

Impacts sur la santé de l'usage des outils numériques

Servane Mouton, Neurologue.

Les outils numériques ont envahi notre quotidien, de façon exponentielle depuis la commercialisation des premiers smartphones en 2007.

Nous sommes en droit de nous interroger sur les effets de l'usage des outils numériques sur notre santé. Si les études sur l'impact des écrans sur la santé se concentraient auparavant sur la télévision, elles doivent aujourd'hui prendre en compte les supports variés, ordinateurs, tablettes, et smartphones.

La diffusion de ces derniers, 8 adultes sur 10 en possède un téléphone portable aujourd'hui, associée au déploiement des technologies troisième, et maintenant 5ème génération, rend possible l'accès à internet, aux réseaux sociaux et messageries, et autres sites en ligne, quasiment en tout lieu et à chaque instant .

Les sociétés savantes, surtout pédiatriques, émettent régulièrement des recommandations et mises en garde, qui servent de support à la définition de « bonnes pratiques » (American Academy of Pediatrics Paediatrics, 2017 ; Haut Comité à la Santé Publique, 2019 ; Italian Pediatric Society, 2019 ; Société Canadienne de Pédiatrie, 2020).

Cependant, nous le verrons, il y a un gouffre entre ces recommandations et les comportements observés et rapportés dans différentes études observationnelles (Commun Sense Media, Nutri Bébé, INCA 2 et 3 notamment).

Nous évoquerons les difficultés méthodologiques des études portant sur l'impact des usages des outils numériques sur la santé. Nous nous attarderons ensuite sur l'impact des usages sur la cognition, le sommeil, la sédentarité et les morbidités qui lui sont liées, la morbidité ophtalmologique, la consommation de toxiques (tabac, alcool).

Considérations méthodologiques des études cliniques portant sur les effets de l'exposition aux écrans sur le neuro-développement.

D'une part, le développement d'un enfant est soumis à des influences multiples, qui ne se résument évidemment pas à leur exposition aux écrans. Le milieu socio-culturel, le niveau d'éducation des parents (surtout en fait de la mère), des maladies, des troubles ou carences affectives en sont aussi des déterminants.

D'autre part, la caractérisation du neuro-développement « normal » est malaisée avec les techniques d'investigations les plus modernes, telles l'IRM fonctionnelle et anatomique, la Tomographie par

émission de positon, la Magnéto-encéphalographie, car si la balance bénéfice-risque justifie aisément leur réalisation s'ils sont nécessaires chez un enfant malade, il est difficile éthiquement d'explorer les enfants en bonne santé.

Par ailleurs, les études longitudinales sont rares sur ce thème, car difficiles à mettre en place notamment du fait de leur coût. De plus, elles sont confrontées à la problématique des « perdus de vue », ce qui diminue leur puissance statistique. La plupart des études sont donc transversales, et établissent une corrélation entre l'usage des écrans et divers paramètres (performances de langage, d'attention, obésité etc), mais ne peuvent préciser le sens de l'association, c'est-à-dire le lien de causalité éventuel.

De plus, les usages des outils numériques évoluent très rapidement, le délai avant publication des résultats les rend parfois...obsoètes.

Enfin, l'évaluation de l'usage des écrans est difficile. Elle peut être basée sur des questionnaires, avec le biais de recueil, inévitable. Des outils permettent aussi d'enregistrer les données de navigations, le temps passé, mais se savoir observé peut modifier un comportement, et la multiplication des supports complique ce type de procédure (télévision, ordinateur, tablette, smartphone, pour un individu donné, dans un foyer en possédant plusieurs.

Cognition

Déficit de transfert vidéo.

L'enfant a, jusqu'à environ 3 ans un déficit de transfert vidéo (DeLoache et al 2010, Dayanim et Namy, 2011 ; Richert et al, 2010): il apprend moins bien, et de façon moins durable via un vidéo que via une interaction humaine réelle. Les explications à ce déficit de transfert vidéo ne sont pas consensuelles : sur-stimulation sensorielle, difficultés de passage du bi au tri-dimensionnel qui mettrait l'enfant en situation de double tâche, surcharge cognitive (Zack et al, 2013).

La présence d'un parent modulant son attention, et apportant des signaux pour aider à la compréhension (co-viewing) permet un apprentissage meilleur que le visionnage seul, même avec un adulte interagissant en direct avec l'enfant via un support vidéo (de type skype) (Barr, 2010 ; Strouse et al, 2017).

Distinction fiction/réalité

La distinction entre réel et fantaisie n'est pas acquise avant 8 ans environ (AAP 2009, Whooley et Ghossainy, 2013). Les enfants semblent se baser sur leur propre expérience du réel pour estimer le caractère imaginaire ou réel d'évènements et de personnages, avec un mélange de crédulité et de scepticisme variable en fonction du développement de leur métacognition.

Ils sont moins aptes à gérer les émotions, notamment la peur, et de nombreux programmes, y compris des dessins animés pour enfants, sont susceptibles de la générer (créatures monstrueuses, histoires mettant en scène la mort d'un parent du héros etc). La survenue de cauchemars peut être favorisée par certaines scènes.

Exposition à la violence et comportements violents

Les enfants seront également plus facilement influencés par les contenus violents. Une association est mise en évidence entre l'exposition à ces contenus (jeux vidéo, films, séries) et des comportements agressifs. Ceci serait médié par une augmentation des pensées agressives, des réactions de colère, une tendance à interpréter comme hostile l'attitude d'autrui, une désensibilisation à la violence (phénomène d'habituation), la diminution des comportements "pro-sociaux" et de l'empathie. (Revue Anderson et al 2010, Anderson et al 2017).

Les violences interpersonnelles sont plus effrayantes pour les que 7-12 ans que les contenus fantastiques. (Hogan et Strasburger 2020).

Il est donc essentiel d'être vigilant quant au contenu des programmes. Il est recommandé de visionner avec l'enfant pour pouvoir en discuter avec lui, s'assurer qu'il a bien compris, désamorcer une peur éventuelle. L'idéal est probablement de visionner sans l'enfant AVANT, afin d'écartier des contenus pouvant être choquants même si non explicitement décrits comme tels. Puis de visionner avec lui.

Cognition globale, langage.

Langage

Une méta-analyse de Madigan et al, en 2020, incluant 38 études dont 17 longitudinales, portant sur des enfants d'âge moyen compris entre 35,7 et 44,4 mois, concluait qu'un début d'exposition aux écrans tardif, des programmes éducatifs, et le co-viewing étaient positivement corrélés aux performances de langage, alors que la télévision allumée en fond sonore et le temps d'exposition quotidien y étaient négativement corrélés.

Une revue (Anderson et al, 2017) concluait que chez les moins de deux ans, l'exposition aux écrans est associée à une diminution des performances langagières et des fonctions exécutives .

Cet effet négatif pourrait être lié à une diminution des interactions verbales avec les adultes référents (Christakis et al, 2009) lorsque la télévision est allumée, et/ou au temps passé face à l'écran plutôt que dans un environnement riche favorisant le développement de l'enfant : jeux de rôle, activités créatives et artistiques, lectures de livres etc.

Il y a, bien évidemment, d'autres paramètres à considérer : prématurité, niveau socio-économique et éducatif des adultes du foyer. Mais cela ne doit pas conduire à sous-estimer l'impact de l'exposition aux écrans dans le développement de l'enfant.

Cognition globale.

Madigan et al en 2019 ont publié une étude longitudinale. 2241 enfants et leur mère ont été suivis dès la période prénatale. Des tests cognitifs ont été réalisés à 24, 36 et 60 mois, entre 2011 et 2016, évaluant la communication, la motricité fine et globale, la résolution de problème, et la sociabilité. Les auteurs ont étudié le développement de l'enfant selon leur exposition aux écrans, telle que décrite par leur mère.

Les temps d'écrans quotidiens étaient en moyenne de 2,4h ; 3,6h ; 1,6h. Les dyades étaient issues de milieux socio-éducatifs moyen et élevés essentiellement (87%).

Des analyses intra-individuelles révèlent qu'un niveau d'exposition aux écrans plus élevé que la moyenne de l'échantillon est associé à de moins bonnes performances au test cognitif suivant par rapport au développement attendu. L'inverse n'est pas vrai : des performances moins bonnes aux tests cognitifs ne sont pas associées à une exposition plus importante aux écrans lors de l'évaluation suivante.

Un haut score aux tests était corrélé au sexe féminin, à un faible niveau de dépression maternel, à un haut revenu du foyer, au « positivisme » maternel, à l'activité physique de l'enfant, à l'exposition à la lecture, et au nombre d'heures de sommeil quotidien. Une fois ajustées ces variables, persistent une corrélation significative entre l'exposition aux écrans et les scores aux tests cognitifs.

Il peut être objecté que les corrélations observées sont faibles, mais elles sont significatives, et la probabilité de mettre en évidence une diminution des performances à l'échelle intra-individuelle était extrêmement mince. Une limite de l'étude est de n'avoir pas distingué les types d'usage (éducatif, récréatif, adapté ou non à l'âge de l'enfant, jeux vidéo etc), une autre est de ne pas disposer d'évaluation avant 24 mois.

Une autre équipe a récemment étudié la relation entre usage des médias numériques et développement cognitif des enfants de 2 à 5 ans (Schwarzer et al, 2021). Les sujets font partie d'une cohorte, LIFE child, enfants suivis en Allemagne de la période prénatale à l'âge adulte pour évaluer les effets de l'environnement et du mode de vie sur la santé et le développement. Ont été inclus 296 enfants ayant passé des tests cognitifs. Le niveau socio-économique était moyen pour 44 %, haut pour 53 %.

Pour la mère, il s'agissait de l'usage de ces médias en dehors des temps de travail.

Un quart des enfants (24%) et un quart des mères (27%) avaient un temps d'écrans défini comme étant excessif, soit plus de 1h pour les enfants, et de façon arbitraire, plus de 5h pour la mère.

Un usage des médias numériques important (>5h/j) chez la mère était associé à un usage excessif chez l'enfant : 4 fois plus de chance que l'enfant ait un temps d'écran excessif si sa mère y consacre plus de 5h/j, mais pas directement au développement de l'enfant.

Pour les enfants, le temps moyen quotidien était de 45 minutes, dont 30-35 minutes de télévision ; pour les mères, 1,63h/j, et le support principal était le smartphone.

Chez les enfants, un temps d'écran excessif (soit supérieur à 1h par jour), ou de télévision supérieur à 30 minutes par jour, était associé à de moins bonnes performances cognitives globales, langagières, et socio-émotionnelles, mais pas à de moindres performances de motricité fine ou globale.

En dissociant la télévision des autres usages (jeux vidéo, smartphone, tablette), aucune corrélation n'a été mise en évidence avec ces derniers, ce qui pourrait être dû à leur faible utilisation dans cette tranche d'âge, plutôt qu'à l'absence d'impact.

L'effet délétère du temps d'écran n'était pas compensé par les interactions mère-enfant.

Outils et applications interactifs.

Il est possible que les applications interactives permettent des apprentissages chez les enfants de 3 à 5 ans, dans le domaine du langage (dénomination et écriture des lettres, conscience phonologique) et des mathématiques (reconnaissance des nombres, dénomination des nombres, additions et soustractions basiques), apprentissages qui seraient même facilités par rapport à un enseignement traditionnel (Lawrence et al, 2020 ; Griffith et al 2020). Cependant, les auteurs de cette revue systématique soulignent les biais méthodologiques des études, qui de plus sont pour l'instant peu nombreuses, et restent prudent quant à ces conclusions (35 études retenues sur 1447 recensées, et parmi elles, 19 considérées comme à haut risque de biais méthodologiques).

Performances scolaires.

Il s'agit également d'un paramètre difficile à étudier, car éminemment pluri-factoriel. Ici encore le niveau socio-économique et éducatif des adultes du foyer entre en jeu, mais aussi la quantité et qualité du sommeil, le statut pondéral, les fonctions exécutives.

Il a été montré une corrélation négative entre les performances scolaires et sportives et le temps d'usage du smartphone chez les adolescents (Bravo-Sanchez et al, 2021).

Une autre étude a mis en évidence une corrélation négative entre l'usage du smartphone à l'heure du coucher et la qualité du sommeil d'une part (Cf infra), et les performances scolaires d'autre part (Ragupathi et al, 2020).

Une étude chez des adolescents chinois a révélé une corrélation négative entre un usage du smartphone supérieur à 2h/j en semaine versus moins de 1h, et plus 5h/j le week-end versus moins

de 2h, et les résultats aux tests de fin d'année en mathématiques et anglais, et avec la perceptions de ses propres performances scolaires (questionnaire). Ceci après contrôle des covariables individuelles et familiales socio-démographiques. Le rôle des autres paramètres étudiés : réduction du temps de sommeil, insomnie, dépression, dans cette association était modeste (Liu et al, 2020).

Mémoire. (Wilmer et al, 2017).

Les outils numériques peuvent être considérés comme des supports d'externalisation de la mémoire. Ils impactent donc notre façon de mémoriser. Une étude a ainsi montré que les sujets visitant un musée mémorisaient moins bien les objets s'ils les photographiaient, que les sujets ne les photographiant pas. Une autre étude a révélé que la rétention d'informations données oralement (un cours) se faisait différemment selon que les sujets étaient informés qu'ils pourraient avoir accès à un support écrit par la suite. Savoir qu'une information est facilement accessible, via un moteur de recherche, pourrait donc être un frein à sa mémorisation. Or nos capacités de réflexions s'appuient la manipulation mentale de connaissances, qui doivent avoir été mémorisées. Cette tendance à sous solliciter nos fonctions mnésiques, favorisée par ces outils, pourrait donc avoir un retentissement sur notre habileté à penser.

Capacités attentionnelles, contrôle des impulsions.

- A long terme, un temps d'écran important (le seuil restant à définir) pourrait fragiliser les capacités d'attention volontaire ou dirigée.

Une association entre usage des écrans et TDAH ou moindre performance pour des tâches attentionnelles est établie. La direction de l'association reste débattue, mais des éléments plaident fortement en faveur d'un effet délétère des écrans.

Christakis et al, en 2004 ont publié une étude longitudinale mettant en évidence que le niveau d'exposition à la télévision avant trois ans prédisait les capacités attentionnelles à 7 ans.

Deux revues et méta-analyses récentes sur ce sujet *Beyens et al, 2017, Wilmer et al, 2017* concluent qu'il existe une association faible entre l'usage des médias et symptômes du TDAH (hyperactivité, impulsivité, déficit de l'attention).

Association n'implique pas une relation causale, cependant, l'étude de Christakis et al précédemment citée soutient un rôle de cette exposition dans l'apparition de troubles attentionnels. Ce qui n'exclue pas que le lien soit à double sens, c'est-à-dire que les sujets présentant un TDAH aient tendance à plus s'exposer aux écrans, y trouvant une source de bien-être lié à la stimulation intenses cérébrales qu'ils procurent (on rappelle que le TDAH résulterait d'un défaut d'inhibition, plutôt que d'un excès de stimulation, et que la stimulation du système inhibiteur, par exemple par les amphétamines, en améliore ainsi les symptômes).

- A court terme, les effets délétères de la simple présence du mobile, des interruptions endogènes (utilisation initiée par l'utilisateur) et exogène (notifications, sonnerie) sont démontrés : les erreurs sont plus nombreuses, le temps nécessaire pour achever une tâche plus long. Les effets à long terme restent à préciser (Wilmer et al, 2017).

L'usage des écrans altère la flexibilité mentale : diminution des capacités à filtrer les distractions, et à changer de tâche c'est à dire à inhiber l'attention portée à la première tâche. Des corrélations ont été montrées en imagerie fonctionnelle (diminution de l'activation du cortex pré-frontal) et anatomique (cortex cingulaire antérieur).

- Une étude du contrôle des impulsions (Hadar et al 2017) a observé trois groupes: des « usagers de mobiles », des « non-usagers de mobiles », et des « non-usagers auxquels a été confié un mobile ». Les sujets se voyaient offrir le choix entre avoir une récompense petite immédiate, ou plus importante différée. Plusieurs délais, et importance de récompense sont utilisés lors de la procédure. Les usagers de mobile avec des scores d'hyperactivité et d'impulsivité plus élevés que les deux autres groupes. Après 3 mois avec un mobile à disposition, les non-usagers avaient tendance à préférer la petite récompense immédiate. Aucune modification d'attitude n'était observée chez les non-usagers sans mobile. La conclusion des auteurs est que l'usage du mobile diminue les capacités de différer une récompense en vue d'un gain plus élevé. D'autres études de corrélation sont congruentes, suggérant que cet effet est médié par une diminution du contrôle des impulsions plutôt que par une augmentation du comportement de recherche de sensation nouvelle/récompense.

Notre attention est guidée par notre recherche de satisfaction, de plaisir, de récompense. Elle s'orientera naturellement vers les stimuli susceptibles d'activer le système de récompense. La nouveauté, les stimuli lumineux, les mouvements, les sons, attirent et capturent notre attention de façon quasi-automatique. Les mouvements rapides sont particulièrement irrésistibles pour le petit enfant. Or les applications, réseaux sociaux, films, jeux vidéos, sont conçus comme une succession de nouveau stimuli. La maturation des fonctions exécutives chez l'homme est un long processus, qui se poursuit jusqu'à l'âge de 25 ans environ. Ce sont elles qui permettent le contrôle des impulsions. Les enfants et adolescents sont donc particulièrement vulnérables à cette capture de leur attention, ensuite maintenue captive.

Pour revue des biais cognitifs utilisés couramment (Endowment effect, Fear of Missing Out, Pression sociale, Zeigarnik/Ovsiankina Effect) voir Montag et al, 2019.

Comportements compulsifs et/ou addictifs. Addiction et TIC: jeux vidéos en ligne, internet, réseaux sociaux en ligne, smartphone

Il existe très probablement des susceptibilités et « fragilités » individuelles dont pourraient dépendre certaines compétences cognitives, en particulier des capacités d'auto-régulation. Qui expliqueraient que certains individus soient plus susceptibles d'user abusivement des médias numériques, smartphones en particulier à l'heure actuelle.

Seule l'« addiction aux jeux vidéo sur internet » est référencée dans le Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders V, publié en 2015.

Cependant, en pratique et en recherche cliniques, nombre de travaux se concentrent sur « l'usage problématique du smartphone » (Fischer-Grote et al, 2020).

Des chercheurs et praticiens demandent que soit également répertorié le concept de nomophobie (No Mobile Phobia, Bragazzi et al, 2014), qui serait défini par un usage régulier et chronophage, une anxiété lorsque le portable n'est pas disponible, des vérifications répétées des messages voire la perception d'une alerte « fantôme », un portable en permanence à disposition, une préférence pour les interactions sociales en ligne (plutôt que en présentiel), des problèmes financiers consécutifs à l'usage du portable.

De nombreuses études se penchent aussi sur la question de l'addiction aux réseaux sociaux en ligne (Kuss et al, 2017), et plus généralement, sur les problèmes d'addiction liés aux NTIC en particulier dans le domaine de l'éducation (Lopez-Fernandez, 2021).

Sommeil.

Données épidémiologiques

- Adultes: Etudes de l'institut national de la vigilance et du sommeil (INVS): *Sommeil et Nouvelles technologies* en 2016, et *Sommeil d'hier et d'aujourd'hui*, en 2020 chez des sujets de 18 à 65 ans.

La durée moyenne du sommeil est passée chez les adultes de 7 h 05 en semaine en 2016 à 6h41 en 2020, et de 8h11 le week-end en 2016 à 7h51 le week-end. Soit une heure à une heure et demie de moins qu'il y a 30 ans.

En 2016, 36% des personnes interrogées utilisaient un écran le soir dans leur lit les jours de repos, et 39 % les jours de travail, versus 45% globalement en 2020 (pendant plus d'1h30 pour 25 % d'entre eux).

En 2016, la moitié des individus ont au moins un smartphone en fonctionnement ou en veille dans la chambre à coucher, et 20% le gardent en fonctionnement. Parmi ces derniers, 50 % sont réveillés

par des messages ou notifications, et parmi eux, 92 % les consultent, 79 % y répondent immédiatement. En 2020, 16 % des personnes interrogées sont réveillées la nuit par des alertes. En 2016, 25 % des sujets interrogés se disaient somnolents ou très somnolents dans la journée. Chez les 18-24 ans, ceux qui utilisent un outil électronique avant de dormir les jours de travail sont plus somnolents la journée.

- Enfants

Les adolescents français dorment en moyenne 7 h 45, dont moins de 7 h par nuit en semaine, au lieu des 8,5 à 9h de sommeil recommandées par la National Sleep Fondation (NSF, 2015).

Seize pour cent des enfants de 11 ans et 40 % de ceux de 15 ans ont un déficit de plus de 2h sommeil/j en semaine (écart entre temps de sommeil de semaine et du week-end). Vingt-quatre pour cent des enfants de 11 ans sont fatigués le matin, 34 % de ceux âgés de 15 ans.

Dès 15 ans, 30 % des adolescents français sont en dette de sommeil et chez les 15-19 ans, les troubles du sommeil concernent presque 40 % des adolescents (insomnie chronique, sensation de fatigue au réveil, somnolence diurne).

Les enfants ont perdu en moyenne 2 heures de sommeil entre 1974 et 1986, surtout du fait d'un coucher plus tardif, dès la maternelle (Trouver chiffres plus récents).

En 2016, 46% des parents interrogés pensent que l'usage des écrans n'a pas d'impact sur le sommeil de leur enfant.

Recommandations de la National Sleep Fondation (NSF) de 2015.

Le temps de sommeil par 24h

- pour les 1-3 ans : de 11 à 14 heures
- pour les 3-5 ans : de 10 à 13 heures
- pour les 5-12 ans : de 9 et 11 heures, (Hirshkowitz et al., 2015).

Sommeil et santé

L'usage des écrans est l'un des facteurs majeurs d'altérations du sommeil. La littérature sur ce thème est abondante et consensuelle. La simple présence d'un écran dans la chambre à coucher, a fortiori son utilisation, sont associées à un coucher plus tardif, un retard à l'endormissement, une diminution de la quantité et de la qualité de sommeil, et à une augmentation de la somnolence diurne (Janssen et al, 2010 ; Hale et Stanford, 2015 ; Carter et al, 2016 ; Le Bourgeois et al, 2017). Ceci est probablement multifactoriel. D'abord, utiliser un écran dans la chambre à retarde souvent le « coucher » effectif. Ensuite, l'exposition à la lumière bleue décale le pic de mélatonine, hormone synthétisée par la glande pinéale, essentielle à la synchronisation de nos rythmes biologiques (Tosini et al,

2016). Ce décalage retarde l'endormissement. Enfin, les contenus peuvent être excitants, et stimuler l'éveil. Chez les adolescents, ceci s'ajoute au décalage de phase physiologique. L'heure de réveil n'étant pas, le plus souvent, ajustable, il en résulte une dette de sommeil.

Les altérations (quantité et qualité) du sommeil augmentent considérablement le risque d'accident, via une augmentation de la fatigue et de la somnolence (Chaput et al, 2017).

La dette de sommeil chronique augmente l'incidence de nombreuses pathologies chroniques, en particulier le diabète et l'obésité, mais aussi les pathologies cardiovasculaires, la dépression, les cancers, démences (Schmid et al, 2016).

Le sommeil est également un élément central dans les apprentissages chez l'enfant et l'adolescent en particulier (rôle majeur dans les processus de mémorisation).

Etat des lieux de l'usage des écrans en France, et épidémiologie et conséquences de la sédentarité

Définition de la sédentarité

La sédentarité est définie par une situation d'éveil caractérisée par une dépense énergétique faible en position assise ou allongée. La sédentarité (ou comportement sédentaire) est donc définie et considérée distinctement de l'inactivité physique, avec ses effets propres sur la santé.

Le temps passé assis devant un écran est actuellement l'indicateur le plus utilisé dans les études pour évaluer la sédentarité chez l'enfant. Il peut sous-estimer la sédentarité, puisque ne considère pas le temps passé dans les transports, assis ou debout, à manger etc. Le temps d'écran total peut parfois être surestimé dans les cas où les individus ont passé du temps devant deux écrans simultanément.

Chez les adultes, on utilise le questionnaire RPAQ qui explore les activités sédentaires telles que le temps passé devant les écrans, dans les transports, au travail etc.

Epidémiologiques de la sédentarité (INVS 2020, ANSES 2016 et 2020)

Moins de 18 ans

- A 2 ans, 12 % des enfants jouent avec un ordinateur ou une tablette tous les jours, 10 % avec un smartphone, 68 % regardent la TV tous les jours, 33 % ne font aucune activité d'extérieure

- La proportion d'enfants ayant un comportement sédentaire est :

- chez les enfants de 3 à 10 ans : 31,2 % pour les garçons, 62,8 % pour pour les filles.
- chez les enfants de 11 à 17 ans : 18,2 % pour les garçons, 57,9 % pour pour les filles.

La proportion d'enfants ayant un comportement inactif et sédentaire diminue avec le niveau d'étude du représentant.

- Le temps d'écran moyen quotidien est :

- 3-6 ans : 107 min (Ecart-Type 87), 77% passent moins de 3h/j, 3.7% plus de 7h
- 7-10 ans : 148 min (Ecart-Type 97). 69% moins de 3h, 2.2% plus de 7h
- 11-14 ans : 218 min (Ecart-Type 159). 47% moins de 3h, 11% plus de 7h
- 15-17 ans : 290 min (Ecart-Type 191). 29% moins de 3h, 22.5% plus de 7h.

La durée moyenne passée par les enfants devant un écran a augmenté d'environ 20 min entre les études INCA2 et INCA3, soit entre 2006-2007 et 2014-2015, passant de 168 à 185 min par jour.

Adultes de 18 à 65 ans

Quatre-vingt-dix-huit pour cent des Français utilisent une NTIC à leur domicile pour leur usage personnel (ordinateur, tablette, liseuse, smartphone, téléphone mobile simple).

Chez les adultes de 18 à 79 ans, *hors temps de travail*, le temps moyen passé devant les écrans chaque jour est compris entre 3h20 et 4h40 en moyenne. Il a augmenté entre les études INCA2 et INCA3, d'en moyenne 1 h 20.

Quatre-vingt-dix-sept pour cent des personnes interrogées s'en servent pour envoyer des e-mails, 96 % chercher des informations sur internet, 76 % pour les réseaux sociaux et messageries, 60 % pour regarder des vidéos, films, émissions de télévision, 46 % pour jouer en ligne.

La proportion d'adultes ayant un niveau modéré ou élevé de sédentarité est de 84%.

Recommandations (ANSES 2016, WHO 2019)

- *Chez les adultes*, quel que soit le contexte (travail, transport, domestique, loisirs), il est recommandé de réduire le temps total quotidien passé en position assise, autant que faire se peut, et d'interrompre les périodes prolongées passées en position assise ou allongée, toutes les 90 à 120 min, par une AP de type marche de quelques minutes (3 à 5), accompagné de mouvements de mobilisation musculaire.

- *L'enfant de moins de 5 ans* doit rester moins d'une heure en continu dans des activités sédentaires. Il est recommandé d'éviter l'exposition avant l'âge de 2 ans, et de limiter l'exposition à moins d'une heure par jour entre 2 et 5 ans.

- *L'enfant de 6 à 11 ans* doit rester moins de 2 heures consécutives en position assise ou semi allongée (hors temps de sommeil). Le temps de loisir passé devant un écran devrait être limité jusqu'à 6 ans à 1 heure par jour ; jusqu'à 11 ans à 2h par jour.

- *L'enfant de 12 à 17 ans* doit limiter ses périodes de sédentarité et d'inactivité en ne restant pas plus de 2 heures consécutives en position assise ou semi-allongée (hors sommeil). La limitation du temps d'écran n'apparaît plus.

Sédentarité et Obésité

La sédentarité augmente le risque d'obésité (Carlson et al, 2016 ; van Ekris et al, 2016). L'obésité augmente le risque de maladies cardio-vasculaires, respiratoires, métaboliques, rhumatologiques, certains cancers, psychologiques (Rosiek et al, 2015).

Les prévalences sur la base de l'IMC pour le surpoids et l'obésité sont respectivement de 13% et 4,0% chez les enfants âgés de 0 à 17 ans et de 34% et 17% chez les adultes âgés de 18 à 79 ans.

Dans l'ensemble de la population, la prévalence du surpoids, et plus encore celle de l'obésité, diminuent quand le niveau d'étude augmente.

Par rapport à la situation décrite par l'étude INCA2 (2006-2007), les prévalences de surpoids et d'obésité sont stables chez les enfants de 3 à 14 ans. En revanche, celle du surpoids est plus élevée chez les adolescents de 15 à 17 ans (passant de 9% à 15%), et celles de l'obésité plus élevée chez les adultes (passant de 12% à 17%).

L'augmentation de la prévalence du surpoids et de l'obésité des enfants et des adolescents est imputable à un certain nombre de facteurs, les plus importants étant le changement de régime alimentaire (avec la consommation d'aliments très énergétiques à haute teneur en graisses et en sucre) (Ashdown-Franks et al. 2019), la diminution de l'activité physique et l'augmentation des comportements sédentaires (Robinson et al. 2017, Nakano et al. 2019).

Sédentarité et mortalité (Katzmarzyk et al, 2009 ; Katzmarzyk et al. 2013 ; Wilmot et al, 2009, Young et al, 2016)

La sédentarité augmente la mortalité toutes causes confondues, indépendamment de l'activité physique, de limitations de mobilité, des variables démographiques et des co-morbidités. Ceci n'est que partiellement compensé par une activité physique modérée à intense.

Plus le temps quotidien passé en position assise augmente, plus les conséquences sur la mortalité sont importantes. Entre 4 et 8 h de temps quotidien passé en position assise, chaque heure

supplémentaire passée en position assise aggraverait la mortalité de 2 %. Un seuil existerait à partir de 8 h quotidiennes : chaque heure supplémentaire augmenterait la mortalité de 8 %.

Sédentarité, facteurs de risque et pathologies cardio-vasculaires (AHA, 2016)

La sédentarité est associée à une augmentation de l'incidence des maladies cardiovasculaires, après ajustement d'autres co-variables telles que le diabète, le niveau socio-économiques, l'activité physique, ceci étant médié seulement partiellement par l'IMC (Young et al, 2016).

La sédentarité constitue un facteur de risque indépendant de développer un diabète de type 2 : plus 14 % pour 2 heures passées quotidiennement devant la télévision (Hu et al, 2001 ; Hu et al, 2003).

Focus sur les AVC du sujet jeune (Polivka et al, 2019).

On dénombre 15 Millions d'AVC dans le monde par an, 10 % survenant chez un sujet de moins de 50 ans. Il s'agit pour 80 % d'AVC ischémiques, 20 % d'AVC hémorragiques. Si l'incidence de ces derniers reste stable, celle des AVC ischémiques augmente depuis une vingtaine d'années quel que soit le niveau de développement du pays considéré. En France, la cohorte de référence est le Dijon Stroke Registry (Béjot et al, 2014). Dans cette étude, l'incidence des AVC ischémiques chez les moins de 55 ans est passé de 8,1/100 000 en 1985-1993 à 10.7 en 1994–2002, et à 18.1 en 2003–2011.

Si les étiologies rares sont plus fréquemment en cause dans cette tranche d'âge (dissection artérielle cervicale, maladies hématologiques, vascularites, maladie de Fabry, cancers, FOP etc), selon une étude internationale multicentrique, les facteurs de risque cardio-vasculaires « classiques » rendraient compte de 92,2 % des AVC ischémiques chez les 18-55 ans, avec un effet probablement synergique (O'donnell et al, 2016). Dans une autre étude multicentrique, huit FDRCV modifiables, expliquaient 78,6 % des AVC ischémiques des 18-55 ans.

Ce sont en particulier l'obésité, le diabète, tous deux favorisés par la sédentarité, la sédentarité elle-même, le tabagisme chronique, la consommation excessive d'alcool (O'Donnell et al, 2016) mais aussi un temps de sommeil insuffisant (moins de 7-8h/nuit) (Li et al, 2017).

Or, comme nous le détaillons ci-dessus et ci-après, l'usage des outils numériques a une influence potentiellement délétère sur ces variables.

Sédentarité et autres pathologies

La sédentarité favoriserait la survenue du cancer de l'endomètre, et peut-être le cancer du sein et du côlon via un effet indirect en favorisant l'obésité et l'obésité abdominale.

La sédentarité est associée à une altération plus marquée de la fonctionnalité respiratoire dans la bronchopneumopathie chronique obstructive. Chez l'enfant, plus de 4 h devant la télévision majorerait le risque de survenue d'asthme.

Une association négative pourrait exister entre la DMO et le comportement sédentaire (selon des études transversales chez l'adulte et chez l'adolescent).

Les études montrent des corrélations faibles mais cohérentes entre le temps sédentaire passé devant un écran et un mauvais état de santé mentale (Biddle et Asare 2011).

Sédentarité et comportement alimentaire.

L'étude d'Epstein et al. (Epstein et al. 2002) fait état d'une augmentation de la prise alimentaire et d'une diminution de la dépense énergétique (-100kcal) quand les comportements sédentaires augmentent.

Plusieurs explications possibles :

- Le « temps passé devant la télévision » est associé positivement à la consommation de boissons sucrées et négativement associé à la consommation de fruits et légumes (Pearson et Biddle 2011).

Ceci est notamment lié à la publicité, y compris déguisée (sur les applications, web, réseaux sociaux, mobiles), pour des aliments et boissons très caloriques plutôt que pour des aliments à haute valeur nutritive.

- Manger devant un écran, comme en pratiquant une autre activité distractive, diminue la sensation de satiété.

- L'utilisation des écrans favorise le grignotage en dehors des heures de repas y compris la nuit.

- La dette de sommeil est associée à une augmentation des prises alimentaires, et à la prise de poids.

Jeux vidéos

Une récente publication (Sala et al, 2017) incluant trois méta-analyses, a étudié les effets des jeux vidéos, d'action, ou non, ou mixtes, sur les habiletés cognitives, attention et traitement visuel, orientation spatiale, fonctions exécutives, mémoire, intelligence fluide/raisonnement.

Dans la première méta-analyse il est montré chez les joueurs de jeux vidéos, qu'il existe une corrélation entre les performances aux jeux vidéos, plutôt qu'avec le temps passer à jouer, et les habiletés cognitives. Cette corrélation est très faible, inférieure à 0,16 pour attention et traitement visuel, fonctions exécutives, mémoire, intelligence fluide/raisonnement. Elle est par contre

significative autour de 0,30 pour l'orientation spatiale, avec une corrélation plus forte pour les jeux vidéos d'action. Il s'agit d'une corrélation, qui ne présume pas de la relation de causalité.

Dans la deuxième méta-analyse, il est montré que quel que soit le type de jeu vidéo pratiqué, les joueurs ont des habiletés cognitives significativement supérieures au non joueurs. Ici aussi, il s'agit d'une corrélation qui ne permet de préciser une relation causale éventuelle.

Dans la troisième méta-analyse, les effets de l'entraînement par des jeux vidéos (études interventionnelles) sur les habiletés cognitives est étudié. Aucune amélioration n'est mise en évidence, quel que soit le type de jeu vidéo, la durée de l'entraînement, l'âge des sujets (amélioration de 0,7 mais surestimation par le biais de publications).

De cette robuste méta-analyse, on peut conclure que la pratique des jeux vidéos ne permet pas d'amélioration des habiletés cognitives, en tout cas concernant l'attention et le traitement visuel, l'orientation spatiale, les fonctions exécutives, la mémoire, l'intelligence fluide/raisonnement.

Ainsi, si l'entraînement d'une habileté notamment lors d'un jeu vidéo permet son amélioration lors d'une tâche spécifique, cette amélioration restera limitée à celle-ci. La généralisation, transfert à distance (« far transfert »), a peu de chance de se produire, ceci étant vrai pour les jeux vidéos, comme pour la musique et les échecs (Oei et al, 2014).

Serious games

Les serious games pourraient être utilisés pour tenter d'influencer les comportements de façon bénéfique pour la santé.

Actuellement, les études ne permettent pas de tirer des conclusions claires, du fait de leur hétérogénéité rendant difficile la comparaison des résultats et l'évaluation de la reproductibilité des effets éventuellement observés.

Voir notamment les revues de Stojan et Voelcker-Rehage, 2019 pour les exergames chez les sujets âgés en bonne santé, Zhao et al, 2017 pour les sujets avec MCI ou démence ; Charlier et al, 2016 pour les applications aux maladies chroniques chez les enfants et adolescents, Lau et al, 2017 pour la santé mentale (TDAH, anxiété, dépression, stress post-traumatique, TSA, exogénose), Rodriguez et al, 2013 pour la consommation de drogues et autres drogues.

Pathologie ophtalmologique (Tosini et al, 2016).

La toxicité rétinienne de la lumière bleue est avérée in vitro, ses effets à long terme in vivo ne sont par contre pas connus, faute de recul, et d'étude longitudinale sur ce plan.

Il faut souligner que les enfants sont anatomiquement plus sensibles à la lumière bleue car leur diamètre pupillaire est supérieur, et leur cristallin plus perméable. (Zhao et al, 2018). Donc plus à risque d'en subir une éventuelle toxicité à moyen ou long terme.

Plusieurs pathologies ophtalmologiques ont été rapportées à l'exposition aux écrans: la myopie (la vision de loin n'étant pas suffisamment stimulée, mais ce problème est favorisé par la lecture également), la cataracte, le syndrome de fatigue oculaire ou « Eye strain syndrome » (picotement des yeux, flou visuel céphalées), la sécheresse oculaire. Selon une revue Cochrane de 2018 (Downie et al, 2018), l'efficacité du mode « nuit » et des filtres lumière bleue n'est pas démontrée. Leur efficacité est notamment limitée par le fait qu'ils laissent en réalité passer certaines longueurs d'ondes, sans quoi la luminosité ne serait pas suffisante pour permettre un visionnage confortable.

Consommation de substances addictives et toxiques: tabac, drogue, alcool.

Le rôle de l'exposition des jeunes au tabac dans les films a été le premier média largement étudié. Selon le National Cancer Institute of the USA, 2008: «the total weight of evidence from cross-sectional, longitudinal, and experimental studies, combined with the high theoretical plausibility from the perspective of social influences, indicates a causal relationship between exposure to movie smoking depictions and youth smoking initiation».

Selon le *Smoke-free movies : from evidence to action*, publié par la WHO en 2015 (Charlesworth et Stanton, 2005 ; et nombreuses références citées dans le rapport WHO 2015), il est avéré que l'exposition au tabac via le cinéma influence la consommation de tabac chez les jeunes, dans des milieux socio-culturels divers est avérée s : plus ils sont exposés, plus ils fument. Les explications théoriques à ces effets sont bien connues (norme sociale, identification ou projection dans une vie « rêvée » etc). La présence de tabagisme dans un film influence l'attitude à court-terme (augmentation de l'envie de fumer), et un avertissement anti-tabac avant cette exposition diminue cette tendance. Une étude en imagerie fonctionnelle a révélé que chez des fumeurs, les zones du cerveau liées au plaisir et la zone motrice de la main étaient stimulées par le simple visionnage d'un film dans lequel des acteurs fument (Dal Cin et al, 2012). Des études à la sortie des cinémas montrent un « craving » (besoin irrésistible de fumer) supérieur lorsque le film comporte des scènes avec fumeurs (Lochbuehler et al, 2009 ; Lochbuehler et al, 2013).

Or le tabac est bien présent y compris dans les films français, comme en témoigne l'étude 2005-2010 menée par la Ligue contre le cancer, sur les 180 films français ayant comptabilisés le plus d'entrée au cinéma. Quatre-vingt pour cent présentent des situations avec tabac, avec en moyenne 2,4 minutes d'exposition pour 99 min de film, soit l'équivalent de 5 publicités commerciales. Le

plus souvent, 90,8 %, aucune marque n'est visible. Dans 72,9 % des cas, le fumeur est un personnage « respectable », ce qui participe de la banalisation.

En France, la loi Evin interdit la publicité et le placement de l'alcool et du tabac à la télévision et à la radio depuis 1991, mais si les marques ne sont pas montrées, la loi n'est pas enfreinte.

Outre les films, l'exposition aux comportements à risque se fait aujourd'hui surtout sur les réseaux sociaux, internet, où la régulation n'a pas lieu. Une revue récente (Buchanan et al, 2018) pointe ainsi l'effet incitateur qui pourrait être particulièrement efficace via les « earned media » (plus que par les paid et owned media) pour la consommation d'alcool surtout.

Radiations électro-magnétiques et risque carcinologique

Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a classé les champs électromagnétiques radiofréquences « cancérogènes possibles » (Groupe 2B) en mai 2011.

Une revue et méta-analyse récente (Choi et al, 2020) des études cas-contrôle du lien entre usage du smartphone et tumeurs cérébrales et cervicales, conclue à une augmentation du risque de tumeur en particulier après 1000 heures ou plus d'utilisation, soit l'équivalent de 17 minutes par jour pendant 10 ans. Ceci pourrait être lié à l'augmentation de température provoquée par les radiations non-ionisantes, mais aussi à des altérations oxydatives de l'ADN, une modification de l'expression des protéines.

Des incertitudes sur les effets à long terme persistent, notamment au sujet du déploiement de la 3, 4 et maintenant 5 G (Rapports ANSES 2010, 2013, avril et novembre 2019).

Ceci a conduit un collectif international de 241 scientifiques de 44 pays, à adresser en 2015 une pétition pour demander un moratoire quant au déploiement de la 5 G, arguant que « De nombreuses publications scientifiques ont démontré que les champs électro-magnétiques affectent les organismes vivants à des niveaux bien en-deçà des recommandations nationales et internationales. Ces effets incluent une augmentation du risque de cancer, de stress cellulaire, de libération de radicaux libres, d'altérations génétiques, de modifications structurelles et fonctionnelles du système reproducteur, de troubles des apprentissages et de la mémoire, de troubles neurologiques, d'effets négatifs sur le bien-être des humains. Ces dommages s'étendent au-delà de la race humaine, les preuves s'accumulant d'effets délétères sur la vie animale et végétale ». En vain. (Emf Scientist. Org, Bandara P, Carpenter DO, 2018).

Conclusion

Nous n'avons, loin s'en faut, pas pu aborder toutes les questions en lien avec ces outils numériques.

A l'issue de ce tour d'horizon, nous sommes en droit de nous interroger sur la pertinence du plan de numérisation de l'éducation nationale, impliquant notamment la distribution des tablettes tactiles dans les écoles maternelles, dès 3 ans.

En droit de nous interroger aussi sur les raisons de l'absence de régulation du marché des applications, réseaux sociaux, messageries et autres jeux, dont le potentiel addictogène est avéré et même recherché, tandis que s'accroissent les éléments en faveur d'un effet défavorable sur la santé de l'usage des outils numériques mobiles en particulier, sur de nombreux plans que nous avons soulignés. A court, moyen et long terme, il semble évident qu'il s'agit d'un problème de santé publique majeur.

De plus, l'impact négatif des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) au niveau écologique est colossal. Si le problème de la pollution environnementale n'est bien entendu pas uniquement dû à ces TIC, ils y participent de plusieurs façons, via leur fabrication, leur usage, le traitement des déchets, et l'accélération des échanges notamment commerciaux qu'ils permettent (Berthoud et al, 2012 ; Pitron, 2018).

Quel que soit le point de vue abordé pour considérer cette industrie, une conclusion s'impose : il est urgent de reconsidérer la place que nous leur accordons et leur accorderons.

Quand est-il réellement nécessaire, bénéfique, et utile ?

La justification économique du soutien à ce secteur d'activité (il s'agit du seul apportant de la croissance actuellement), faisant fi des données scientifiques est-elle rationnelle, lorsque l'on appréhende le prix sanitaire et écologique à moyen et long terme ?

Accepterons-nous, par exemple, de remplacer l'aide humaine à la personne humaine par l'intelligence artificielle, (remédiation cognitive, orthophonique, kinésithérapeutique via des logiciels, utilisant le deep learning) ?

Les pouvoirs politiques et industriels marchent main dans la main, il paraît si difficile de contrer ce mouvement.

Peut-être notre seule levier d'action, est qu'en tant que consommateur, nous pouvons décider de ne pas acheter, utiliser, consommer. Ou de le faire avec discernement, après avoir été dûment informés des enjeux à tous les niveaux.

Bibliographie

Actualisation des repères du PNNS-Prévisions des repères relatifs à l'activité physique et à la sédentarité. Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective. <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2012SA0155Ra.pdf>

Aigner A, Grittner U, Rolfs A, Norrving B, Siegerink B, Busch MA. Contribution of established stroke risk factors to the burden of stroke in young adults. *Stroke*. 2017;48:1744–51

Anderson CA, Shibuya A, Ithori N, Swing EL, Bushman BJ, Sakamoto A, Rothstein HR, Saleem M. Violent video game effects on aggression, empathy, and prosocial behavior in eastern and western countries: a meta-analytic review *Psychol Bull*. 2010 Mar;136(2):151-73. doi: 10.1037/a0018251.

Anderson CA, Bushman BJ, Bartholow BD, Cantor J, Christakis D, Coyne SM. Screen Violence and Youth Behavior. *Pediatrics*. 2017 Nov;140(Suppl 2):S142-S147. doi: 10.1542/peds.2016-1758T.

Anderson DR, Subrahmanyam K. Cognitive Impacts of Digital Media Workgroup. Digital Screen Media and Cognitive Development *Pediatrics*. 2017 Nov;140(Suppl 2):S57-S61. doi: 10.1542/peds.2016-1758C.

Anses. 2016. Actualisation des repères du PNNS - Révisions des repères relatifs à l'activité physique et à la sédentarité. Avis de l'Anses : Saisine n°2012-SA-0155.

Anses. 2017. Etude individuelle nationale des consommations alimentaires 3 (INCA 3). Avis de l'Anses (Saisine n° 2014-SA-0234).

Anses 2020. Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'évaluation des risques liés aux niveaux d'activité physique et de sédentarité des enfants et des adolescents.

Ashdown-Franks G, Vancampfort D, Firth J, Smith L, Sabiston CM, Stubbs B et Koyanagi A. Association of leisure-time sedentary behavior with fast food and carbonated soft drink consumption among 133,555 adolescents aged 12-15 years in 44 low- and middle-income countries. 2019. *Int J Behav Nutr Phys Act* 16 (1):35. doi: 10.1186/s12966-019-0796-3.

Barr R. Transfer of learning between 2D and 3D sources during infancy: Informing theory and practice *Dev Rev* 2010 Jun 1;30(2):128-154. doi: 10.1016/j.dr.2010.03.001.

Béjot Y, Daubail B, Jacquin A, Durier J, Osseby G-V, Rouaud O, et al. Trends in the incidence of ischaemic stroke in young adults between 1985 and 2011: the Dijon stroke registry. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2014;85:509–13.

Béjot Y, Delpont B, Giroud M. Rising stroke incidence in young adults: more epidemiological evidence, more questions to be answered. *J Am Heart Assoc*. 2016;5. 6.

Bellanger M, Demeneix B, Grandjean P, Zoeller RT, Leonardo Trasande T. Neurobehavioral deficits, diseases, and associated costs of exposure to endocrine-disrupting chemicals in the European Union *J Clin Endocrinol Metab*. 2015 Apr;100(4):1256-66. doi: 10.1210/jc.2014-4323. Epub 2015 Mar 5.

Bozzola E, Spina G, Ruggiero M, Vecchio D, Caruso C, Bozzola M Staiano AM, Rino Agostiniani R et al. Media use during adolescence: the recommendations of the Italian Pediatric Society *Ital J Pediatr*. 2019 Nov 27;45(1):149. doi: 10.1186/s13052-019-0725-8.

Bragazzi NL, Puente GD. A proposal for including nomophobia in the new DSM-V. *Psychol Res Behav Manag* 2014 May 16;7:155-60. doi: 10.2147/PRBM.S41386. ECollection 2014.

Bravo-Sánchez A, Morán-García J, Abián P, Abián-Vicén J. Association of the Use of the Mobile Phone with Physical Fitness and Academic Performance: A Cross-Sectional Study *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Jan 25;18(3):1042. doi: 10.3390/ijerph18031042.

Broadbent DE. Perception and Communication. 1958. New York: Pergamon Press. <https://doi.org/10.1037/10037-000>.

Buchanan L, Kelly B, Yeatman H, Kishan Kariippanon K. The Effects of Digital Marketing of Unhealthy Commodities on Young People: A Systematic Review *Nutrients*. 2018 Jan 29;10(2):148. doi: 10.3390/nu10020148.

Carson V, Hunter S, Kuzik N, Gray CE, Poitras VJ, Chaput JP, Saunders TJ, Katzmarzyk PT, Okely AD, Gorber SC, Kho ME, Sampson M, Lee H, et Tremblay MS. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth: an update. 2016. *Appl Physiol Nutr Metab* 41 (6 Suppl 3):S240-65. doi: 10.1139/apnm-2015-0630.

Carter B, Rees P, Hale L, Bhattacharjee D, Paradkar MS. Association Between Portable Screen-Based Media Device Access or Use and Sleep Outcomes: A Systematic Review and Meta-analysis *JAMA Pediatr*. 2016 Dec 1;170(12):1202-1208. doi: 10.1001/jamapediatrics.2016.2341.

Charlesworth A, Glantz SA. Smoking in the movies increases adolescent smoking: a review. *Pediatrics*. 2005 Dec;116(6):1516-28. doi: 10.1542/peds.2005-0141. DOI: 10.1080/10810730.2011.585697.

Charlier N, Zupancic N, Fieuws S, Denhaerynck K, Zaman B, Moons P. Serious games for improving knowledge and self-management in young people with chronic conditions: a systematic review and meta-analysis *J Am Med Inform Assoc*. 2016 Jan;23(1):230-9. doi: 10.1093/jamia/ocv100.

Choi YJ, Moskowitz JM, Myung SK, Lee YR, Hong YC. Cellular Phone Use and Risk of Tumors: Systematic Review and Meta-Analysis *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Nov 2;17(21):8079. doi: 10.3390/ijerph17218079.

Christakis DA, Zimmerman FJ, DiGiuseppe DL, McCarty, CA. Early television exposure and subsequent attentional problems in children. *Pediatrics*. 2004 Apr;113(4):708-13. doi: 10.1542/peds.113.4.708.

Christakis DA, Gilkerson J, Richards JA, Zimmerman FJ, Garrison MM, Xu D, Gray S, Yapanel U. Audible television and decreased adult words, infant vocalizations, and conversational turns: a population-based study *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2009 Jun;163(6):554-8. doi: 10.1001/archpediatrics.2009.61.

Common sense census : Media use by tweens and teens. 2019. Common Sense Media: Age-Based Media Reviews for Families.

[Common sense census :Media use by kids age 0 to 8](#). 2017. Common Sense Media: Age-Based Media Reviews for Families.

Council on Communications and Media. From the American Academy of Pediatrics: Policy statement--Media violence *Pediatrics*. 2009 Nov;124(5):1495-503. doi: 10.1542/peds.2009-2146. Epub 2009 Oct 19.

Craig A Anderson 1, Akiko Shibuya, Nobuko Ithori, Edward L Swing, Brad J Bushman, Akira Sakamoto, Hannah R Rothstein, Muniba Saleem. Violent video game effects on aggression, empathy, and prosocial behavior in eastern and western countries: a meta-analytic review *Psychol Bull*. 2010 Mar;136(2):151-73. doi: 10.1037/a0018251.

Dal Cin S, Stoolmiller M, Sargent JD. When movies matter: exposure to smoking in movies and changes in smoking behavior. *J Health Commun* 2012;17:76–89.

Dayanim S, Namy LL. Infants learn baby signs from video. *Child Dev* May-Jun 2015;86(3):800-11. doi: 10.1111/cdev.12340. Epub 2015 Jan 26.

DeLoache JS, Chiong C, Sherman K, Islam N, Vanderborcht M, Troseth GL, Strouse GA, O'Doherty K. Do babies learn from baby media? *Psychol Sci* 2010 Nov;21(11):1570-4. doi: 10.1177/0956797610384145. Epub 2010 Sep 20.

Downie LE, Busija L, Keller PR. Blue-light filtering intraocular lenses (IOLs) for protecting macular health *Cochrane Database Syst Rev*. 2018 May 22;5(5):CD011977. doi: 10.1002/14651858.CD011977.pub2.

Chaput JP, Gray CE, Poitras VJ, Carson V 3, Gruber R, Birken CS, MacLean JE, Aubert S, Sampson M, Tremblay MS. Systematic review of the relationships between sleep duration and health indicators in the early years (0-4 years) *BMC Public Health*. 2017 Nov 20;17(Suppl 5):855. doi: 10.1186/s12889-017-4850-2.

Epstein LH, Paluch RA, Consalvi A, Riordan K, et Scholl T. Effects of manipulating sedentary behavior on physical activity and food intake. 2002. *J Pediatr* 140 (3):334-9. doi: 10.1067/mpd.2002.122395.

[Étude individuelle nationale des consommations alimentaires 3 \(INCA 3\)](#). 2017. Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective.

Fischer-Grote L, Kothgassner OD, Felnhofer A. The impact of problematic smartphone use on children's and adolescents' quality of life: A systematic review *Acta Paediatr* 2021 May;110(5):1417-1424. doi: 10.1111/apa.15714. Epub 2020 Dec 22.

Ford E.S et C.J. Caspersen. 2012. Sedentary Behaviour and Cardiovascular Disease: A Review of Prospective Studies . *International Journal of Epidemiology* 41 (5): 1338-53. DOI: 10.1093/ije/dys078.

Griffiths LJ, Cortina-Borja M, Sera F, Poulidou T, Geraci M, Rich C, Cole TJ, Law C, Joshi H, Ness AR, Jebb SA et Dezaux C. How active are our children? Findings from the Millennium Cohort Study. 2013. *BMJ Open* 3 (8):e002893. doi: 10.1136/bmjopen-2013-002893.

Hadar A, Hadas I, Lazarovits A, Alyagon U, Eliraz D, Zangen A. Answering the missed call: Initial exploration of cognitive and electrophysiological changes associated with smartphone use and abuse. *PLoS One*. 2017 Jul 5;12(7):e0180094. doi: 10.1371/journal.pone.0180094. ECollection 2017.

Hale L, Guan S. Screen time and sleep among school-aged children and adolescents: a systematic literature review *Sleep Med Rev* . 2015 Jun;21:50-8.
doi: 10.1016/j.smrv.2014.07.007. Epub 2014 Aug 12.

Hu, G, Qiao Q, Silventoinen K, Eriksson JG, Jousilahti P, Lindstrom J, Valle TT, Nissinen A et Tuomilehto J. 2003. Occupational, commuting, and leisure-time physical activity in relation to risk for Type 2 diabetes in middle-aged Finnish men and women. *Diabetologia* 46: 322-29. DOI: 10.1007/s00125-003-1031-x

Hu G, Sarti C, Jousilahti P, Silventoinen K, Barengo NC, Tuomilehto J. Leisure time, occupational, and commuting physical activity and the risk of stroke. *Stroke*. 2005 Sep;36(9):1994-9.
doi: 10.1161/01.STR.0000177868.89946.0c.

Katzmarzyk PT, Church TS, Craig C et Bouchard C. 2009. Sitting Time and Mortality from All Causes, Cardiovascular Disease, and Cancer. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 41 (5): 998-1005. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181930355

Katzmarzyk PT., Mire A, Bray GA, Greenway FL, Heymsfield SB, Bouchard C. Anthropometric Markers of Obesity and Mortality in White and African American Adults: The Pennington Center Longitudinal Study. 2013. *Obesity (Silver Spring, Md.)* 21 (5): 1070-75. DOI: 10.1002/oby.20151

Griffith SH, Hagan MB, Heymann P, Heflin BH, Bagner DM. Apps As Learning Tools: A Systematic Review *Pediatrics*. 2020 Jan;145(1):e20191579.
doi: 10.1542/peds.2019-1579.

Haut Conseil de la santé publique. Avis relatif aux effets de l'exposition des enfants et des jeunes aux écrans, 2019.

Hyman SE, Malenka RC, Nestler EJ. Neural mechanisms of addiction: the role of reward-related learning and memory. *Annu Rev Neurosci*. 2006;29:565-98.
DOI: 10.1146/annurev.neuro.29.051605.113009

Institut national du sommeil et de la vigilance. [16Ème journée du Sommeil. 2016. Sommeil et Nouvelles Technologies.](#)

Institut national du sommeil et de la vigilance. [20Ème journée du Sommeil. 2020. Le sommeil d'hier et de demain.](#)

Janssen X, Martin A, Hughes AR, Hill CM, Kotronoulas G, Hesketh KR. Associations of screen time, sedentary time and physical activity with sleep in under 5s: A systematic review and meta-analysis *Sleep Med Rev* . 2020 Feb;49:101226.
doi: 10.1016/j.smrv.2019.101226. Epub 2019 Nov 1.

Kuss DJ, Griffiths MD. Social Networking Sites and Addiction: Ten Lessons Learned *Int J Environ Res Public Health* 2017 Mar 17;14(3):311. doi: 10.3390/ijerph14030311.

Lachaux, JP *Le cerveau attentif*, Edd Odile Jacob, 2011.

Landrigan PJ, Stegeman JJ, Fleming LE et al. Human Health and Ocean Pollution
Ann Glob Health. 2020 Dec 3;86(1):151. doi: 10.5334/aogh.2831.

Lau HM, Smit JH, Fleming TM, Riper H. Serious Games for Mental Health: Are They Accessible, Feasible, and Effective? A Systematic Review and Meta-analysis
Front Psychiatry. 2017 Jan 18;7:209.
doi: 10.3389/fpsy.2016.00209. eCollection 2016.

Lawrence A, Choe DE. Mobile Media and Young Children's Cognitive Skills: A Review
Acad Pediatr 2021 Jan 21;S1876-2859(21)00008-5.
doi: 10.1016/j.acap.2021.01.007. Online ahead of print.

LeBourgeois MK, Hale L, Chang AM, Akacem LD, Montgomery-Downs HE, Buxton OM.
Pediatrics. Digital Media and Sleep in Childhood and Adolescence
2017 Nov;140(Suppl 2):S92-S96.
doi: 10.1542/peds.2016-1758J.

LE CIRC CLASSE LES CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES DE RADIOFREQUENCES
COMME « PEUT-ETRE CANCEROGENES POUR L'HOMME » , 2011, OMS, CIRC.

Leknes S, Tracey I. A common neurobiology for pain and pleasure. Nat Rev Neurosci. 2008
Apr;9(4):314-20. doi: 10.1038/nrn2333.

Li W, Wang D, Cao S, Yin X, Gong Y, Gan Y, et al. Sleep duration and risk of stroke events and stroke mortality: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. Int J Cardiol. 2016;223:870–6.

[Ligue contre le cancer. Valorisation du tabagisme dans les films français à succès de 2006 à 2010.](#)

Liu X, Luo Y, Liu ZZ, Yang Y, Liu J, Jia CX. Prolonged Mobile Phone Use Is Associated with Poor Academic Performance in Adolescents
Cyberpsychol Behav Soc Netw 2020 May;23(5):303-311.

Lochbuehler K, Engels RC, Scholte RH. Influence of smoking cues in movies on craving among smokers. Addiction 2009;104:2102–9. DOI: 10.1111/j.1360-0443.2009.02712.x

Lochbuehler K, Kleinjan M, Engels RC. Does the exposure to smoking cues in movies affect adolescents' immediate smoking behavior? Addict Behav 2013;38:2203–6. 97. DOI: 10.1016/j.addbeh.2013.01.022

Lopez-Fernandez O. Emerging Health and Education Issues Related to Internet Technologies and Addictive Problems. Int J Environ Res Public Health 2021 Jan 4;18(1):321.
doi: 10.3390/ijerph18010321.

Lüscher C, Robbins TW, Everitt BJ. The transition to compulsion in addiction
Nat Rev Neurosci 2020 May;21(5):247-263. doi: 10.1038/s41583-020-0289-z. Epub 2020 Mar 30.

Madigan S, Browne D, Racine N, Mori C, Tough S. Association Between Screen Time and Children's Performance on a Developmental Screening Test. JAMA Pediatr 2019 Mar 1;173(3):244-250. doi: 10.1001/jamapediatrics.2018.5056.

Montag C, Lachmann B, Herrlich M, Zweig K. Addictive Features of Social Media/Messenger Platforms and Freemium Games against the Background of Psychological and Economic Theories *Int J Environ Res Public Health* 2019 Jul 23;16(14):2612. doi: 10.3390/ijerph16142612.

Murray E. The amygdala, reward and emotion. *Trends Cogn Sci.* 2007 Nov;11(11):489-97. doi: 10.1016/j.tics.2007.08.013.

Nakano SC, Hotta HK, Fujita Y, et Yanagi H. Factors associated with overweight status, obesity, and sedentary behavior in elementary and junior high school students. 2019. *Phys Ther Res* 22 (2):66-72. doi: 10.1298/ptr.E9965.

National Cancer Institute. [The role of the media in promoting and reducing tobacco use \(Tobacco Control Monograph 19\)](#). Bethesda, Maryland: 2008..pdf

Nutt DJ, Lingford-Hughes A, Erritzoe D, Stokes PRA. The dopamine theory of addiction: 40 years of highs and lows *Nat Rev Neurosci* 2015 May;16(5):305-12. doi: 10.1038/nrn3939. Epub 2015 Apr 15.

O'Donnell MJ, Chin SL, Rangarajan S, Xavier D, Liu L, Zhang H, et al. Global and regional effects of potentially modifiable risk factors associated with acute stroke in 32 countries (INTERSTROKE): a case-control study. *Lancet.* 2016;388:761– 75.

Oei AC, Patterson MD. Are videogame training gains specific or general? *Front Syst Neurosci.* 2014 Apr 8;8:54. doi: 10.3389/fnsys.2014.00054. ECollection 2014.

OMS. [Rapport sur la situation mondiale des maladies non transmissibles 2014](#) « Atteindre les neuf cibles mondiales: une responsabilité partagée ».

Pearson N et Biddle SJH. Sedentary behavior and dietary intake in children, adolescents, and adults. A systematic review.. 2011. *American Journal of Preventive Medicine* 41 (2):178-188. doi: 10.1016/j.amepre.2011.05.002.

Ragupathi D, Ibrahim N, Tan KA, Andrew BN. Relations of Bedtime Mobile Phone Use to Cognitive Functioning, Academic Performance, and Sleep Quality in Undergraduate Students *Int J Environ Res Public Health.* 2020 Sep 29;17(19):7131. doi: 10.3390/ijerph17197131.

Raichle M. The brain's default mode network. *Annu Rev Neurosci.* 2015 Jul 8;38:433-47. doi: 10.1146/annurev-neuro-071013-014030.

Richert RA, Robb MB, Fender JG, Wartella E. Word learning from baby videos. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2010 May;164(5):432-7. doi: 10.1001/archpediatrics.2010.24. Epub 2010 Mar 1.

Robinson TN, Jorge A Banda 3, Lauren Hale 4, Amy Shirong Lu 5 6, Frances Fleming-Milici 7, Sandra L Calvert 8, Ellen Wartella 9 Screen Media Exposure and Obesity in Children and Adolescents *Pediatrics.* 2017 Nov;140(Suppl 2):S97-S101. doi: 10.1542/peds.2016-1758K.

Rodriguez DM, Teesson M, Newton NC. A systematic review of computerised serious educational games about alcohol and other drugs for adolescents *Drug Alcohol Rev.* 2014 Mar;33(2):129-35. doi: 10.1111/dar.12102. Epub 2013 Dec 12.

Rosiek A, Frąckowiak Maciejewska N, Leksowski K, Rosiek-Kryszewska A, Leksowski L. Effect of Television on Obesity and Excess of Weight and Consequences of Health *Int J Environ Res Public Health.* 2015 Aug 12;12(8):9408-26. doi: 10.3390/ijerph120809408.

Sala G, Semir KT, Tatlidil, Gobet F. Video game training does not enhance cognitive ability: A comprehensive meta-analytic investigation *Psychol Bull.* 2018 Feb;144(2):111-139. doi: 10.1037/bul0000139. Epub 2017 Dec 14.

Schwarzer C, Grafe N, Hiemisch A, Kiess W, Poulain T. Associations of media use and early childhood development: cross-sectional findings from the LIFE Child study *Pediatr Res* 2021 Mar 3. doi: 10.1038/s41390-021-01433-6. Online ahead of print.

Société canadienne de pédiatrie. [Le temps d'écran et les jeunes enfants : promouvoir la santé et le développement dans un monde numérique, 2017.](#)

Stojan R, Voelcker-Rehage C. A Systematic Review on the Cognitive Benefits and Neurophysiological Correlates of Exergaming in Healthy Older Adults *J Clin Med* 2019 May 23;8(5):734. doi: 10.3390/jcm8050734.

Strouse GA, Troseth GL, O'Doherty KD, Taylor MM. Co-viewing supports toddlers' word learning from contingent and noncontingent video *J Exp Child Psychol.* 2018 Feb;166:310-326. doi: 10.1016/j.jecp.2017.09.005.

Tosini G, Ferguson I, Tsubota K. Effects of blue light on the circadian system and eye physiology *Mol Vis.* 2016 Jan 24;22:61-72. eCollection 2016.

Treisman AM, Gelade G. A feature-integration theory of attention. *Cogn Psychol.* 1980 Jan;12(1):97-136. Doi: 10.1016/0010-0285(80)90005-5.

van Ekris E, Altenburg TM, Singh AS, Proper KI, Heymans MW, et Chinapaw MJM. An evidence-update on the prospective relationship between childhood sedentary behaviour and biomedical health indicators: a systematic review and meta-analysis. 2016. *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity.* 17 (9):833-849. doi: 10.1111/obr.12426.

WHO. 2015. [Smoke-free movies: from evidence to action.](#) Third edition.

Wilmer HH, Sherman LE, Chein MJ. Smartphones and Cognition: A Review of Research Exploring the Links between Mobile Technology Habits and Cognitive Functioning *1 Front Psychol* 2017 Apr 25;8:605. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00605. ECollection 2017.

Wilmot EG, Edwardson CL, Achana FA, Davies MJ, Gorely T, Gray LJ, Khunti K, Yates T, et Biddle SJH. Sedentary Time in Adults and the Association with Diabetes, Cardiovascular Disease and Death: Systematic Review and Meta-Analysis. 2012. *Diabetologia* 55 (11): 2895-2905.

Woolley JD, Ghossainy ME. Revisiting the fantasy-reality distinction: children as naïve skeptics *Child Dev. Sep-Oct* 2013;84(5):1496-510.

doi: 10.1111/cdev.12081. Epub 2013 Mar 15.

Young DR, Hivert MF, Alhassan S, Camhi SM, Ferguson JF, Katzmarzyk PT, Lewis CE, Owen N, Perry CK, Siddique J, Yong CM, Physical Activity Committee of the Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health; Council on Clinical Cardiology; Council on Epidemiology and Prevention; Council on Functional Genomics and Translational Biology; and Stroke Council. Sedentary Behavior and Cardiovascular Morbidity and Mortality: A Science Advisory From the American Heart Association. *Circulation*. 2016 Sep 27;134(13):e262-79. doi: 10.1161/CIR.0000000000000440.

Zack E, Gerhardstein P, Meltzoff AN, Barr R. 15-month-olds' transfer of learning between touch screen and real-world displays: language cues and cognitive loads. *Scand J Psychol* 2013 Feb;54(1):20-5.

doi: 10.1111/sjop.12001. Epub 2012 Nov 2.

Zhao Y, Feng H, Wu X, Du Y, Yang X, Hu M, Ning H, Liao L, Chen H, Zhao Y. Effectiveness of Exergaming in Improving Cognitive and Physical Function in People With Mild Cognitive Impairment or Dementia: Systematic Review. *JMIR Serious Games*. 2020 Jun 30;8(2):e16841.

Doi: 10.2196/16841.

Zhao ZC, Zhou Y, Tan G, Li J. Research progress about the effect and prevention of blue light on eyes. *Int J Ophthalmol*. 2018 Dec 18;11(12):1999-2003.

doi: 10.18240/ijo.2018.12.20. eCollection 2018.

Zimmerman FJ, Christakis A, Meltzoff AN. Associations between media viewing and language development in children under age 2 years. *J Pediatr*. 2007 Oct;151(4):364-8.

doi: 10.1016/j.jpeds.2007.04.071. Epub 2007 Aug 7.