mais pas chez les 11-13 ans. Les différences sur les scores de bien-être entre utilisateurs faibles et modérés étaient moins marquées chez les enfants plus jeunes que chez les adolescents plus âgés. L'acquisition de son propre smartphone, et le temps passé sur les écrans, et sur les réseaux sociaux en particulier, étant de plus en plus important avec l'âge, les effets du temps passé sur les écrans sur le bien-être est plus marqué à l'adolescence.

V.7.1 Effets spécifiques d'internet

Du fait de l'accessibilité facile, mobile et rapide d'internet via les smartphones, les usages excessifs d'internet et l'utilisation excessive de smartphones sont fortement corrélés. Les smartphones prédisent de manière significative le développement d'une forme problématique d'utilisation d'Internet, mais son effet sur l'usage excessif d'internet est modéré par l'ampleur et la multiplication des activités réalisées en ligne. Ainsi, les sites de réseaux sociaux, tout comme les sites de jeux, sont des prédicteurs d'une utilisation excessive du smartphone et d'internet, ayant des effets négatifs, tels qu'une augmentation du stress et une instabilité émotionnelle (Škařupová et al., 2015, 2016), le déclin du bien-être subjectif à court et à long terme, en corrélation positive avec le type d'usage des réseaux sociaux (Verduyn et al., 2017), l'isolement social, la cyber-intimidation et la dépression chez les adolescents (Best et al., 2014).

Majoritairement les travaux sont transversaux. L'étude longitudinale de Ciarrochi et al. (2016) menée auprès d'adolescents pendant 4 ans a montré que l'utilisation excessive d'Internet prédisait une altération de la santé mentale (symptômes dépressifs) (Ciarrochi et al. 2016). L'utilisation excessive d'Internet est définie comme une utilisation compulsive d'Internet, type d'utilisation qui se situe hors du périmètre du présent rapport.

V.7.2. Effets des réseaux sociaux

La revue systématique de la littérature de Keles et al. (2019) conclut à l'influence de l'usage des médias sociaux sur les troubles émotionnels à l'adolescence (13-18 ans). Que ce soit le temps passé, l'activité, l'investissement et les symptômes de dépendance vis-à-vis des écrans, tous sont corrélés positivement avec la dépression, l'anxiété et la détresse psychologique. Certaines études montrent le rôle des variables intermédiaires (médiatrices ou modératrices) comme l'insomnie ou autres variables associées au sommeil (Li et al., 2017; Vernon et al., 2017), le soutien social perçu (Frison and Eggermont, 2016), les ruminations (Wang et al., 2018), ou encore les motivations pour aller sur les réseaux sociaux (Barry et al., 2017).

Etant donné que les adolescents ne font pas tous le même usage des réseaux sociaux, Verduyn et al. (2017) ont passé en revue les études récentes qui examinent la relation entre l'utilisation active (échanger, poster des messages et des photos, partager des liens, etc) des réseaux sociaux par opposition à l'utilisation passive (surveiller la vie des autres sans jamais échanger avec les autres) et le bien-être subjectif. Il ressort de cette revue de la littérature que l'utilisation passive est associée à de faibles niveaux de bien-être (évalués subjectivement), même si davantage d'études longitudinales et expérimentales (essais randomisés contrôlés) sont nécessaires pour déterminer l'ampleur de cet effet.

La revue de Keles et al. (2019) met également en lumière l'influence de l'âge et du genre. Bien que certaines études aient montré que ces variables n'avaient aucun effet sur la relation entre l'utilisation des médias sociaux et les problèmes de santé mentale, d'autres études ont montré que les filles et les adolescents plus jeunes étaient plus sujets à la dépression et à l'anxiété. Ezoë and Toda (2019) ont trouvé également que les filles (mais aussi les individus de chronotype « couche-tard »), étaient plus sujets à la dépression, provoquée par une plus grande dépendance au smartphone. Un effet genre semble retrouvé dans une majorité des études s'intéressant à l'effet de l'usage des réseaux sociaux sur les symptômes dépressifs, mettant en évidence une vulnérabilité plus importante des filles (Raudsepp and Kais, 2019; Twenge et al., 2018). Les résultats sont similaires sur le bien-être des adolescents avec une diminution du bien-être observée principalement chez l'adolescente (Booker et al., 2018). En revanche, le suivi longitudinal réalisé dans l'étude de Heffer et al., (2019) ne retrouve pas ces associations et ne montre pas que l'utilisation des réseaux sociaux prédise l'apparition de symptômes dépressifs.

Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour évaluer les effets de l'âge et du sexe, mais aussi pour démontrer que ce ne sont pas que pour des adolescents déjà fragilisés et dépressifs que les effets délétères sont observés. L'étude des relations bi-directionnelles de causalité doivent être appréhendées en prenant en compte les différents types d'écran qui ont potentiellement des effets différents (Zink et al., 2019).

Livingstone and Helsper (2010) ont examiné les facteurs démographiques qui influent sur les compétences nécessaires pour utiliser Internet, afin de déterminer dans un deuxième temps si ces compétences numériques avaient un effet sur les opportunités et les risques potentiels d'internet chez des adolescents de 12 à 17 ans. Les résultats ont montré une influence directe de l'âge et du statut socioéconomique (SES) sur l'accès des jeunes à internet, une influence directe de l'âge et de l'accès sur leur utilisation des opportunités en ligne et une influence directe du genre sur les risques pris en ligne.

Les études en neurosciences montrent que l'adolescence en tant que période de maturation des circuits neuronaux fronto-striato-limbiques, sous-tendant la régulation des émotions, est une période d'hypersensibilité aux stimuli signalant la récompense et une augmentation de la probabilité de réactions comportementales à la présentation de ces stimuli, nous permettant de mieux comprendre à la fois les troubles addictifs mais aussi les troubles affectifs (e.g., Ladouceur, 2016). Par exemple, il est admis que les adolescents qui ont une renommée sur le net utilisent plus fréquemment les médias sociaux, recherchent la popularité, croient en l'importance des indicateurs en ligne (les "like" et les commentaires), et utilisent de nombreuses stratégies pour obtenir ces

indicateurs. Ce sont les mêmes qui s'engagent ensuite dans des comportements à risques, que ce soit la prise de substance ou les comportements sexuels (Nesi et al., 2018a, 2018b).

Conclusions :

Il existe un effet dose-réponse entre le temps passé devant les écrans et le bien-être affectif et émotionnel. Si l'utilisation excessive d'internet est associée à des troubles émotionnels, les travaux les plus récents font l'hypothèse que les enfants vulnérables sont ceux qui utilisent le plus internet et les réseaux sociaux. Ainsi, les écrans pourraient être des révélateurs de la vulnérabilité des enfants. La relation entre l'usage d'internet et des réseaux sociaux est donc bi-directionnelle, dépend de la nature de l'écran et des contenus diffusés. Les jeunes filles adolescentes représentent la population la plus vulnérable aux contenus diffusés par internet et par les réseaux sociaux.

Recommandations :

- valoriser des activités physiques et culturelles qui favorisent les échanges et les liens sociaux ;
- éviter l'usage excessif d'internet sur son smartphone ;
- pour diminuer la fracture numérique et les inégalités sociales, il faut développer chez les jeunes les plus socioéconomiquement démunis les compétences numériques nécessaires pour naviguer sur internet, y trouver des opportunités et prendre conscience des risques, car ce n'est pas tant l'accès à internet (même si c'est évidemment un facteur prédictif) qui pose problème mais bien les capacités pour en tirer profit ;
- éviter l'utilisation excessive d'un usage passif des réseaux sociaux (i.e., surveiller et suivre la vie d'autres personnes sans engager d'échanges) car ce type d'usage est associé à une relation négative avec la perception du bien-être (l'usage passif augmente chez les jeunes adultes) ;
- faire prendre conscience aux jeunes que les nouvelles ou les photos partagées sur les réseaux sociaux sont toujours présentées de manière positive (i.e., biais d'optimisme). En suscitant des comparaisons sociales et l'envie, elles peuvent être une cause importante de détresse, en particulier lorsque les sites sont utilisés passivement ;
- sensibiliser les jeunes aux conséquences positives d'un usage actif des réseaux sociaux : souligner que ces sites offrent une occasion unique de se connecter aux autres, d'accroître leur capital social et de renforcer un sentiment de lien social (satisfaction du besoin psychologique de connexion et d'attachement) ;
- chaque site de réseau social constituant un contexte d'interaction partiellement unique, il convient de soutenir la recherche centrée sur l'identification de ces caractéristiques contextuelles ayant une incidence sur le bien-être subjectif ;
- travailler sur les stratégies d'adaptation ou de régulation de chacun dans un contexte particulier : diminuer son hyper-sensibilité à la reconnaissance et à la récompense, se focaliser sur la solution plutôt que sur le problème face à une situation problématique (accepter d'échouer).

V.7.3. Les jeux vidéo

Les jeux vidéo ont commencé à faire leur apparition et à gagner en popularité dans les années 1970. De même que de nombreuses recherches ont étudié la violence à la télévision et au cinéma, les recherches actuelles portent sur la violence dans les jeux vidéo.

Comme le rappelle Bègue (2014), à la différence des expériences esthétiques suscitées par le roman ou le film, l'utilisateur de jeux vidéo est acteur et non spectateur de l'action, par le biais de son avatar. La virtuosité des graphistes et programmeurs met en rapport l'œil et les organes d'action et efface les frontières entre le jeu et la vie réelle, provoquant émotions ludiques et post-ludique (et de leurs indissociables corrélats somatiques et cognitifs), voire de leurs incidences comportementales. Contrastant avec la thèse cathartique, qui implique que l'expérience du jeu vidéo remplirait la fonction purgative d'évacuation des affects agressifs, les travaux empiriques défendent la thèse mimétique, selon laquelle la "martialisation"¹⁰ des émotions induites par la violence guerrière virtuelle, déploierait son empire bien au-delà de l'expérience circonscrite du joueur devant son écran. Le jugement de gravité porté sur la violence sociétale est affecté : après avoir joué deux heures à un jeu violent et sollicités ensuite pour formuler des jugements sur un certain nombre d'actions relevant de la criminalité, les joueurs à un jeu violent se montrent moins sévères, en comparaison à un groupe ayant joué à un jeu d'action.

Lorsque l'utilisation d'internet est intensive, ses influences sont largement négatives : à raison de plus de deux ou cinq heures par jour (selon les études), l'usage d'internet est positivement corrélé aux comportements violents chez les jeunes (Prescott et al., 2018). Un aspect de certains jeux vidéo qui n'était pas apparent dans les films et à la télévision, largement ignoré dans ses relations avec l'agression, est son aspect compétitif. Des recherches expérimentales suggèrent que c'est l'aspect compétitif des jeux vidéo, et non leur violence, qui a le plus d'effet sur l'agression à court terme et à long terme (Adachi and Willoughby, 2011, 2013; Dowsett and Jackson, 2019). Mais ce sont aussi les jeux vidéo violents qui sont les plus compétitifs ! Les études qui ont comparé la version compétitive d'un jeu vidéo à sa version axée sur la coopération montrent par exemple que la coopération réduisait l'agressivité alors que la compétition l'augmentait (Greitemeyer and Mügge, 2014). Adachi and Willoughby (2013, 2016) ont interrogé des adolescents (N = 1 492, 50,8% de femmes) chaque année, de l'entrée à la sortie du lycée, et ont montré que jouer à des jeux vidéo compétitifs (par rapport aux non compétitifs) et y jouer très fréquemment (par rapport à un usage fréquent des jeux non compétitifs) est prédictif des niveaux d'agression plus élevés au cours des quatre années de lycée. Parallèlement, il ressort également que les adolescents les plus agressifs à l'entrée au lycée étaient les plus susceptibles de choisir des activités compétitives, vidéo ou non, à la sortie du lycée (ce sont des prises de risque qui plaisent bien aux adolescents les plus agressifs). Et enfin, ils ont montré que plus les jeunes jouaient à des jeux vidéo sportifs, qu'ils pariaient sur des jeux sportifs, plus leur implication sportive réelle était associée à des comportements agressifs au grade 12 (qu'ils jouent ou pas à des jeux d'action et de combats).

C'est bien l'aspect compétitif de l'activité, plus que la violence des jeux vidéo qui est un meilleur facteur prédictif de l'agression. Il n'y a pas d'effet du genre, mais effet de l'âge avec une augmentation de l'usage des jeux compétitifs chez les grands adolescents, et chez le jeune adulte. Cependant l'étude de Dowset & Jakson (2019) portant sur ceux qui utilisent le même jeu dans des

¹⁰ Définie par Lefebvre comme « La martialisation de l'espace peut être définie comme l'utilisation de l'espace au profit des actions militaires en plaçant dans l'espace des objets inoffensifs pris isolément, mais constitutifs d'un système de combat » (p. 175). *Défense et Sécurité nationale, Le Livre blanc*, Paris, Odile Jacob/La documentation française, juin 2008, p. 143.

versions différentes (numérique ou non, en compétition ou non, violent ou non) confirme que l'aspect compétitif augmente l'humeur agressive chez les joueurs (« je me sens furieux »), et que, lorsque les participants perdaient la compétition, l'effet agressif des jeux vidéo augmentait (Dowsett and Jackson, 2019). En effet, cet aspect d'échec ou de réussite associé à la compétition dans les jeux vidéo a été rarement étudié alors qu'il a un impact important. Cela peut s'expliquer par l'hypothèse frustration-agression de Berkowitz (1989). Et même si c'est vrai également pour des jeux vidéo peu compétitifs ou non compétitifs (ne pas arriver au bout d'un puzzle par exemple), c'est perdre aux jeux vidéo hautement compétitifs qui a le plus d'effet sur l'humeur agressive. En revanche, la violence seule d'un jeu vidéo n'a pas d'effet, c'est bien l'interaction entre violence et compétition est prédictif de l'agressivité (Berkowitz, 1989). Les résultats de la récente méta-analyse de Prescott et al. (2018) sont en faveur d'un effet d'une augmentation de l'agressivité physique par la pratique des jeux vidéo violents. Ce résultat semble rester significatif après contrôle du niveau d'agressivité antérieur, mais sans contrôle du niveau de compétition.

Conclusions :

Les chercheurs restent divisés : que la valeur prédictive d'augmentation des actes de violence et d'agressivité soit associée ou non aux faits de violence dans les jeux vidéo reste une question non résolue parmi les chercheurs. Bien qu'une majorité de chercheurs aient plaidé en faveur d'une telle association, d'autres prétendent que les preuves existantes étaient erronées à de nombreux égards. Plus que la violence des jeux, l'interaction entre cette violence et la compétition qu'ils instaurent serait prédictif de l'agressivité des jeunes joueurs.

Recommandations :

- motiver ses enfants à faire une activité physique après l'école ;
- jouer aux jeux en apprenant à perdre !
- affronter la compétition de manière non agressive ;
- rester critique par rapport aux évaluations de l'Entertainment Software Rating Board affichées par une lettre indiquant l'âge d'utilisation du jeu vidéo. Ainsi la lettre E (disponible pour tout le monde jusqu'au jeune enfant) donnée pour les matchs de foot FIFA ne tient pas compte de l'aspect compétitif créant plus d'agressivité que la violence dans les autres jeux mentionnés ci-dessus)

V.7.4. Adolescence, pornographie, cyber harcèlement et sexting

A un âge où la sexualité naissante peut interroger, voire angoisser l'adolescent, il est plus facile d'entrer en contact avec autrui sur internet que dans la réalité quotidienne, ne serait-ce que parce qu'internet favorise les échanges en mettant le corps à distance (Tisseron, 2007; Potier and Bialès, 2007). Les adolescents peuvent dorénavant être en contact avec divers médias, gratuits, anonymes, et loin du contrôle parental : Site porno, vidéoclips, magazines porno ou érotiques, films érotiques (de Graaf et al., 2012; Puglia and Glowacz, 2015). En 2005, en France, 58 % des garçons et 45 % des filles ont "vu" leurs premières images pornographiques avant l'âge de 13 ans (enquête de Marzano and Rozier, 2005), et étant donné la facilité avec laquelle ils peuvent y avoir accès (Haza, 2012). Cette exposition n'est pas toujours volontaire et encore moins désirée (Smith et al., 2016). C'est malgré

tout, devenu parfois une source d'informations incontournable, une réponse à leur quête de repères en matière de sexualité, ce qui les amène, tant les filles que les garçons, à des pratiques sexuelles diversifiées, en miroir aux modèles véhiculés (Puglia and Glowacz, 2015), ou à des conduites sexuelles à risques (Smith et al., 2016).

Des études ont montré que de tels sites propagent la désinformation, notamment en termes de minimisation des risques sexuels (les rapports sexuels sont sans protection), développent des mythes sur les performances, et encouragent aux comportements sexuels multipartenaires, et parfois payants (Palasinski et al., 2013; Wright and Randall, 2012). Comparé au discours des professionnels de santé, le discours autoritaire et influant du réseau social adolescent dans les forums et *chats* perpétue plutôt le sentiment et le mythe que tout se joue à l'adolescence, période d'expérimentation sexuelle par excellence.

Poulin (2011) a montré que plus un adolescent consomme de la pornographie tôt, plus il a tendance à vouloir reproduire les pratiques sexuelles auxquelles il a été exposé et plus il risque de les pérenniser. Il fait volontiers état de normes sexuelles plus permissives et tend à perpétuer davantage le harcèlement sexuel (Brown and L'Engle, 2009) et à soutenir la violence sexuelle envers les femmes et à les considérer comme des objets sexuels, car les sites pornographiques renvoient toujours une représentation genrée de la sexualité (Kingston et al., 2009). Ils ont aussi davantage d'expériences sexuelles, de partenaires d'un soir et de relations sexuelles dans un cadre non amoureux que ceux qui ont occasionnellement ou pas du tout (Mattebo et al., 2012) recours aux sites pornographiques. L'utilisation actuelle ou passée de sites pornographiques par un partenaire s'associe fortement à une fréquence plus élevée de troubles des conduites alimentaires chez la fille, directement liée à l'internalisation de l'idéal de minceur tant pour l'un que pour l'autre (pression du partenaire) (Tylka and Calogero, 2019). Une étude longitudinale récente (Štulhofer et al., 2019) n'a pas observé de lien significatif entre l'augmentation de l'utilisation de sites pornographiques et les modifications des deux indicateurs de bien-être psychologique (estime de soi, anxiété et symptômes dépressifs) au fil du temps (durant 3 ans, de 15,9 ans à 18,7 ans en moyenne) chez les adolescents, filles ou garçons. En revanche, une association négative significative entre la consommation de pornographie par des adolescentes et leur bien-être psychologique au départ de l'étude a été notée.

Heureusement, les usages problématiques, psychopathologiques et/ou addictifs des sites pornographiques sont plutôt marginaux, ils concernent les adolescents les plus fragiles dont l'imaginaire demeure captif de cette iconographie (synthèse dans l'ouvrage de Hébert et al. (2017). Comme l'expliquent très bien (Smaniotto and Melchiorre, 2018), "les images sexuelles directes provoquent des fixations précoces.../..." Elles enkystent (captivent pourrait-on dire) la fantasmagorie sexuelle de l'adolescent, qui risque de rester sur la conviction qu'elles sont la vérité. Alors que l'imaginaire, et donc la pensée, occupe une grande place dans les relations amoureuses et sexuelles, la pornographie les réduit aux sexes (visibles, réels) et à un acte envisagé sous l'angle de la performance en deçà de toute dimension affective » (p179). Les patients qu'ils accueillent connaissent bien le vocabulaire sexualisé, mais ni n'en connaissent le sens, ni ne le relie à des choses, à des pensées ou même à des fantasmes.

Le cyber-harcèlement renvoie à la réception répétée de menaces, intimidations, insultes ou chantage provenant de différentes sources numériques (Catheline, 2015; Hinduja and Patchin, 2019). Le cyber-harcèlement est prédit significativement (mais la taille d'effet statistique est faible) par le genre (être un garçon), le sentiment d'appartenance (faible) et l'usage problématique d'internet (élevé). Cependant, les filles ont un usage problématique d'internet élevé (addict à leur smartphone) mais

sont moins auteurs de cyber harcèlement par rapport aux garçons (Kircaburun et al., 2019). Les garçons sont aussi plus souvent auteurs du fait qu'ils sont le plus souvent victimes (Ak et al., 2015; Kokkinos et al., 2014). Des adolescents qui se sentaient exclus, et moins connectés aux autres (sentiment d'appartenance faible et sentiment de solitude élevé), signalaient des niveaux de dépression plus élevés, qui étaient associés à un usage problématique d'internet plus élevé, qui à son tour était associé à un taux de cyber intimidation plus élevé (Kircaburun et al., 2019). 70% des victimes de violences scolaires sont victimes de cyberviolences et 41% des harcelés sont cyber harcelés (Blaya, 2011). La cyber-intimidation est devenue un problème social grave qui peut entraîner de nombreux problèmes psychologiques et comportementaux à la fois chez les auteurs, chez les victimes et chez les spectateurs (Catheline, 2015). La cyber-intimidation a un effet prédictif significatif et positif sur la dépression, et l'anxiété sociale a partiellement contribué à cette relation (Wang et al., 2019). Les élèves qui ont déclaré avoir été victimes d'intimidation à l'école et en ligne étaient plus susceptibles que les autres élèves de signaler non seulement des pensées suicidaires, mais également des tentatives de suicide (Hinduja and Patchin, 2019).

Parmi les pratiques de cyber-intimidation adolescente, le sexting (textopornographie) - qui vient d'une contraction entre les mots sexe et texting - consiste à envoyer de manière électronique des images sexuellement explicites (Mitchell et al., 2012; Patchin and Hinduja, 2019). Les recherches sur le sexting se sont multipliées ces dernières années, étudiant notamment leurs effets négatifs sur le développement sexuel et la santé mentale à l'adolescence (Gassó et al., 2019). Il en ressort que la majorité des études révèlent des associations significatives entre le sexting et les symptômes de santé mentale (i.e., pensées suicidaires, tentatives de suicide, symptômes dépressifs et sentiment de tristesse), bien que d'autres n'aient pas trouvé de résultats significatifs, ceci s'expliquant par le fait que les études ne font pas toujours la différence entre le sexting consentant et consensuel, et le non consentant. Cependant, concernant la dépression, Gámez-Guadix and de Santisteban (2018) soutiennent que les symptômes dépressifs et une faible estime de soi peuvent annoncer le sexting au fil du temps, du fait de la pression des pairs à envoyer ou répondre à des sextos, car cette activité pourrait être un moyen pour les adolescents de se sentir considérés et désirés. Dans son étude, (Heuzey, 2014) révèle que 2 à 4 adolescents par classe rapportent être victimes de sexting. Les motivations avancées pour envoyer des messages sexuels sont en premier la recherche ou le maintien d'une relation amoureuse, et en second la volonté de faire une blague. L'étude a montré le lien entre l'envoi de messages sexuels explicites et la pratique de relations sexuelles à risque, d'autant que les messages s'accompagnent souvent d'images. Instagram devient le réseau social le plus plébiscité par les adolescents car ils peuvent publier et retoucher très facilement des images. Un des destins de la désintimité, nous dit Gozlan (2018) implique la perte irrémédiable de son intimité dans l'espace virtuel, point de départ du harcèlement virtuel. Il faut savoir que plus de 15 % des enfants et adolescents utilisant internet connaissent l'intimidation en ligne. Des images diffusées au départ entre adolescents « consentants » (relation « amoureuse ») sont utilisées secondairement dans des chantages pour obtenir de l'argent, pour briser la réputation d'un jeune, pour des relations contraintes, etc. Le *revenge porn* est la mise en ligne d'images intimes d'une personne sans son consentement (Englander, 2015; Morelli et al., 2016). Et comme grâce aux réseaux sociaux, ces messages sont diffusés très rapidement, ils atteignent très vite les victimes et sont instantanément relayés. Les messages sont impulsifs, non pensés, non formulés, avec des images filmées à la va-vite, souvent en cachette. Les conséquences sont très graves.

Pourtant la législation n'est pas d'un grand secours. Afin de distinguer les adultes pédophiles des adolescents, la Loi du 5 août 2013 a annoncé que des mineurs de plus de quinze ans qui se photographient ou se filment dans des positions "à caractère pornographique" ne tombent plus sous le coup de la loi pénale, dès lors que ces derniers sont consentants et qu'ils n'entendent pas diffuser ces films et photos (Robitaille-Froidure, 2014). Or, par définition, les sextos ont vocation à être diffusés, et la délicate question du consentement reste en débat à l'adolescence (Glowacz and Bourguignon, 2015). Ce fait dénote l'incapacité du législateur à prendre en considération la réalité de la révolution numérique.

Conclusions :

Les résultats des travaux font état d'un risque important de l'accès à des contenus inadaptés, violents ou pornographiques. Si les études mettent l'accent sur les conséquences potentielles de cette exposition quelquefois imposée, le niveau de maturité et d'éducation des enfants et des adolescents est mis en avant comme facteur majeur des effets de cette exposition sur leurs comportements sexuels.

Recommandations :

- sachant que 71% des jeunes disent publier des informations personnelles tout en étant au courant des risques (enquête TNS-Sofres, 2010), une de recommandations n'est pas de se focaliser sur les risques en soi, mais bien sur les motivations qui les mènent à les publier malgré les risques (ne pas être exclu, être reconnu et populaire, évoquer des choses privées que l'on n'ose pas discuter en face à face, etc) ;
- apprendre aux enfants et aux adolescents à résister à la pression des pairs, développer les compétences psycho-sociales ;
- informer du lien entre usage intensif et problématique d'internet et cyber intimidation /harcèlement chez les garçons ;
- dans le cadre de la loi du 8 juillet 2013 d'orientation et de programmation pour la refondation de l'école de la République, les enseignants peuvent rappeler la loi visant à mieux garantir la protection des données personnelles et, plus généralement, le droit à la vie privée, à l'heure du numérique, en mentionnant explicitement le sexting pour sensibiliser et prévenir. C'est d'autant plus important face à l'incapacité du législateur à encadrer les nouvelles pratiques engendrées par la révolution numérique telles que le sexting ;
- éduquer à la sexualité en famille ou à l'école, via l'apprentissage de codes relationnels en rapport avec le consentement et de repères sur ce qui est acceptable ou pas dans une relation intime et sexuelle (comme ne pas accepter de faire ce que le garçon voit sur ses sites pornographiques par exemple, ou ne pas répondre aux sextos, lorsqu'on n'en a pas envie) ;
- sensibiliser les enfants et les adolescents aux symptômes dépressifs afin d'en parler et de prévenir les comportements à risques recherchés pour diminuer le sentiment de déprime, de tristesse et de lassitude.

V.8. Effets des écrans sur les résultats académiques

Des recherches récentes ont également montré que les jeux vidéo actifs peuvent améliorer les performances scolaires et réduire l'absentéisme, les retards et les comportements négatifs en classe (Lieberman et al., 2011). Il est également prouvé que les enfants aiment jouer à des jeux vidéo actifs plus que les jeux traditionnels dans les cours d'éducation physique à l'école (Yeh-Lane et al., 2011).

Les études sur l'influence globale de l'utilisation des jeux vidéo (sans préjuger de leur nature) sur les performances scolaires, n'ont, dans leur grande majorité, pas trouvé de résultats significatifs (Ferguson, 2015).

L'effet de l'exposition à la télévision sur le QI a été étudié en transversal et longitudinal par l'étude de Takeuchi et al. (2015) chez de jeunes filles et garçons âgés de 5 à 18 ans. Les résultats ont permis de montrer que les relations sont plus fortes lors des études transversales que lors des études longitudinales. Cette étude conforte les conclusions d'autres travaux qui soulignent l'importance de la prise en compte des contenus (éducatifs, interactifs...) qui produisent des effets différents. La meta-analyse d'Adelantado-Renau et al. (2019) est intéressante à plusieurs titres : i) les résultats mettent en évidence qu'un profil "sain", un bon sommeil, un niveau d'activité physique satisfaisant, un temps passé devant les écrans réduit est associé à de bons résultats scolaires, ii) le temps d'exposition à la télévision et le temps passé à jouer à des jeux vidéo induisent les comportements les plus délétères (Adelantado-Renau et al., 2019). Une des hypothèses avancées par les auteurs est que le temps passé devant les écrans remplace le temps de lecture et de communication verbale. De plus, l'hypothèse évoquée par les auteurs pour expliquer un effet différent selon le type d'écran, en particulier internet, est l'objectif de l'usage. Ainsi, l'utilisation d'Internet à des fins scolaires a montré des corrélations significatives positives avec de meilleurs résultats scolaires. Ces relations positives étaient plus élevées chez les élèves qui passaient deux heures par jour à utiliser Internet par rapport à ceux qui n'utilisaient pas internet (Kim et al., 2017). Ces mêmes auteurs montrent que la corrélation positive entre l'utilisation d'Internet pour les études et les performances scolaires, et la corrélation négative entre une utilisation d'Internet à des fins générales et les performances scolaires sont restées significatives, même après ajustement avec d'autres variables telles que l'âge, l'activité physique, le sexe, l'obésité, la région de résidence, le niveau de revenu, le niveau d'éducation des parents, le niveau de stress, la durée du sommeil, le tabagisme, la consommation d'alcool, la consommation de drogue et la durée totale de l'étude.

Les études longitudinales font état d'une association positive entre la durée d'utilisation d'internet et le "burnout" scolaire. Le suivi longitudinal d'adolescents (12-14 ans) de l'étude finlandaise de (Salmela-Aro et al., 2017) montre une association bidirectionnelle entre l'utilisation excessive d'internet et l'épuisement scolaire. Si les garçons utilisent plus internet que les filles, ces dernières sont les plus exposées aux symptômes dépressifs et au burnout scolaire associés à l'utilisation d'internet. Les adolescents qui ont un niveau d'adaptation faible ou modéré face au stress scolaire (i.e., stratégie d'approche centrée sur le problème) ont tendance à rapporter davantage de symptômes dépressifs, ce qui entraîne un score plus élevé d'utilisation problématique du smartphone (Xu et al., 2019).

Conclusions :

Les revues systématiques et les méta-analyses portant sur l'identification de l'association entre le temps d'écran et les résultats scolaires des enfants mettent en évidence que les enfants les plus vulnérables sont les enfants qui passent beaucoup de temps sur internet et sur les réseaux sociaux sans objectif ciblé vis-à-vis de leur performance scolaire. Les adolescents qui consultent internet

pour leur travail scolaire ont de meilleurs résultats que leurs congénères qui ne le font pas. L'objectif de consultation des écrans et la vulnérabilité des enfants et adolescents aux contenus sont les principaux déterminants des effets des écrans sur les résultats scolaires.

Recommandations :

- dépister une utilisation excessive mais surtout problématique des écrans par les encadrants ;
- avoir une vigilance accrue pour la population des adolescentes qui apparaît comme une population plus vulnérable.

VI. Usages des écrans

Les travaux recensés font état de résultats relatifs à des enfants dont l'environnement social et familial est rarement précisé. De même que les écrans sont considérés sous une appellation unique, les enfants sont considérés comme socialement homogènes en ce qui concerne leur environnement. Cette dimension sociale est peu traitée dans la littérature. Or, à cet âge, l'accompagnement et la socialisation de ces enfants est susceptible de grandes variations selon les milieux sociaux, impactant potentiellement de façon profonde les différents effets évoqués plus haut dans ce rapport.

VI.1 Des usages socialement différenciés

Selon les données de l'étude INCA3 (ANSES, 2017), plus le niveau d'étude du représentant de l'enfant est élevé, plus le temps passé devant un écran est faible quel que soit l'âge (3-10 ans vs 11-17 ans), chez la fille, comme chez le garçon. En moyenne, le temps d'écran quotidien est de 2h43min chez les enfants de 3-10 ans et de 4h34min chez les 11-17 ans lorsque le niveau d'étude du représentant de l'enfant est de niveau primaire/collège et diminue à 1h23min pour les 3-10 ans et à 3h12min pour les 11-17 ans avec un niveau d'étude à BAC+4 et plus.

Les données obtenues dans l'étude française ESTEBAN (SFP, 2017) pour les garçons âgés de 6 à 17 ans montrent un temps d'écran supérieur mais une influence du niveau d'étude similaire à celle observée avec les données INCA 3. À savoir que les garçons de 6-17 ans, dont la personne de référence du ménage déclarait un niveau de diplôme inférieur au baccalauréat, passaient en moyenne 4h54 par jour devant un écran, en comparaison de 3h30 pour ceux dont la personne de référence du ménage déclarait un diplôme de 2^{ème} ou 3^{ème} cycle universitaire. Chez les filles, la durée quotidienne passée devant un écran allait de 4h30 chez celles dont les parents présentaient un niveau inférieur au baccalauréat, à 2h52 dans les ménages dont les parents avaient un diplôme de niveau supérieur à Bac +3.

Le temps passé devant les écrans est associé aux revenus par unité de consommation (RUC)¹¹. Quel que soit l'âge, plus le RUC est élevé et moins le temps passé devant les écrans est important. Cette

¹¹ RUC : Le niveau de vie est égal au revenu disponible du ménage divisé par le nombre d'unités de consommation (UC). Le niveau de vie est donc le même pour tous les individus d'un même ménage. Les UC sont généralement calculées selon

relation existe chez les filles et chez les garçons, bien que non significative pour les filles de 3-10 ans. Globalement, il existe un lien entre le RUC et le temps passé devant un écran, essentiellement dû au temps passé devant l'écran de télévision. En effet, comme pour le temps d'écran total, plus le RUC est élevé et plus le temps passé devant la TV est faible, quel que soit le sexe et quel que soit l'âge. La part que représente l'écran de TV dans le temps total d'écran augmente significativement quand diminue le RUC uniquement chez les filles de 11-17 ans.

La cohorte de naissances ELFE est composée de 18 329 bébés nés dans 349 maternités sélectionnées de façon aléatoire. Quatre vagues de recrutement ont eu lieu au cours de l'année 2011. Les recrutements ont eu lieu à la naissance, puis des enquêtes de suivi ont été menées à 2 ans (13 276 familles) puis à 3,5 ans (12 032 familles). Les résultats présentés sont ceux de l'enquête de suivi à 2 ans. Pour cette catégorie d'âge, 4 catégories d'écrans ont été distinguées (tablette/ordinateur, smartphone, jeux vidéo et télévision). A 3,5 ans, la tablette numérique et l'ordinateur ont été considérés séparément, soit cinq types d'écrans (Gassama et al., 2018).

La télévision est le type d'écran le plus regardé par la tranche d'âge des 2 ans. L'exposition quotidienne concerne 68 % de cette classe d'âge ; 79 % des enfants y sont exposés avant l'âge de 18 mois. La durée médiane d'exposition est de 30 minutes par jour ; 8 % de cette tranche d'âge y est exposée plus de 2 heures par jour. Les enfants seraient d'autant plus exposés à la télévision que le niveau d'études de leurs parents est peu élevé et que leur mère est jeune. Pour cette tranche d'âge, le facteur primordial de recours ou non à l'usage des écrans réside dans le niveau d'études maternel et dans une moindre mesure, paternel. Lorsque la mère possède un niveau d'études primaires, 81 % des enfants regardent la télévision contre 52 % des enfants dont la mère dispose d'un diplôme Bac+2. Le niveau du père influe de la même manière sur les comportements de l'enfant à l'égard des écrans, mais son impact est moins marqué, indépendamment du niveau d'études de la mère.

Le niveau de revenus est de même associé à un usage plus fréquent de la télévision. La fréquence d'exposition est plus élevée lorsque la mère est sans emploi. Lorsque les deux parents sont nés dans un pays étranger, la consommation de jeux vidéo de leurs enfants est plus élevée que dans les autres familles. Dans les familles où un seul des deux parents est né à l'étranger, la situation est intermédiaire. Par ailleurs, l'usage des écrans est sensiblement identique chez les garçons et les filles à l'âge de 2 ans dans la cohorte Elfe. Dans la littérature, vers l'âge de 5 ans, les garçons seraient davantage consommateurs d'écrans que les filles.

La taille de la fratrie, enfin, est, elle aussi, susceptible d'impacter le recours de l'enfant aux écrans, notamment aux jeux vidéo, dans un processus mimétique des grands frères et sœurs. Ce phénomène est moins significatif dans le cas des smartphones, tablettes numériques ou télévision. Un facteur saisonnier intervient puisque l'exposition aux écrans en général s'avère moindre au cours de la période estivale qu'en hiver, du fait probable des activités de plein air plus fréquentes. Quelques disparités régionales ont été notées, à l'échelle hexagonale. L'usage de smartphones ou de tablettes numériques est moins fréquent en Bretagne. A contrario, l'exposition à la télévision est plus fréquente dans les régions Nord et Normandie. L'usage de smartphones et de tablettes se révèle le plus élevé en région parisienne.

l'échelle d'équivalence dite de l'OCDE modifiée qui attribue une UC au premier adulte du ménage, 0,5 UC aux autres personnes de 14 ans ou plus et 0,3 UC aux enfants de moins de 14 ans.

Quelques limites méthodologiques peuvent être soulignées. Pour la tranche de 2 ans, la présente étude ne porte pas sur la durée d'exposition de l'enfant aux écrans, mais uniquement sur sa fréquence et se fonde sur les déclarations des parents, exposant potentiellement à un biais de désirabilité sociale. L'étude ne fournit pas d'informations relatives au contexte d'usage de ces écrans. La littérature internationale, relativement pauvre sur ce sujet, apporte des résultats cohérents avec ces données françaises.

Sur près de 14 000 enfants âgés de deux à dix ans, issus de huit pays européens, le défaut de suivi des recommandations de limitation d'exposition aux écrans, déclaré par les parents, était plus élevé chez les enfants dont les parents étaient migrants ou sans emploi et plus élevé lorsque les parents avaient peu de réseaux sociaux. Ces résultats étaient ajustés sur des indicateurs socio-économiques classiques comme le revenu (Iguacel et al., 2018). Dans une étude sur 3348 enfants âgés de 11 à 19 ans, au Royaume-Uni, l'index de déprivation de la résidence de ces enfants, mesuré au niveau géographique, était associé à l'utilisation de la télévision. Le temps passé était 2,5 fois plus élevé dans les quartiers les plus pauvres et le temps passé à regarder des vidéos en ligne multiplié par 1,5 (Thomas et al., 2019).

Comportements parentaux

Sur un petit groupe de 62 enfants âgés de 18 mois à cinq ans, les pratiques des parents en matière d'accès à l'écran étaient liées à la durée d'exposition de leurs enfants aux écrans. C'est ainsi que l'utilisation d'écran par le père pendant les repas était associée à l'utilisation d'un écran par les enfants tandis que lorsque des parents faisaient des efforts pour limiter leur propre utilisation de l'écran, une réduction de celle de leurs enfants était observée. Il en était de même pour les comportements de la mère (Tang et al., 2018). La présence d'écrans dans la chambre pousserait les enfants à les regarder au détriment d'autres activités comme la lecture, impactant, à terme, leurs résultats scolaires (Gentile et al., 2017). Dans une méta analyse portant sur 37 études, le niveau d'études des parents et le revenu familial étaient inversement liés à la présence d'une télévision dans la chambre des enfants et à la pratique habituelle de prendre les repas devant la télévision (Gebremariam et al., 2015).

Un certain nombre de chercheurs souligne le risque d'aggravation des disparités dans le domaine de l'éducation par des disparités de maîtrise des ressources technologiques numériques et conseille de développer les compétences des étudiants, des enseignants, et nous pourrions ajouter des parents, pour protéger leurs enfants tout en leur donnant une opportunité d'accéder aux apports du monde digital. Des travaux conduits au Chili, dans lesquels une volonté de développer l'accès aux technologies digitales a été marquée par une augmentation de la connexion des maisons à internet, montrent cependant que ces efforts n'ont pas amélioré, voire ont aggravé, les inégalités en terme de résultats d'accès à l'éducation (Livingstone et al., 2017).

VI.2. Une "socio-ethnologie des styles de vie avec écrans"

La socialisation outrepassa le processus éducatif classique explicitement entrepris dans le but d'élever les enfants d'une manière raisonnée et raisonnable. "L'éducation est l'action exercée par les générations adultes sur celles qui ne sont pas encore mûres pour la vie sociale, [écrit Durkheim]. Elle

a pour objet de susciter et de développer chez l'enfant un certain nombre d'états physiques, intellectuels et moraux que réclament de lui et la société publique dans son ensemble et le milieu spécial auquel il est particulièrement destiné". Normative, datée et peu dynamique, une telle conception en vient à limiter la socialisation aux temps et espaces d'éducation expressément déterminés. Or, celle-ci concerne toutes les interactions sociales intervenant dans la vie quotidienne des enfants. Si bien qu'elle en vient à recouvrir « l'ensemble des processus par lesquels l'individu est construit, formé, modelé, façonné, fabriqué, conditionné, par la société globale et locale dans laquelle il vit, processus au cours desquels il acquiert, apprend, intériorise, incorpore, intègre des façons de faire, de penser et d'être qui sont situées socialement » (Darmon, 2006, 6).

Acquis dès les premières années de la vie et profondément incorporés (Bourdieu, 1980; Mauss, 1924), les effets de la socialisation modèlent les comportements et les conduites. Ainsi les dispositions à s'exposer aux écrans, à y prendre progressivement goût et à en apprécier positivement les effets, jusqu'à développer une forme éventuelle d'addiction, sont-elles le produit d'un processus précoce aux conséquences durables qui structurent un rapport au monde social particulièrement prégnant. Toutefois, si le caractère déterminant de la prime socialisation est clairement admis, celle-ci se poursuit tout au long de la vie et est susceptible de connaître des variations et des inflexions plus ou moins importantes au gré du parcours biographique des individus et selon les personnes et milieux fréquentés. C'est manifestement sur ces changements potentiels de comportements qu'il faut compter afin de tenter d'infléchir et de modifier sensiblement le cours des expositions aux écrans, toute une vie durant.

L'enfant étant progressivement exposé à différents milieux et environnements (les autres significatifs sont, à ce titre, particulièrement importants), l'enjeu consiste à faire en sorte que ceux-ci ne se renforcent pas les uns les autres, mais plutôt présentent une forme d'hétérogénéité, voire de résistance et de contradictions éventuelles, de telle façon qu'une pluralité d'options s'offre à lui. Composant avec celles-ci, il pourra alors, dans le meilleur des cas, arbitrer en faveur des conduites les plus favorables à sa santé et limiter ainsi son exposition aux différents écrans. Bien accompagné, il peut contester un certain nombre de déterminismes sociaux qui pèsent sur son mode de vie et ses conduites de santé et contrarier les processus de reproduction sociale (Bourdieu and Passeron, 1970) qui fondent l'exposition aux différents écrans. L'articulation des produits des différents processus de socialisation issus de la famille élargie, de l'école, des divers professionnels de l'éducation socioculturelle et socio-sportive (Basson, 2018) et des différents groupes de pairs intervenant dans son environnement direct est donc primordiale.

C'est ainsi à une « socio-ethnologie des styles de vie avec écrans » qu'il s'agit de travailler en étant particulièrement vigilant à la stratification sociale des goûts et pratiques culturels des parents à l'ère numérique. Il est, à ce titre, impératif d'envisager une actualisation de l'étude des configurations familiales dressées par Lahire dans *Tableaux de familles* (1995) en y introduisant la question des usages et pratiques domestiques des écrans. Les traits pertinents de l'analyse qu'il propose pourraient y être repris à cette aune : les formes familiales de la culture écrite (à laquelle il s'agit d'ajouter la version numérique), les conditions économiques (la consommation des écrans ayant un coût notable), l'ordre moral domestique (le respect de l'heure des repas et du coucher, par exemple), les formes d'exercice de l'autorité familiale (que l'on pense, par exemple, au contrôle et au décompte des heures passées devant les écrans, au choix des contenus consultés et compilés), les

modes familiaux d'investissement pédagogique (auxquels les écrans peuvent contribuer efficacement) gagneraient à être confrontés au monde numérique et à la multiplication des écrans qu'il génère.

Si la question du type d'écrans, de leur nombre, de l'âge des enfants et des jeunes qui y sont confrontés, du temps d'exposition et des contenus visionnés est très importante, c'est plus encore la question des usages de ces comportements et conduites devant les écrans qui importe. En effet, au-delà des écrans en question dont il ne s'agit pas de définir *a priori* la nocivité et/ou les éventuels bienfaits en soi, il nous revient prioritairement de considérer les conditions sociales de leur réception et les modalités d'usage dont ils font l'objet. La littérature sociologique et anthropologique récente a renseigné ce point en centrant les analyses sur les milieux situés au bas de l'échelle sociale et présentés comme vulnérables face aux risques que constitue l'exposition aux écrans.

Ainsi l'étude de l'omniprésence de la télévision dans la vie quotidienne des familles populaires françaises contemporaines atteste-t-elle que, loin de constituer l'instrument d'abrutissement intellectuel régulièrement condamné, elle permet d'évoquer collectivement, à la fois, le rapport à la politique et à l'information, les conditions de travail, l'organisation familiale tant sur le plan éducatif que conjugal ou les liens avec les autres membres de la parenté (Masclat, 2018). On constate toutefois que cette appropriation active de l'écran télévisuel en milieu populaire est directement corrélée au niveau de capital culturel et scolaire dont sont dotés les différents membres de la communauté familiale, et singulièrement les parents. Plus généralement, l'étude ethnographique des usages des informations par les « gens ordinaires », que ceux-ci soient enfants, jeunes ou adultes, de sexe masculin ou féminin (Goulet, 2010), témoigne, sans misérabilisme, de la propension de chacun à construire un rapport singulier au monde social, à la politique et à la citoyenneté. En effet, les biens informationnels (de nature numérique ou non) circulent en milieu populaire et se prêtent à différents types d'appropriation qui ne sont pas uniquement marqués par le prisme de l'imposition et de la domination sociale.

Il n'en va pas toujours ainsi. Longtemps exclus de la "révolution numérique", les milieux modestes d'origine rurale qui y accèdent tardivement font également l'objet d'investigations sociologiques récentes (Pasquier, 2018). Peu ou pas diplômés et exerçant des métiers qui ne demandent pas l'usage de l'informatique, les adultes font progressivement d'internet et des écrans un élément central de leur vie quotidienne. Si ces instruments leur fournissent potentiellement des armes pour l'aide scolaire aux enfants, ouvrent de nouvelles activités à ces derniers et leur permettent d'accéder à un lieu de parole et de réconfort face à une vie marquée par la précarité, en retour, internet tend à fragiliser la vie familiale en multipliant les « moments à soi » et en rendant le contrôle de la sociabilité des enfants impossible. De même, la communication numérique fait-elle l'objet de modes d'appropriation sociale spécifiques auprès des jeunes qui tendent à l'intégrer au cœur de leur vie relationnelle jusqu'à prendre le risque, pour certains, que celle-ci s'en trouve, du même coup, publicisée et reconfigurée (Pasquier, 2015). Aussi, est-il entendu que plus que l'exposition aux écrans, ce sont les usages qui en sont faits qu'il faut considérer de près. Concernant les enfants et les jeunes qui nous intéressent prioritairement ici, il importe fondamentalement que ces pratiques avec et devant écrans soient socialement accompagnées. Telle est notre recommandation principale.

Une enquête pilote qualitative européenne a été menée auprès de 7 pays afin d'explorer les relations des jeunes enfants et leurs familles aux nouvelles technologies (Livingstone et al., 2015). Cette étude se base sur des entretiens réalisés auprès de 70 familles et 157 enfants (majoritairement âgés de 4 à 7 ans) à leur domicile en 2015. Les pays concernés par l'étude sont la Belgique, la République Tchèque, l'Allemagne, la Finlande, l'Italie, les Etats-Unis, la Grande-Bretagne et la Russie. Bien que n'ayant pas impliqué la France, cette étude est très intéressante car elle explore et analyse les différentes médiations parentales par rapport aux écrans et les met en relation avec les déterminants socioculturels des familles. Les médiations parentales sont entendues comme les attitudes et comportements adoptés par les parents pour gérer et réguler la relation de leurs enfants aux écrans. Cette enquête souligne à quel point les technologies numériques font partie de la vie quotidienne des enfants et à quel point les familles sous-estiment les risques liés à l'utilisation des écrans et aux contenus qu'ils véhiculent.

Les usages des écrans doivent être socialement accompagnés

Un certain nombre de principes sont aujourd'hui reconnus et poursuivent une perspective d'efficacité que divers procédés méthodologiques d'évaluation entreprennent de mesurer. Présence, accompagnement, encadrement, suivi, usages conditionnés, travail d'éducation et plus encore processus de socialisation plurielle permettant, à terme, l'acquisition de dispositions propres à engendrer des conduites raisonnables en matière d'exposition aux écrans sont les maîtres-mots des travaux que nous avons recensés plus haut et du programme de recherches que nous nous sommes permis d'esquisser en première partie.

Accompagner et encadrer les enfants et les jeunes pendant leur exposition aux différents écrans ; construire les conditions sociales de la réception de ces derniers ; enfin, assurer l'apprentissage et l'intériorisation des bonnes pratiques et usages de ces technologies numériques sont quelques-unes des priorités auxquelles nous devons nous atteler si nous entendons permettre la compréhension, la relativisation et la déconstruction des médias numériques sollicités que seul un travail de socialisation critique et d'éducation raisonnée est à même de produire efficacement. Prétendre ainsi intercéder au cœur des relations d'interdépendance qui constituent les modalités même de la socialisation familiale et scolaire, suppose d'intervenir à l'échelle locale, au plus près de la vie quotidienne des enfants. C'est ainsi que cette question de l'exposition juvénile aux écrans doit devenir une des préoccupations majeures des gouvernements urbains de la santé dont se dotent aujourd'hui de plus en plus de villes de dimensions démographiques diverses (Basson and Honta, 2018).

Conclusions :

Les distributions sociales (selon l'âge, le sexe, le genre, la classe sociale d'appartenance, le niveau de revenu des parents, la nature du logement, la composition sociodémographique de la famille, les modes de garde, l'école fréquentée, les activités annexes aux mondes familial et scolaire, le capital scolaire et culturel de la mère et du père... parmi d'autres caractéristiques essentielles à l'analyse du contexte de vie de l'enfant) et les corrélations de tels effets sont rarement prises en compte, encore moins analysées et, de fait, peu connues. Or le jeune enfant qui nous préoccupe ici est entièrement dépendant du mode de vie familial dans lequel il évolue presque exclusivement dans les premières années de sa vie. À tel point que la consommation des écrans constitue un

excellent traducteur de la socialisation pratiquée par et dans les différentes configurations familiales. Si les inégalités de santé sont socialement construites, c'est, en effet, pour deux raisons majeures. D'une part, elles sont socialement distribuées, au sens où l'ensemble des individus ne sont pas pareillement exposés à certaines pathologies et/ou environnements et comportements néfastes à la santé et au bien-être. D'autre part, elles sont le produit d'un long processus d'intériorisation intervenant dès la prime enfance au sein de ces instances de socialisation fondamentales que sont la famille et l'école, secondairement les groupes de pairs. La différenciation sociale de l'usage des écrans qui apparaît dans les quelques travaux qui l'analysent porte en elle le risque d'une aggravation des inégalités sociales de santé, à court et moyen termes par les effets sanitaires soulignés dans ce rapport et potentiellement à long terme par l'impact sur la construction et le développement cognitif, psycho-social et relationnel de ces enfants.

Recommandations :

- former l'ensemble des divers intervenants sociaux auprès des familles (éducateurs, professionnels de santé, notamment des PMI, travailleurs sociaux, intervenants dans le cadre de la parentalité) sur les risques et les bénéfices potentiels des écrans ;
- insérer la problématique des écrans dans les programmes de soutien à la parentalité est une recommandation forte ;
- apporter un soutien matériel, effectif et concret permettant aux parents d'exercer leur rôle d'accompagnement des enfants.

Ce rapport a été soumis au bureau du Collège le 12 décembre 2019 : 8 membres qualifiés votant sur 9 membres qualifiés, 0 conflit d'intérêt, le texte a été approuvé par 8 votes, 0 vote contre, 0 abstention.

ANNEXE 1 GROUPE DE TRAVAIL

Liste des membres du groupe de travail

Pilote : Pascale Duché, directrice de laboratoire Sciences de la vie et de la santé de l'enfant, université de Toulon.

Commission spécialisée maladies chroniques : Agathe Billette-de-Villemeur, Laure Com-Ruelle, Virginie Halley des Fontaines.

Jean-Charles Basson, sociologue et politiste, IFERISS (FED 4142), université Paul Sabatier, Toulouse.

Christine Cannard, laboratoire de psychologie et neurocognition, université Pierre Mendès-France CNRS UMR 5105, Grenoble.

Emmanuel Damville, chef de service en psychiatrie de l'enfant, chercheur au laboratoire Impact de l'activité physique sur la santé, Toulon.

Etienne Merlin, CHU, responsable de la coordination du centre de recherche clinique enfant, INSERM 1405, Clermont-Ferrand.

Thierry Lang membre du collège du Haut Conseil de la santé publique.

Membres du SG HCSP : coordinateur Jean-Michel Azanowsky, Marie-France d'Acremont, Maxime Beucor, stagiaire.

Ce groupe de travail a bénéficié dans ses travaux de l'appui de la société EY CONSULTING, consultant mandaté par le HCSP à l'issue d'une sélection par appel d'offres selon la procédure applicable aux marchés publics.

ANNEXE 2 RÉFÉRENCES

- Adachi, P.J.C., and Willoughby, T. (2011). The effect of video game competition and violence on aggressive behavior: Which characteristic has the greatest influence? *Psychol. Violence* 1, 259–274.
- Adachi, P.J.C., and Willoughby, T. (2013). More than just fun and games: the longitudinal relationships between strategic video games, self-reported problem-solving skills, and academic grades. *J. Youth Adolesc.* 42, 1041–1052.
- Adachi, P.J.C., and Willoughby, T. (2016). The Longitudinal Association Between Competitive Video Game Play and Aggression Among Adolescents and Young Adults. *Child Dev.* 87, 1877–1892.
- Adelantado-Renau, M., Moliner-Urdiales, D., Cavero-Redondo, I., Beltran-Valls, M.R., Martínez-Vizcaíno, V., and Álvarez-Bueno, C. (2019). Association Between Screen Media Use and Academic Performance Among Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatr.*
- Adrien, J., Gronfier, C., and Royant-Parola, S. (2013). *Les mécanismes du sommeil : rythmes et pathologies* (Pommier).
- Ak, Ş., Özdemir, Y., and Kuzucu, Y. (2015). Cybervictimization and cyberbullying: The mediating role of anger, don't anger me! *Comput. Hum. Behav.* 49, 437–443.
- American Academy of Pediatrics. Committee on Public Education (2001). American Academy of Pediatrics: Children, adolescents, and television. *Pediatrics* 107, 423–426.
- Andersen, R.E., Crespo, C.J., Bartlett, S.J., Cheskin, L.J., and Pratt, M. (1998). Relationship of physical activity and television watching with body weight and level of fatness among children: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *JAMA* 279, 938–942.
- ANSES (2010). Effets sanitaires des systèmes d'éclairage utilisant des diodes électroluminescentes (LED).
- ANSES (2014). Effets sanitaires potentiels des technologies audiovisuelles en 3D stéréoscopique. Avis et rapport d'expertise collective.
- ANSES (2016a). Actualisation des repères du PNNS - Révisions des repères relatifs à l'activité physique et à la sédentarité.
- ANSES (2016b). Exposition aux radiofréquences et santé des enfants. Avis et rapport d'expertise collective.
- ANSES (2017). Etude individuelle nationale des consommations alimentaires 3 (INCA 3).
- ANSES (2019). Effets sur la santé humaine et sur l'environnement (faune et flore) des systèmes utilisant des diodes électroluminescentes (LED). Avis et rapport d'expertise collective.
- Arora, T., Broglio, E., Thomas, G.N., and Taheri, S. (2014). Associations between specific technologies and adolescent sleep quantity, sleep quality, and parasomnias. *Sleep Med.* 15, 240–247.
- Arrona-Palacios, A. (2017). High and low use of electronic media during nighttime before going to sleep: A comparative study between adolescents attending a morning or afternoon school shift. *J. Adolesc.* 61, 152–163.
- Balbani, A.P.S., and Montovani, J.C. (2008). Mobile phones: influence on auditory and vestibular systems. *Braz. J. Otorhinolaryngol.* 74, 125–131.
- Barr, R., Lauricella, A.R., Zack, E., and Calvert, S.L. (2010). Infant and Early Childhood Exposure to Adult-Directed and Child-Directed Television Programming: Relations with Cognitive Skills at Age Four. *Merrill-Palmer Q.* 56, 21–48.
- Barry, C.T., Sidoti, C.L., Briggs, S.M., Reiter, S.R., and Lindsey, R.A. (2017). Adolescent social media use and mental health from adolescent and parent perspectives. *J. Adolesc.* 61, 1–11.
- Basson, J.-C. (2018). La fabrique des « bons petits gars » : rugby éducatif et socialisation à la citoyenneté de la jeunesse populaire toulousaine. *Lien Soc. Polit.* 210–236.

- Basson, J.-C., and Honta, M. (2018). Se bien conduire dans une ville saine. *Terrains Trav.* N° 32, 129–153.
- Bedford, R., Saez de Urabain, I.R., Cheung, C.H.M., Karmiloff-Smith, A., and Smith, T.J. (2016). Toddlers' Fine Motor Milestone Achievement Is Associated with Early Touchscreen Scrolling. *Front. Psychol.* 7, 1108.
- Bègue, L. (2014). Une martialisation des émotions ? *Nouv. Rev. Desthétique* n° 14, 31–37.
- Bell, V., Bishop, D.V.M., and Przybylski, A.K. (2015). The debate over digital technology and young people. *BMJ* 351, h3064.
- Benzing, V., and Schmidt, M. (2018). Exergaming for Children and Adolescents: Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats. *J. Clin. Med.* 7.
- Berkowitz, L. (1989). Frustration-aggression hypothesis: examination and reformulation. *Psychol. Bull.* 106, 59–73.
- Berninger, V.W., Nagy, W., Tanimoto, S., Thompson, R., and Abbott, R.D. (2015). Computer Instruction in Handwriting, Spelling, and Composing for Students with Specific Learning Disabilities in Grades 4 to 9. *Comput. Educ.* 81, 154–168.
- Best, P., Manktelow, R., and Taylor, B. (2014). Online communication, social media and adolescent wellbeing: A systematic narrative review. *Child. Youth Serv. Rev.* 41, 27–36.
- Biddiss, E., and Irwin, J. (2010). Active video games to promote physical activity in children and youth: a systematic review. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* 164, 664–672.
- Biddle, S.J.H., Gorely, T., and Marshall, S.J. (2009). Is television viewing a suitable marker of sedentary behavior in young people? *Ann. Behav. Med. Publ. Soc. Behav. Med.* 38, 147–153.
- Blaya, C. (2011). Cyberviolence et cyberharcèlement : approches sociologiques. *Nouv. Rev. Adapt. Scolarisation* N° 53, 47–65.
- Bogdănici, C.M., Săndulache, D.E., and Nechita, C.A. (2017). Eyesight quality and Computer Vision Syndrome. *Romanian J. Ophthalmol.* 61, 112–116.
- Booker, C.L., Kelly, Y.J., and Sacker, A. (2018). Gender differences in the associations between age trends of social media interaction and well-being among 10-15 year olds in the UK. *BMC Public Health* 18, 321.
- Borja, R.R. (2006). Dance Video Games Hit the Floor in Schools. *Educ. Week* 25.
- Bottino, S.M.B., Bottino, C.M.C., Regina, C.G., Correia, A.V.L., and Ribeiro, W.S. (2015). Cyberbullying and adolescent mental health: systematic review. *Cad. Saude Publica* 31, 463–475.
- Bourdieu, P. (1980). *Le Sens pratique*.
- Bourdieu, P., and Passeron, J.-C. (1970). *La reproduction. Éléments pour une théorie du système d'enseignement*.
- Bowler, J., and Bourke, P. (2019). Facebook use and sleep quality: Light interacts with socially induced alertness. *Br. J. Psychol. Lond. Engl.* 1953 110, 519–529.
- Boynton-Jarrett, R., Thomas, T.N., Peterson, K.E., Wiecha, J., Sobol, A.M., and Gortmaker, S.L. (2003). Impact of television viewing patterns on fruit and vegetable consumption among adolescents. *Pediatrics* 112, 1321–1326.
- Brown, J.D., and L'Engle, K.L. (2009). X-Rated: Sexual Attitudes and Behaviors Associated With U.S. Early Adolescents' Exposure to Sexually Explicit Media. *Commun. Res.* 36, 129–151.
- Bry, L.J., Chou, T., Miguel, E., and Comer, J.S. (2018). Consumer Smartphone Apps Marketed for Child and Adolescent Anxiety: A Systematic Review and Content Analysis. *Behav. Ther.* 49, 249–261.
- Cajochen, C., Frey, S., Anders, D., Späti, J., Bues, M., Pross, A., Mager, R., Wirz-Justice, A., and Stefani, O. (2011). Evening exposure to a light-emitting diodes (LED)-backlit computer screen affects circadian physiology and cognitive performance. *J. Appl. Physiol. Bethesda Md* 1985 110, 1432–1438.
- Calamaro, C.J., Yang, K., Ratcliffe, S., and Chasens, E.R. (2012). Wired at a young age: the effect of caffeine and technology on sleep duration and body mass index in school-aged children. *J. Pediatr. Health Care Off. Publ. Natl. Assoc. Pediatr. Nurse Assoc. Pract.* 26, 276–282.
- Cao, H., Yan, S., Gu, C., Wang, S., Ni, L., Tao, H., Shao, T., Xu, Y., and Tao, F. (2018). Prevalence of attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms and their associations with sleep schedules and sleep-related problems among preschoolers in mainland China. *BMC Pediatr.* 18, 70.

- Carskadon, M.A. (2011). Sleep in adolescents: the perfect storm. *Pediatr. Clin. North Am.* 58, 637–647.
- Carson, V., Hunter, S., Kuzik, N., Gray, C.E., Poitras, V.J., Chaput, J.-P., Saunders, T.J., Katzmarzyk, P.T., Okely, A.D., Connor Gorber, S., et al. (2016). Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth: an update. *Appl. Physiol. Nutr. Metab. Physiol. Appl. Nutr. Metab.* 41, S240-265.
- Carter, B., Rees, P., Hale, L., Bhattacharjee, D., and Paradkar, M.S. (2016). Association Between Portable Screen-Based Media Device Access or Use and Sleep Outcomes: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatr.* 170, 1202–1208.
- Catheline, N. (2015). *Le harcèlement scolaire.* (PUF coll).
- Chang, F.-C., Chiu, C.-H., Chen, P.-H., Miao, N.-F., Chiang, J.-T., and Chuang, H.-Y. (2018). Computer/Mobile Device Screen Time of Children and Their Eye Care Behavior: The Roles of Risk Perception and Parenting. *Cyberpsychology Behav. Soc. Netw.* 21, 179–186.
- Chaopu, Y., Wenqing, F., Jiancheng, T., Fan, Y., Yanfeng, L., and Chun, L. (2018). Change of blue light hazard and circadian effect of LED backlight displayer with color temperature and age. *Opt. Express* 26, 27021–27032.
- Chen, Y.-L., and Gau, S.S.-F. (2016). Sleep problems and internet addiction among children and adolescents: a longitudinal study. *J. Sleep Res.* 25, 458–465.
- Choi, K., and Kirkorian, H.L. (2016). Touch or Watch to Learn? Toddlers' Object Retrieval Using Contingent and Noncontingent Video. *Psychol. Sci.* 27, 726–736.
- Ciarrochi, J., Parker, P., Sahdra, B., Marshall, S., Jackson, C., Gloster, A.T., and Heaven, P. (2016). The development of compulsive internet use and mental health: A four-year study of adolescence. *Dev. Psychol.* 52, 272–283.
- Coon, K.A., Goldberg, J., Rogers, B.L., and Tucker, K.L. (2001). Relationships between use of television during meals and children's food consumption patterns. *Pediatrics* 107, E7.
- Crescenzi, L., Jewitt, C., and Price, S. (2014). The role of touch in preschool children's learning using iPad versus paper interaction. 11.
- Daley, A.J. (2009). Can exergaming contribute to improving physical activity levels and health outcomes in children? *Pediatrics* 124, 763–771.
- Darmon, M. (2006). *La socialisation.*
- Dauvilliers, Y. (2019). *Les troubles du sommeil* (Elsevier-Masson).
- Delfino, L.D., Dos Santos Silva, D.A., Tebar, W.R., Zanuto, E.F., Codogno, J.S., Fernandes, R.A., and Christofaro, D.G. (2018). Screen time by different devices in adolescents: association with physical inactivity domains and eating habits. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 58, 318–325.
- Delgado, P., Vargas, C., Ackerman, R., and Salmerón, L. (2018). Don't throw away your printed books: A meta-analysis on the effects of reading media on reading comprehension. *Educ. Res. Rev.* 25, 23–38.
- Department of health and social care (2011). *UK physical activity guidelines. Start Active, Stay Active: A report on physical activity for health from the four home countries'.*
- Downing, K.L., Salmon, J., Hinkley, T., Hnatiuk, J.A., and Hesketh, K.D. (2017). A mobile technology intervention to reduce sedentary behaviour in 2- to 4-year-old children (Mini Movers): study protocol for a randomised controlled trial. *Trials* 18, 97.
- Dowsett, A., and Jackson, M. (2019). The effect of violence and competition within video games on aggression. *Comput. Hum. Behav.* 99, 22–27.
- Duch, H., Fisher, E.M., Ensari, I., and Harrington, A. (2013). Screen time use in children under 3 years old: a systematic review of correlates. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 10, 102.
- Duggan, M.P., Taveras, E.M., Gerber, M.W., Horan, C.M., and Oreskovic, N.M. (2019). Presence of Small Screens in Bedrooms Is Associated With Shorter Sleep Duration and Later Bedtimes in Children With Obesity. *Acad. Pediatr.* 19, 515–519.
- Durkheim, E. (1922). *Éducation et sociologie.*
- Durkin, K. (2010). Videogames and Young People With Developmental Disorders. *Rev. Gen. Psychol.* 14, 122–140.

- van Ekris, E., Altenburg, T.M., Singh, A.S., Proper, K.I., Heymans, M.W., and Chinapaw, M.J.M. (2016). An evidence-update on the prospective relationship between childhood sedentary behaviour and biomedical health indicators: a systematic review and meta-analysis. *Obes. Rev. Off. J. Int. Assoc. Study Obes.* 17, 833–849.
- Englander, E. (2015). Coerced Sexting and Revenge Porn Among Teens. *Bullying Teen Aggress. Soc. Media* 1, 19–21.
- Ezoe, S., and Toda, M. (2019). Relationships of Smartphone Dependence With Chronotype and Gender in Adolescence. *Anal. Hum. Behav. Cyberspace* 39–59.
- Ferguson, C.J. (2015). Do Angry Birds Make for Angry Children? A Meta-Analysis of Video Game Influences on Children's and Adolescents' Aggression, Mental Health, Prosocial Behavior, and Academic Performance. *Perspect. Psychol. Sci. J. Assoc. Psychol. Sci.* 10, 646–666.
- Ferguson, C.J. (2017). Everything in Moderation: Moderate Use of Screens Unassociated with Child Behavior Problems. *Psychiatr. Q.* 88, 797–805.
- Finne, E., Bucksch, J., Lampert, T., and Kolip, P. (2013). Physical activity and screen-based media use: cross-sectional associations with health-related quality of life and the role of body satisfaction in a representative sample of German adolescents. *Health Psychol. Behav. Med.* 1, 15–30.
- Fitzpatrick, E., Edmunds, L.S., and Dennison, B.A. (2007). Positive effects of family dinner are undone by television viewing. *J. Am. Diet. Assoc.* 107, 666–671.
- Fobian, A.D., Avis, K., and Schwebel, D.C. (2016). Impact of Media Use on Adolescent Sleep Efficiency. *J. Dev. Behav. Pediatr. JDBP* 37, 9–14.
- Foerster, M., Henneke, A., Chetty-Mhlanga, S., and Rösli, M. (2019). Impact of Adolescents' Screen Time and Nocturnal Mobile Phone-Related Awakenings on Sleep and General Health Symptoms: A Prospective Cohort Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 16.
- Foster, E.M., and Watkins, S. (2010). The value of reanalysis: TV viewing and attention problems. *Child Dev.* 81, 368–375.
- Frison, E., and Eggermont, S. (2016). Exploring the Relationships Between Different Types of Facebook Use, Perceived Online Social Support, and Adolescents' Depressed Mood. *Soc. Sci. Comput. Rev.* 34, 153–171.
- Gámez-Guadix, M., and de Santisteban, P. (2018). "Sex Pics?": Longitudinal Predictors of Sexting Among Adolescents. *J. Adolesc. Health Off. Publ. Soc. Adolesc. Med.* 63, 608–614.
- Gassama, M., Bernard, J., Dargent-Molina, P., and Charles, M.-A. (2018). Rapport "Activités physiques et usage des écrans à l'âge de 2 et 3,5 ans chez les enfants de la cohorte Elfe."
- Gassó, A.M., Klettke, B., Agustina, J.R., and Montiel, I. (2019). Sexting, Mental Health, and Victimization Among Adolescents: A Literature Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 16.
- Gebremariam, M.K., Bergh, I.H., Andersen, L.F., Ommundsen, Y., Totland, T.H., Bjelland, M., Grydeland, M., and Lien, N. (2013). Are screen-based sedentary behaviors longitudinally associated with dietary behaviors and leisure-time physical activity in the transition into adolescence? *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 10, 9.
- Gebremariam, M.K., Altenburg, T.M., Lakerveld, J., Andersen, L.F., Stronks, K., Chinapaw, M.J., and Lien, N. (2015). Associations between socioeconomic position and correlates of sedentary behaviour among youth: a systematic review. *Obes. Rev. Off. J. Int. Assoc. Study Obes.* 16, 988–1000.
- Gentile, D.A., Berch, O.N., Choo, H., Khoo, A., and Walsh, D.A. (2017). Bedroom media: One risk factor for development. *Dev. Psychol.* 53, 2340–2355.
- Glowacz, F., and Bourguignon, J.-P. (2015). Délinquance des adolescents et maturation pubertaire analysées au travers du timing pubertaire perçu. *Ann. Méd. Psychol. Rev. Psychiatr.* 173, 579–585.
- Gorely, T., Marshall, S.J., and Biddle, S.J.H. (2004). Couch kids: correlates of television viewing among youth. *Int. J. Behav. Med.* 11, 152–163.
- Goulet, V. (2010). Médias et classes populaires. Les usages ordinaires des informations.
- Gozlan, A. (2018). Quand l'altérité devient virale : exemple du cyberbullying. *Savoirs Clin.* n° 24, 165–173.
- de Graaf, H., van de Schoot, R., Woertman, L., Hawk, S.T., and Meeus, W. (2012). Family cohesion and romantic and sexual initiation: a three-wave longitudinal study. *J. Youth Adolesc.* 41, 583–592.

- Graves, L.E.F., Ridgers, N.D., and Stratton, G. (2008). The contribution of upper limb and total body movement to adolescents' energy expenditure whilst playing Nintendo Wii. *Eur. J. Appl. Physiol.* 104, 617–623.
- Greitemeyer, T., and Mügge, D.O. (2014). Video games do affect social outcomes: a meta-analytic review of the effects of violent and prosocial video game play. *Pers. Soc. Psychol. Bull.* 40, 578–589.
- Griffiths, M. (2003). The Therapeutic Use of Videogames in Childhood and Adolescence. *Clin. Child Psychol. Psychiatry* 8, 547–554.
- Gronfier, C. (2014). Horloge circadienne et fonctions non visuelles : rôle de la lumière chez l'Homme. *Biol. Aujourd'hui* 208, 261–267.
- Hale, L., and Guan, S. (2015). Screen time and sleep among school-aged children and adolescents: a systematic literature review. *Sleep Med. Rev.* 21, 50–58.
- Hale, L., Li, X., Hartstein, L.E., and LeBourgeois, M.K. (2019). Media Use and Sleep in Teenagers: What Do We Know? *Curr. Sleep Med. Rep.* 5, 128–134.
- Hancox, R.J., Milne, B.J., and Poulton, R. (2004). Association between child and adolescent television viewing and adult health: a longitudinal birth cohort study. *Lancet Lond. Engl.* 364, 257–262.
- Haza, M. (2012). Adolescence et pornographie sur la toile. *J. Can. Acad. Child Adolesc. Psychiatry* 21, 167–170.
- Hébert, M., Fernet, M., and Blais, M. (2017). Hébert, M., Fernet, M. & Blais, M. (2017). Le développement sexuel et psychosocial de l'enfant et de l'adolescent.
- Heffer, T., Good, M., Daly, O., MacDonell, E., and Willoughby, T. (2019). The Longitudinal Association Between Social-Media Use and Depressive Symptoms Among Adolescents and Young Adults: An Empirical Reply to Twenge et al. (2018). *Clin. Psychol. Sci.* 7, 462–470.
- Heins, E., Seitz, C., Schüz, J., Toschke, A.M., Harth, K., Letzel, S., and Böhler, E. (2007). [Bedtime, television and computer habits of primary school children in Germany]. *Gesundheitswesen Bundesverb. Ärzte Öffentlichen Gesundheitsdienstes Ger.* 69, 151–157.
- Helm, A.F., and Spencer, R.M.C. (2019). Television use and its effects on sleep in early childhood. *Sleep Health* 5, 241–247.
- Herman, K.M., Paradis, G., Mathieu, M.-E., O'Loughlin, J., Tremblay, A., and Lambert, M. (2014). Association between accelerometer-measured physical activity intensities and sedentary time in 8- to 10-year-old children. *Pediatr. Exerc. Sci.* 26, 76–85.
- Heuzey, M.-F.L. (2014). Cyberbullying. </data/revues/0929693X/v21i5sS1/S0929693X14714459/>.
- Hinduja, S., and Patchin, J.W. (2019). Connecting Adolescent Suicide to the Severity of Bullying and Cyberbullying. *J. Sch. Violence* 18, 333–346.
- Hinkley, T., Salmon, J., Okely, A.D., and Trost, S.G. (2010). Correlates of sedentary behaviours in preschool children: a review. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 7, 66.
- Hinkley, T., Salmon, J., Okely, A.D., and Crawford, D. (2013). The correlates of preschoolers' compliance with screen recommendations exist across multiple domains. *Prev. Med.* 57, 212–219.
- Hinkley, T., Verbestel, V., Ahrens, W., Lissner, L., Molnár, D., Moreno, L.A., Pigeot, I., Pohlabein, H., Reisch, L.A., Russo, P., et al. (2014a). Early childhood electronic media use as a predictor of poorer well-being: a prospective cohort study. *JAMA Pediatr.* 168, 485–492.
- Hinkley, T., Verbestel, V., Ahrens, W., Lissner, L., Molnár, D., Moreno, L.A., Pigeot, I., Pohlabein, H., Reisch, L.A., Russo, P., et al. (2014b). Early childhood electronic media use as a predictor of poorer well-being: a prospective cohort study. *JAMA Pediatr.* 168, 485–492.
- Hoare, E., Milton, K., Foster, C., and Allender, S. (2016). The associations between sedentary behaviour and mental health among adolescents: a systematic review. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 13, 108.
- Houghton, S., Hunter, S.C., Rosenberg, M., Wood, L., Zadow, C., Martin, K., and Shilton, T. (2015). Virtually impossible: limiting Australian children and adolescents daily screen based media use. *BMC Public Health* 15, 5.
- Huang, C. (2017). Time Spent on Social Network Sites and Psychological Well-Being: A Meta-Analysis. *Cyberpsychology Behav. Soc. Netw.* 20, 346–354.

- Iguacel, I., Fernández-Alvira, J.M., Bammann, K., Chadjigeorgiou, C., De Henauw, S., Heidinger-Felső, R., Lissner, L., Michels, N., Page, A., Reisch, L.A., et al. (2018). Social vulnerability as a predictor of physical activity and screen time in European children. *Int. J. Public Health* 63, 283–295.
- Jiang, X., Hardy, L.L., Baur, L.A., Ding, D., Wang, L., and Shi, H. (2015). Sleep duration, schedule and quality among urban Chinese children and adolescents: associations with routine after-school activities. *PloS One* 10, e0115326.
- Keles, B., McCrae, N., and Grealish, A. (2019). A systematic review: the influence of social media on depression, anxiety and psychological distress in adolescents. *Int. J. Adolesc. Youth* 0, 1–15.
- Khan, K.M., Bielko, S.L., and McCullagh, M.C. (2018). Efficacy of hearing conservation education programs for youth and young adults: a systematic review. *BMC Public Health* 18, 1286.
- Kim, J., Hwang, Y., Kang, S., Kim, M., Kim, T.-S., Kim, J., Seo, J., Ahn, H., Yoon, S., Yun, J.P., et al. (2016). Association between Exposure to Smartphones and Ocular Health in Adolescents. *Ophthalmic Epidemiol.* 23, 269–276.
- Kim, S.-H., Suh, Y.-W., Choi, Y.-M., Han, J.-Y., Nam, G.-T., You, E.-J., and Cho, Y.A. (2015). Effect of watching 3-dimensional television on refractive error in children. *Korean J. Ophthalmol.* KJO 29, 53–57.
- Kim, S.Y., Kim, M.-S., Park, B., Kim, J.-H., and Choi, H.G. (2017). The associations between internet use time and school performance among Korean adolescents differ according to the purpose of internet use. *PloS One* 12, e0174878.
- Kingston, D.A., Malamuth, N.M., Fedoroff, P., and Marshall, W.L. (2009). The importance of individual differences in pornography use: theoretical perspectives and implications for treating sexual offenders. *J. Sex Res.* 46, 216–232.
- Kirkorian, H.L., Choi, K., and Pempek, T.A. (2016). Toddlers' Word Learning From Contingent and Noncontingent Video on Touch Screens. *Child Dev.* 87, 405–413.
- Kircaburun, K., Kokkinos, C.M., Demetrovics, Z., Király, O., Griffiths, M.D., and Çolak, T.S. (2019). Problematic Online Behaviors among Adolescents and Emerging Adults: Associations between Cyberbullying Perpetration, Problematic Social Media Use, and Psychosocial Factors. *Int. J. Ment. Health Addict.* 17, 891–908.
- Kokkinos, C.M., Antoniadou, N., and Markos, A. (2014). Cyber-bullying: An investigation of the psychological profile of university student participants. *J. Appl. Dev. Psychol.* 35, 204–214.
- Kong, Y., Seo, Y.S., and Zhai, L. (2018). Comparison of reading performance on screen and on paper: A meta-analysis. *Comput. Educ.* 123, 138–149.
- Kostyrka-Allchorne, K., Cooper, N.R., and Simpson, A. (2017). The relationship between television exposure and children's cognition and behaviour: A systematic review. *Dev. Rev.* 44, 19–58.
- Kozeis, N. (2009). Impact of computer use on children's vision. *Hippokratia* 13, 230–231.
- Kremer, P., Elshaug, C., Leslie, E., Toumbourou, J.W., Patton, G.C., and Williams, J. (2014). Physical activity, leisure-time screen use and depression among children and young adolescents. *J. Sci. Med. Sport* 17, 183–187.
- Kwok, K., Ghrear, S., Li, V., Haddock, T., Coleman, P., and Birch, S.A.J. (2016). Children Can Learn New Facts Equally Well From Interactive Media Versus Face to Face Instruction. *Front. Psychol.* 7.
- Kwok, S.W.H., Lee, P.H., and Lee, R.L.T. (2017). Smart Device Use and Perceived Physical and Psychosocial Outcomes among Hong Kong Adolescents. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 14.
- Lacy, K.E., Allender, S.E., Kremer, P.J., de Silva-Sanigorski, A.M., Millar, L.M., Moodie, M.L., Mathews, L.B., Malakellis, M., and Swinburn, B.A. (2012). Screen time and physical activity behaviours are associated with health-related quality of life in Australian adolescents. *Qual. Life Res. Int. J. Qual. Life Asp. Treat. Care Rehabil.* 21, 1085–1099.
- Ladouceur, C. (2016). L'influence de la puberté sur les circuits neuronaux sous-tendant la régulation des émotions : implications pour la compréhension des risques de troubles affectifs. *Santé Ment. Au Qué.* 41, 35–64.
- Lamboglia, C.M.G.F., da Silva, V.T.B.L., de Vasconcelos Filho, J.E., Pinheiro, M.H.N.P., Munguba, M.C. da S., Silva Júnior, F.V.I., de Paula, F.A.R., and da Silva, C.A.B. (2013). Exergaming as a strategic tool in the fight against childhood obesity: a systematic review. *J. Obes.* 2013, 438364.

- Le Heuzey, M.-F., and Turberg-Romain, C. (2015). Nutri-bébé 2013 Study Part 3. Nutri-Bébé Survey 2013:3/Behaviour of mothers and young children during feeding. *Arch. Pediatr. Organe Off. Soc. Francaise Pediatr.* 22, 10S20-29.
- LeBlanc, A.G., Katzmarzyk, P.T., Barreira, T.V., Broyles, S.T., Chaput, J.-P., Church, T.S., Fogelholm, M., Harrington, D.M., Hu, G., Kuriyan, R., et al. (2015). Correlates of Total Sedentary Time and Screen Time in 9-11 Year-Old Children around the World: The International Study of Childhood Obesity, Lifestyle and the Environment. *PLoS One* 10, e0129622.
- Lemola, S., Perkinson-Gloor, N., Brand, S., Dewald-Kaufmann, J.F., and Grob, A. (2015). Adolescents' electronic media use at night, sleep disturbance, and depressive symptoms in the smartphone age. *J. Youth Adolesc.* 44, 405–418.
- Li, X., and Atkins, M.S. (2004). Early childhood computer experience and cognitive and motor development. *Pediatrics* 113, 1715–1722.
- Li, J.-B., Lau, J.T.F., Mo, P.K.H., Su, X.-F., Tang, J., Qin, Z.-G., and Gross, D.L. (2017). Insomnia partially mediated the association between problematic Internet use and depression among secondary school students in China. *J. Behav. Addict.* 6, 554–563.
- Lieberman, D.A., Chamberlin, B., Medina, E., Franklin, B.A., Sanner, B.M., Vafiadis, D.K., and Power of Play: Innovations in Getting Active Summit Planning Committee (2011). The power of play: Innovations in Getting Active Summit 2011: a science panel proceedings report from the American Heart Association. *Circulation* 123, 2507–2516.
- Lin, P.-H., Lee, Y.-C., Chen, K.-L., Hsieh, P.-L., Yang, S.-Y., and Lin, Y.-L. (2019). The Relationship Between Sleep Quality and Internet Addiction Among Female College Students. *Front. Neurosci.* 13, 599.
- Linebarger, D.L., and Walker, D. (2005). Infants' and Toddlers' Television Viewing and Language Outcomes. *Am. Behav. Sci.* 48, 624–645.
- Linebarger, D.L., Barr, R., Lapierre, M.A., and Piotrowski, J.T. (2014). Associations between parenting, media use, cumulative risk, and children's executive functioning. *J. Dev. Behav. Pediatr.* JDBP 35, 367–377.
- Lipsky, L.M., and Iannotti, R.J. (2012a). Associations of Television Viewing With Eating Behaviors in the 2009 Health Behaviour in School-aged Children Study. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* 166, 465–472.
- Lipsky, L.M., and Iannotti, R.J. (2012b). Associations of television viewing with eating behaviors in the 2009 Health Behaviour in School-aged Children Study. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* 166, 465–472.
- Liu, M., Wu, L., and Yao, S. (2016a). Dose-response association of screen time-based sedentary behaviour in children and adolescents and depression: a meta-analysis of observational studies. *Br. J. Sports Med.* 50, 1252–1258.
- Liu, M., Wu, L., and Yao, S. (2016b). Dose-response association of screen time-based sedentary behaviour in children and adolescents and depression: a meta-analysis of observational studies. *Br. J. Sports Med.* 50, 1252–1258.
- Liu, M., Wu, L., and Yao, S. (2016c). Dose-response association of screen time-based sedentary behaviour in children and adolescents and depression: a meta-analysis of observational studies. *Br. J. Sports Med.* 50, 1252–1258.
- Livingstone, S., and Helsper, E. (2010). Balancing opportunities and risks in teenagers' use of the internet: the role of online skills and internet self-efficacy. *New Media Soc.* 12, 309–329.
- Livingstone, S., Haddon, L., Görzig, A., and Ólafsson, K. (2011). Risks and safety on the internet: the perspective of European children: full findings and policy implications from the EU Kids Online survey of 9-16 year olds and their parents in 25 countries. *EU Kids Online Netw. Lond. UK.*
- Livingstone, S., Mascheroni, G., Dreier, M., Chaudron, S., and Lagae, K. (2015). How parents of young children manage digital devices at home: the role of income, education and parental style. .
- Livingstone, S., Lemish, D., Lim, S.S., Bulger, M., Cabello, P., Claro, M., Cabello-Hutt, T., Khalil, J., Kumpulainen, K., Nayar, U.S., et al. (2017). Global Perspectives on Children's Digital Opportunities: An Emerging Research and Policy Agenda. *Pediatrics* 140, S137–S141.

- Mack, I., Bayer, C., Schäffeler, N., Reiband, N., Brölz, E., Zurstiege, G., Fernandez-Aranda, F., Gawrilow, C., and Zipfel, S. (2017). Chances and Limitations of Video Games in the Fight against Childhood Obesity-A Systematic Review. *Eur. Eat. Disord. Rev. J. Eat. Disord. Assoc.* 25, 237–267.
- Madigan, S., Browne, D., Racine, N., Mori, C., and Tough, S. (2019). Association Between Screen Time and Children's Performance on a Developmental Screening Test. *JAMA Pediatr.* 173, 244–250.
- Mangen, A., Olivier, G., and Velay, J.-L. (2019). Comparing Comprehension of a Long Text Read in Print Book and on Kindle: Where in the Text and When in the Story? *Front. Psychol.* 10.
- Marchant, A., Hawton, K., Stewart, A., Montgomery, P., Singaravelu, V., Lloyd, K., Purdy, N., Daine, K., and John, A. (2018). Correction: A systematic review of the relationship between internet use, self-harm and suicidal behaviour in young people: The good, the bad and the unknown. *PLoS One* 13, e0193937.
- Martinez-Gomez, D., Eisenmann, J.C., Healy, G.N., Gomez-Martinez, S., Diaz, L.E., Dunstan, D.W., Veiga, O.L., Marcos, A., and AFINOS Study Group (2012). Sedentary behaviors and emerging cardiometabolic biomarkers in adolescents. *J. Pediatr.* 160, 104-110.e2.
- Marzano, M.M., and Rozier, C. Alice au pays du porno. Ados : leurs nouveaux imaginaires sexuels.
- Masclat, O. (2018). L'invité permanent. La réception de la télévision dans les familles populaires.
- Mattebo, M., Larsson, M., Tydén, T., Olsson, T., and Häggström-Nordin, E. (2012). Hercules and Barbie? Reflections on the influence of pornography and its spread in the media and society in groups of adolescents in Sweden. *Eur. J. Contracept. Reprod. Health Care Off. J. Eur. Soc. Contracept.* 17, 40–49.
- Mauss, M. (1924). Les techniques du corps, in *Sociologie et anthropologie*.
- McAnally, H.M., Young, T., and Hancox, R.J. (2019). Childhood and adolescent television viewing and internalising disorders in adulthood. *Prev. Med. Rep.* 15.
- McCarrick, K., and Li, X. (2007). Buried Treasure: The Impact of Computer Use on Young Children's Social, Cognitive, Language Development and Motivation. *AACE J.* 15, 73–95.
- McKenna, J.W., Shin, M., and Ciullo, S. (2015). Evaluating Reading and Mathematics Instruction for Students with Learning Disabilities: A Synthesis of Observation Research. *Learn. Disabil. Q.* 38, 195–207.
- Melkevik, O., Torsheim, T., Iannotti, R.J., and Wold, B. (2010). Is spending time in screen-based sedentary behaviors associated with less physical activity: a cross national investigation. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 7, 46.
- Miguel-Berges, M.L., Santaliestra-Pasias, A.M., Mouratidou, T., Androustos, O., de Craemer, M., Pinket, A.-S., Birnbaum, J., Koletzko, B., Iotova, V., Usheva, N., et al. (2017). Associations between food and beverage consumption and different types of sedentary behaviours in European preschoolers: the ToyBox-study. *Eur. J. Nutr.* 56, 1939–1951.
- Mills, K.L. (2014). Effects of Internet use on the adolescent brain: despite popular claims, experimental evidence remains scarce. *Trends Cogn. Sci.* 18, 385–387.
- Mitchell, K.J., Finkelhor, D., Jones, L.M., and Wolak, J. (2012). Prevalence and Characteristics of Youth Sexting: A National Study. *Pediatrics* 129, 13–20.
- Modecki, K.L., Minchin, J., Harbaugh, A.G., Guerra, N.G., and Runions, K.C. (2014). Bullying prevalence across contexts: a meta-analysis measuring cyber and traditional bullying. *J. Adolesc. Health Off. Publ. Soc. Adolesc. Med.* 55, 602–611.
- Moon, J.H., Lee, M.Y., and Moon, N.J. (2014). Association between video display terminal use and dry eye disease in school children. *J. Pediatr. Ophthalmol. Strabismus* 51, 87–92.
- Moon, J.H., Kim, K.W., and Moon, N.J. (2016). Smartphone use is a risk factor for pediatric dry eye disease according to region and age: a case control study. *BMC Ophthalmol.* 16, 188.
- Morelli, M., Bianchi, D., Baiocco, R., Pezzuti, L., and Chirumbolo, A. (2016). Sexting, psychological distress and dating violence among adolescents and young adults. *Psicothema* 28, 137–142.
- Moriguchi, Y., and Hiraki, K. (2014). Neural basis of learning from television in young children. *Trends Neurosci. Educ.* 3, 122–127.
- Munezawa, T., Kaneita, Y., Osaki, Y., Kanda, H., Minowa, M., Suzuki, K., Higuchi, S., Mori, J., Yamamoto, R., and Ohida, T. (2011). The association between use of mobile phones after lights out

- and sleep disturbances among Japanese adolescents: a nationwide cross-sectional survey. *Sleep* 34, 1013–1020.
- Nelissen, S., and Van den Bulck, J. When digital natives instruct digital immigrants: active guidance of parental media use by children and conflict in the family. *Inf. Commun. Soc.* 21(3), 2017.
- Nesi, J., Choukas-Bradley, S., and Prinstein, M.J. (2018a). Transformation of Adolescent Peer Relations in the Social Media Context: Part 1—A Theoretical Framework and Application to Dyadic Peer Relationships. *Clin. Child Fam. Psychol. Rev.* 21, 267–294.
- Nesi, J., Choukas-Bradley, S., and Prinstein, M.J. (2018b). Transformation of Adolescent Peer Relations in the Social Media Context: Part 2—Application to Peer Group Processes and Future Directions for Research. *Clin. Child Fam. Psychol. Rev.* 21, 295–319.
- Okely, A., Salmon, J., Vella, S., Cliff, D., Timperio, A., Tremblay, M., Trost, S., Shilton, T., Hinkley, T., Ridgers, N., et al. (2012). A Systematic Review to update the Australian Physical Activity Guidelines for Children and Young People. Report prepared for the Australian.
- Orben, A., and Przybylski, A.K. (2019). The association between adolescent well-being and digital technology use. *Nat. Hum. Behav.* 3, 173–182.
- Pagani, L.S., Fitzpatrick, C., and Barnett, T.A. (2013). Early childhood television viewing and kindergarten entry readiness. *Pediatr. Res.* 74, 350–355.
- Page, Z.E., Barrington, S., Edwards, J., and Barnett, L.M. (2017). Do active video games benefit the motor skill development of non-typically developing children and adolescents: A systematic review. *J. Sci. Med. Sport* 20, 1087–1100.
- Palasinski, M., Riggs, D., and Allison, L. (2013). Can computer-mediated communication increase adolescents' sexually risky behaviors? *Am. Psychol.* 68, 887–888.
- Pasquier, D. (2015). La communication numérique dans les cultures adolescentes. *Commun. Rev. Commun. Soc. Publique* 79–89.
- Pasquier, D. (2018). L'Internet des familles modestes. *Enquête dans la France rurale.*
- Patchan, M.M., and Puranik, C.S. (2016). Using tablet computers to teach preschool children to write letters: Exploring the impact of extrinsic and intrinsic feedback. *Comput. Educ.* 102, 128–137.
- Patchin, J.W., and Hinduja, S. (2019). The Nature and Extent of Sexting Among a National Sample of Middle and High School Students in the U.S. *Arch. Sex. Behav.* 48, 2333–2343.
- Paulus, M.P., Squeglia, L.M., Bagot, K., Jacobus, J., Kuplicki, R., Breslin, F.J., Bodurka, J., Morris, A.S., Thompson, W.K., Bartsch, H., et al. (2019). Screen media activity and brain structure in youth: Evidence for diverse structural correlation networks from the ABCD study. *NeuroImage* 185, 140–153.
- Pearson, N., and Biddle, S.J.H. (2011a). Sedentary behavior and dietary intake in children, adolescents, and adults. A systematic review. *Am. J. Prev. Med.* 41, 178–188.
- Pearson, N., and Biddle, S.J.H. (2011b). Sedentary behavior and dietary intake in children, adolescents, and adults. A systematic review. *Am. J. Prev. Med.* 41, 178–188.
- Potier, R., and Bialès, P. (2007). De l'amitié en virtuel. *Adolescence* n° 61, 581–591.
- Poulin, R. (2011). La pornographie, les jeunes, l'adocentrisme. *Cah. Dyn.* n° 50, 31–39.
- Prescott, A.T., Sargent, J.D., and Hull, J.G. (2018). Metaanalysis of the relationship between violent video game play and physical aggression over time. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 115, 9882–9888.
- Przybylski, A.K., and Weinstein, N. (2019). Digital Screen Time Limits and Young Children's Psychological Well-Being: Evidence From a Population-Based Study. *Child Dev.* 90, e56–e65.
- Puglia, R., and Glowacz, F. (2015). Consommation de pornographie à l'adolescence : quelles représentations de la sexualité et de la pornographie, pour quelle sexualité ? *Neuropsychiatr. Enfance Adolesc.* 63, 231–237.
- Randler, C. (2016). Chronotype in children and adolescents. *Somnologie.* 166–171.
- Randler, C., Wolfgang, L., Matt, K., Demirhan, E., Horzum, M.B., and Beşoluk, Ş. (2016). Smartphone addiction proneness in relation to sleep and morningness-eveningness in German adolescents. *J. Behav. Addict.* 5, 465–473.
- Raudsepp, L., and Kais, K. (2019). Longitudinal associations between problematic social media use and depressive symptoms in adolescent girls. *Prev. Med. Rep.* 15, 100925.

- Rey-López, J.P., Vicente-Rodríguez, G., Biosca, M., and Moreno, L.A. (2008). Sedentary behaviour and obesity development in children and adolescents. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis. NMCD* 18, 242–251.
- Reynolds, A.C., Meltzer, L.J., Dorrian, J., Centofanti, S.A., and Biggs, S.N. (2019). Impact of high-frequency email and instant messaging (E/IM) interactions during the hour before bed on self-reported sleep duration and sufficiency in female Australian children and adolescents. *Sleep Health* 5, 64–67.
- Robitaille-Froidure, A. (2014). Sexting : les adolescents victimes (consentantes ?) de la révolution numérique. *Rev. Droits L'homme Rev. Cent. Rech. D'études Sur Droits Fondam.*
- Romer, D., Bagdasarov, Z., and More, E. (2013). Older versus newer media and the well-being of United States youth: results from a national longitudinal panel. *J. Adolesc. Health Off. Publ. Soc. Adolesc. Med.* 52, 613–619.
- Royal Society of Public Health (2017). Social media and young people's mental health and wellbeing.
- Sallis, J.F., Prochaska, J.J., and Taylor, W.C. (2000). A review of correlates of physical activity of children and adolescents. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32, 963–975.
- Salmela-Aro, K., Upadaya, K., Hakkarainen, K., Lonka, K., and Alho, K. (2017). The Dark Side of Internet Use: Two Longitudinal Studies of Excessive Internet Use, Depressive Symptoms, School Burnout and Engagement Among Finnish Early and Late Adolescents. *J. Youth Adolesc.* 46, 343–357.
- Saxena, R., Vashist, P., Tandon, R., Pandey, R.M., Bhardawaj, A., Gupta, V., and Menon, V. (2017). Incidence and progression of myopia and associated factors in urban school children in Delhi: The North India Myopia Study (NIM Study). *PLoS One* 12, e0189774.
- Schweizer, A., Berchtold, A., Barrense-Dias, Y., Akre, C., and Suris, J.-C. (2017). Adolescents with a smartphone sleep less than their peers. *Eur. J. Pediatr.* 176, 131–136.
- SFP (2017). Équipe de surveillance et d'épidémiologie nutritionnelle (Esen). Étude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition (Esteban) 2014-2016. Volet nutrition. Chapitre Activité physique et sédentarité.
- Sheppard, A.L., and Wolffsohn, J.S. (2018). Digital eye strain: prevalence, measurement and amelioration. *BMJ Open Ophthalmol.* 3, e000146.
- Short, M.A., Kuula, L., Gradisar, M., and Pesonen, A.-K. (2019). How internal and external cues for bedtime affect sleep and adaptive functioning in adolescents. *Sleep Med.* 59, 1–6.
- Shute, R., and Miksad, J. (1997). Computer Assisted Instruction and Cognitive Development in Preschoolers. *Child Study J.* 27, 237–253.
- Škařupová, K., Ólafsson, K., and Blinka, L. (2015). Excessive Internet Use and its association with negative experiences: Quasi-validation of a short scale in 25 European countries. *Comput. Hum. Behav.* 53, 118–123.
- Škařupová, K., Ólafsson, K., and Blinka, L. (2016). The effect of smartphone use on trends in European adolescents' excessive Internet use. *Behav. Inf. Technol.* 35, 68–74.
- Smaniotto, B., and Melchiorre, M. (2018). Quand la construction de la sexualité adolescente se confronte à la violence du voir pornographique. *Sexologies* 27, 177–183.
- Smith, L.J., King, D.L., Richardson, C., Roane, B.M., and Gradisar, M. (2017). Mechanisms influencing older adolescents' bedtimes during videogaming: the roles of game difficulty and flow. *Sleep Med.* 39, 70–76.
- Smith, L.W., Liu, B., Degenhardt, L., Richters, J., Patton, G., Wand, H., Cross, D., Hocking, J.S., Skinner, S.R., Cooper, S., et al. (2016). Is sexual content in new media linked to sexual risk behaviour in young people? A systematic review and meta-analysis. *Sex. Health* 13, 501–515.
- Société canadienne de pédiatrie, groupe de travail sur la santé numérique, Ottawa (Ontario) (2019). Les médias numériques : la promotion d'une saine utilisation des écrans chez les enfants d'âge scolaire et les adolescents. *Paediatr. Child Health* 24, 402–417.
- Souman, J.L., Tinga, A.M., Te Pas, S.F., van Ee, R., and Vlaskamp, B.N.S. (2018). Acute alerting effects of light: A systematic literature review. *Behav. Brain Res.* 337, 228–239.
- Staiano, A.E., and Calvert, S.L. (2011). Exergames for Physical Education Courses: Physical, Social, and Cognitive Benefits. *Child Dev. Perspect.* 5, 93–98.

- Stamatakis, E., Coombs, N., Jago, R., Gama, A., Mourão, I., Nogueira, H., Rosado, V., and Padez, C. (2013). Type-specific screen time associations with cardiovascular risk markers in children. *Am. J. Prev. Med.* 44, 481–488.
- Stiglic, N., and Viner, R.M. (2019). Effects of screentime on the health and well-being of children and adolescents: a systematic review of reviews. *BMJ Open* 9.
- Štulhofer, A., Tafro, A., and Kohut, T. (2019). The dynamics of adolescents' pornography use and psychological well-being: a six-wave latent growth and latent class modeling approach. *Eur. Child Adolesc. Psychiatry*.
- Suchert, V., Hanewinkel, R., and Isensee, B. (2015). Sedentary behavior and indicators of mental health in school-aged children and adolescents: A systematic review. *Prev. Med.* 76, 48–57.
- Suris, J.-C., Akre, C., Pigué, C., Ambresin, A.-E., Zimmermann, G., and Berchtold, A. (2014). Is Internet use unhealthy? A cross-sectional study of adolescent Internet overuse. *Swiss Med. Wkly.* 144, w14061.
- Sweetser, P., Johnson, D.M., Ozdowska, A., and Wyeth, P. (2012). Active versus passive screen time for young children. *Australas. J. Early Child.* 37, 94–98.
- Takeuchi, H., Taki, Y., Hashizume, H., Asano, K., Asano, M., Sassa, Y., Yokota, S., Kotozaki, Y., Nouchi, R., and Kawashima, R. (2015). The impact of television viewing on brain structures: cross-sectional and longitudinal analyses. *Cereb. Cortex N. Y. N 1991* 25, 1188–1197.
- Tanaka, C., Tanaka, M., Okuda, M., Inoue, S., Aoyama, T., and Tanaka, S. (2017). Association between objectively evaluated physical activity and sedentary behavior and screen time in primary school children. *BMC Res. Notes* 10, 175.
- Tang, L., Darlington, G., Ma, D.W.L., Haines, J., and Guelph Family Health Study (2018). Mothers' and fathers' media parenting practices associated with young children's screen-time: a cross-sectional study. *BMC Obes.* 5, 37.
- Taylor, G., Monaghan, P., and Westermann, G. (2018). Investigating the association between children's screen media exposure and vocabulary size in the UK. *J. Child. Media* 12, 51–65.
- Thomas, F., Thomas, C., Hooper, L., Rosenberg, G., Vohra, J., and Bauld, L. (2019). Area deprivation, screen time and consumption of food and drink high in fat salt and sugar (HFSS) in young people: results from a cross-sectional study in the UK. *BMJ Open* 9, e027333.
- Thomé, S. (2018). Mobile Phone Use and Mental Health. A Review of the Research That Takes a Psychological Perspective on Exposure. *Int. J. Environ. Res. Public. Health* 15.
- Tobin, S., and Grondin, S. (2009). Video games and the perception of very long durations by adolescents. *Comput. Hum. Behav.* 25, 554–559.
- Tokiya, M., Kaneita, Y., Itani, O., Jike, M., and Ohida, T. (2017). Predictors of insomnia onset in adolescents in Japan. *Sleep Med.* 38, 37–43.
- Tremblay, M.S., LeBlanc, A.G., Janssen, I., Kho, M.E., Hicks, A., Murumets, K., Colley, R.C., and Duggan, M. (2011a). Canadian sedentary behaviour guidelines for children and youth. *Appl. Physiol. Nutr. Metab. Physiol. Appl. Nutr. Metab.* 36, 59–64; 65–71.
- Tremblay, M.S., LeBlanc, A.G., Kho, M.E., Saunders, T.J., Larouche, R., Colley, R.C., Goldfield, G., and Connor Gorber, S. (2011b). Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 8, 98.
- Tremblay, M.S., LeBlanc, A.G., Kho, M.E., Saunders, T.J., Larouche, R., Colley, R.C., Goldfield, G., and Gorber, S.C. (2011c). Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 8, 98.
- Twenge, J.M. (2019). More Time on Technology, Less Happiness? Associations Between Digital-Media Use and Psychological Well-Being. *Curr. Dir. Psychol. Sci.* 28, 372–379.
- Twenge, J.M., and Campbell, W.K. (2018). Associations between screen time and lower psychological well-being among children and adolescents: Evidence from a population-based study. *Prev. Med. Rep.* 12, 271–283.
- Twenge, J.M., Krizan, Z., and Hisler, G. (2017). Decreases in self-reported sleep duration among U.S. adolescents 2009-2015 and association with new media screen time. *Sleep Med.* 39, 47–53.

- Twenge, J.M., Joiner, T.E., Rogers, M.L., and Martin, G.N. (2018). Increases in Depressive Symptoms, Suicide-Related Outcomes, and Suicide Rates Among U.S. Adolescents After 2010 and Links to Increased New Media Screen Time. *Clin. Psychol. Sci.* 6, 3–17.
- Twenge, J.M., Hisler, G.C., and Krizan, Z. (2019). Associations between screen time and sleep duration are primarily driven by portable electronic devices: evidence from a population-based study of U.S. children ages 0-17. *Sleep Med.* 56, 211–218.
- Tylka, T.L., and Calogero, R.M. (2019). Perceptions of male partner pressure to be thin and pornography use: Associations with eating disorder symptomatology in a community sample of adult women. *Int. J. Eat. Disord.* 52, 189–194.
- Van den Bulck, J. (2004). Television viewing, computer game playing, and Internet use and self-reported time to bed and time out of bed in secondary-school children. *Sleep* 27, 101–104.
- Vandewater, E.A., Bickham, D.S., and Lee, J.H. (2006). Time well spent? Relating television use to children's free-time activities. *Pediatrics* 117, e181-191.
- Verduyn, P., Ybarra, O., Résibois, M., Jonides, J., and Kross, E. (2017). Do Social Network Sites Enhance or Undermine Subjective Well-Being? A Critical Review. *Soc. Issues Policy Rev.* 11, 274–302.
- Vernon, L., Modecki, K.L., and Barber, B.L. (2017). Tracking Effects of Problematic Social Networking on Adolescent Psychopathology: The Mediating Role of Sleep Disruptions. *J. Clin. Child Adolesc. Psychol. Off. J. Soc. Clin. Child Adolesc. Psychol. Am. Psychol. Assoc. Div.* 53 46, 269–283.
- Vernon, L., Modecki, K.L., and Barber, B.L. (2018). Mobile Phones in the Bedroom: Trajectories of Sleep Habits and Subsequent Adolescent Psychosocial Development. *Child Dev.* 89, 66–77.
- Vigerland, S., Lenhard, F., Bonnert, M., Lalouni, M., Hedman, E., Ahlen, J., Olén, O., Serlachius, E., and Ljótsson, B. (2016). Internet-delivered cognitive behavior therapy for children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Clin. Psychol. Rev.* 50, 1–10.
- Viner, R.M., Aswathikuty-Gireesh, A., Stiglic, N., Hudson, L.D., Goddings, A.-L., Ward, J.L., and Nicholls, D.E. (2019). Roles of cyberbullying, sleep, and physical activity in mediating the effects of social media use on mental health and wellbeing among young people in England: a secondary analysis of longitudinal data. *Lancet Child Adolesc. Health.*
- Wang, X., and Perry, A.C. (2006). Metabolic and physiologic responses to video game play in 7- to 10-year-old boys. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* 160, 411–415.
- Wang, P., Wang, X., Wu, Y., Xie, X., Wang, X., Zhao, F., Ouyang, M., and Lei, L. (2018). Social networking sites addiction and adolescent depression: A moderated mediation model of rumination and self-esteem. *Personal. Individ. Differ.* 127, 162–167.
- Wang, W., Xie, X., Wang, X., Lei, L., Hu, Q., and Jiang, S. (2019). Cyberbullying and depression among Chinese college students: A moderated mediation model of social anxiety and neuroticism. *J. Affect. Disord.* 256, 54–61.
- WHO (2014). Library Cataloguing-in-Publication Data : Public health implications of excessive use of the internet, computers, smartphones and similar electronic devices: meeting report, Main Meeting Hall,.
- Wood, R.T.A., Griffiths, M.D., and Parke, A. (2007). Experiences of time loss among videogame players: an empirical study. *Cyberpsychology Behav. Impact Internet Multimed. Virtual Real. Behav. Soc.* 10, 38–44.
- Wright, P.J., and Randall, A.K. (2012). Internet pornography exposure and risky sexual behavior among adult males in the United States. *Comput. Hum. Behav.* 28, 1410–1416.
- Wu, X.Y., Han, L.H., Zhang, J.H., Luo, S., Hu, J.W., and Sun, K. (2017). The influence of physical activity, sedentary behavior on health-related quality of life among the general population of children and adolescents: A systematic review. *PLoS ONE* 12.
- Xu, H., Wen, L.M., Hardy, L.L., and Rissel, C. (2016). A 5-year longitudinal analysis of modifiable predictors for outdoor play and screen-time of 2- to 5-year-olds. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 13, 96.
- Xu, T.-T., Wang, H.-Z., Fonseca, W., Zimmerman, M.A., Rost, D.H., Gaskin, J., and Wang, J.-L. (2019). The relationship between academic stress and adolescents' problematic smartphone usage. *Addict. Res. Theory* 27, 162–169.

- Yang, X., Chen, Z., Wang, Z., and Zhu, L. (2017). The Relations between Television Exposure and Executive Function in Chinese Preschoolers: The Moderated Role of Parental Mediation Behaviors. *Front. Psychol.* 8.
- Yeh-Lane, M., Moosbrugger, M., Liu, J., and Arnold, R. (2011). Enjoyment of interactive video games in physical education. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. Res. Q. Exerc. Sport 82, A56.
- Yland, J., Guan, S., Emanuele, E., and Hale, L. (2015). Interactive vs passive screen time and nighttime sleep duration among school-aged children. *Sleep Health* 1, 191–196.
- Zhang, G., Wu, L., Zhou, L., Lu, W., and Mao, C. (2016a). Television watching and risk of childhood obesity: a meta-analysis. *Eur. J. Public Health* 26, 13–18.
- Zhang, G., Wu, L., Zhou, L., Lu, W., and Mao, C. (2016b). Television watching and risk of childhood obesity: a meta-analysis. *Eur. J. Public Health* 26, 13–18.
- Zimmerman, F.J., and Christakis, D.A. (2007). Associations between content types of early media exposure and subsequent attentional problems. *Pediatrics* 120, 986–992.
- Zink, J., Belcher, B.R., Kechter, A., Stone, M.D., and Leventhal, A.M. (2019). Reciprocal associations between screen time and emotional disorder symptoms during adolescence. *Prev. Med. Rep.* 13, 281–288.

ANNEXE 3 RAPPEL SUR LE RYTHME VEILLE-SOMMEIL

Introduction : Rappel sur le rythme veille-sommeil et l'effet de la lumière bleue sur le rythme circadien (extrait majoritairement du Dossier Inserm information santé sur la chronobiologie : La mélatonine, synchroniseur sous influence lumineuse¹² et du dossier santé n°35 : le sommeil, la santé vient en dormant)¹³.

Pour un sommeil optimal en termes de durée et de qualité, la période de sommeil doit s'aligner sur notre horloge biologique. En effet, le rythme veille-sommeil qui est le plus important des rythmes circadiens (i.e., ± 24 h) est soumis, comme beaucoup de nos fonctions biologiques, à cette horloge interne nichée au sein du cerveau, dans l'hypothalamus. Le rythme circadien est identique chez tous les individus maintenus en pleine obscurité sans variation de la luminosité, et sans repère de temps, et dure en moyenne chez le sujet sain à 24 h 10 (entre 23 h 30 et 24 h 30 selon les individus). Afin de ne pas se décaler tous les jours et dormir ou se réveiller n'importe quand, l'horloge biologique est resynchronisée en permanence par des agents, donneurs de temps, externes et internes. La lumière est le plus puissant des agents externes, pendant que la mélatonine est le plus puissant des synchronisateurs internes. La mélatonine est une hormone dont la sécrétion est typiquement circadienne. Sa production augmente en fin de journée peu avant le coucher, contribuant à l'endormissement. Elle atteint son pic de sécrétion entre 2 et 4 heures du matin. Ensuite, sa concentration ne cesse de chuter pour devenir quasiment nulle au petit matin, un peu après le réveil. Elle est inhibée par la lumière et signale ainsi l'obscurité. Ainsi, c'est l'exposition à la lumière pendant la journée et l'obscurité pendant la nuit qui permettent de mettre les pendules à l'heure (synchroniser l'horloge biologique avec l'horloge quotidienne de 24 heures de notre environnement). Cependant, l'effet de la lumière sur l'horloge biologique dépend de l'heure, de son intensité et de sa température. Une exposition tardive (entre 17 h et 5 h en moyenne) retarde l'horloge (i.e., retard de phase), alors qu'une exposition précoce (entre 5 h et 17 h en moyenne) l'avance (i.e., avance de phase). L'effet de la lumière dépend de son intensité : une belle journée d'été qui apporte 100 000 lux a un pouvoir fortement éveillant, mais quelques dizaines de lux suffisent comme de simples bougies ou encore l'exposition à un écran d'ordinateur ou de tablette à LED, entre 30 et 100 lux, pendant 2-3 h, pour inhiber partiellement la sécrétion de la mélatonine ! Et enfin, l'effet de la lumière dépend aussi de son spectre (la température de la couleur). Il sera d'autant plus important qu'il sera riche en longueurs d'ondes bleues (~ 460 - 500 nm), que l'on retrouve naturellement dans les rayons du soleil mais aussi dans les diodes LED donc dans tous les écrans à technologie LED. La lumière bleue fait effectivement partie du spectre de couleurs visibles par l'œil humain, du bleu (380nm) au rouge (780nm). Cependant, c'est la couleur qui produit la plus grande quantité d'énergie, c'est celle qui se diffuse le plus, par conséquent, elle active 70 fois plus les récepteurs photosensibles non visuels de la rétine que la lumière blanche d'une lampe fluorescente de même intensité. Elle génère donc le message d'une exposition massive à la lumière, directement transmis aux noyaux suprachiasmatiques dans le cerveau. C'est pourquoi l'exposition à la lumière bleue le soir provoque une baisse de somnolence et un regain de vigilance, ce qui retarde la production de mélatonine et l'endormissement, entraînant une dette de sommeil plus ou moins importante, une utilisation intensive étant en moyenne associée à une heure trente de sommeil en moins par rapport aux

¹² <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/chronobiologie>

¹³ <https://www.inserm.fr/information-en-sante/magazine-scienceetsante/science%26sante-ndeg35>

faibles utilisateurs, et avec un risque accru de troubles de l'humeur et d'échec scolaire (Gronfier, 2014). Chaopu et al. (2018) qui étudient les risques de la lumière bleue et de la perturbation du rythme circadien en fonction de différentes températures de couleur (de 1200-6500°K) et en fonction de l'âge des utilisateurs (de 1 à 100 ans) montre que plus la température s'élève plus elle est délétère (les ampoules LED vont de 2400°K à 6500°K) ; la température de la couleur a une influence plus grande sur le rythme circadien des jeunes, en particulier des moins de 40 ans ; et pour les bébés de 1 an exposé aux écrans, l'effet de la lumière bleue est multiplié par 12.2 et le risque de perturber le rythme circadien est multiplié par 9.5. Il existe également une augmentation du risque de troubles métaboliques (risque accru de surpoids, d'obésité et de diabète) corrélés avec la durée passée sur les écrans. Ce risque est en effet associé aux perturbations du rythme circadien et non pas uniquement à la sédentarité. L'Anses (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) a alerté le public dès 2010 (ANSES, 2010).

Des facteurs biologiques expliquent l'heure de coucher plus tardive chez les adolescents (chronotype du soir plus fréquent, diminution de la sécrétion de la mélatonine, sommeil de premier cycle plus léger) ainsi qu'un temps de sommeil plus court (besoin en sommeil important durant la période de croissance mais malgré tout un peu plus court que pour le jeune enfant) mais des facteurs environnementaux entre en ligne de compte également, comme les sorties entre pairs, l'opposition avec la famille, l'affirmation de soi, les pressions scolaire et sociale, les activités périscolaires, l'usage de stimulants (caféine, drogue) et l'usage des écrans (Adrien et al., 2013; Dauvilliers, 2019).