



L'utilisation des écrans en contexte scolaire et la santé des jeunes de moins de 25 ans : effets sur la cognition

ÉTAT DES CONNAISSANCES

NOVEMBRE 2023

SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES

AUTEURE

Tania Tremblay, conseillère scientifique spécialisée
Direction du développement des individus et des communautés

SOUS LA COORDINATION DE

Julie Laforest, cheffe d'unité scientifique
Direction du développement des individus et des communautés

COLLABORATRICES

Les auteurs souhaitent remercier Élisabeth Papineau et Marie-Claude Roberge, conseillères scientifiques spécialisées à l'INSPQ, pour leur soutien scientifique apporté tout au long du projet.

Johanne Laguë, adjointe à la programmation scientifique et à la qualité
Direction du développement des individus et des communautés

COMITÉ SCIENTIFIQUE

Andréanne Gagné, professeure agrégée au Département d'études sur l'enseignement et l'apprentissage, Université de Laval

Thierry Baccino, professeur en psychologie, Psychologie Cognitive des Technologies Numériques, Université de Paris VIII

Caroline Braën-Boucher, conseillère scientifique

Direction du développement des individus et des communautés, Institut national de santé publique du Québec

Fanny Lemétayer, conseillère scientifique

Direction du développement des individus et des communautés, Institut national de santé publique du Québec

RÉVISEURS

André Tricot, professeur en psychologie, Université Paul Valéry Montpellier 3 et Centre national d'étude des systèmes scolaires (Cnesco), Paris

Benoit Lasnier, conseiller scientifique, Institut national de santé publique du Québec

Les réviseurs ont été conviés à apporter des commentaires sur la version préfinale de ce document et en conséquence, n'en ont pas révisé ni endossé le contenu final. Les auteurs ainsi que les membres du comité scientifique et réviseurs ont dûment rempli leurs déclarations d'intérêts et aucune situation à risque de conflits d'intérêts réels, apparents ou potentiels n'a été relevée.

SOUTIEN À LA RECHERCHE DOCUMENTAIRE

Véronic Fortin, bibliothécaire
Valorisation scientifique et qualité

MISE EN PAGE

Sarah Mei Lapierre, agente administrative
Direction du développement des individus et des communautés

REMERCIEMENTS

Cette étude a été commandée et réalisée grâce au soutien financier du ministère de la Santé et des Services sociaux.

Ce document est disponible intégralement en format électronique (PDF) sur le site Web de l'Institut national de santé publique du Québec au : <http://www.inspq.qc.ca>.

Les reproductions à des fins d'étude privée ou de recherche sont autorisées en vertu de l'article 29 de la Loi sur le droit d'auteur. Toute autre utilisation doit faire l'objet d'une autorisation du gouvernement du Québec qui détient les droits exclusifs de propriété intellectuelle sur ce document. Cette autorisation peut être obtenue en formulant une demande au guichet central du Service de la gestion des droits d'auteur des Publications du Québec à l'aide d'un formulaire en ligne accessible à l'adresse suivante : <http://www.droitauteur.gouv.qc.ca/autorisation.php>, ou en écrivant un courriel à : droit.auteur@cspq.gouv.qc.ca.

Les données contenues dans le document peuvent être citées, à condition d'en mentionner la source.

Dépôt légal – 1^{er} trimestre 2024
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN : 978-2-550-96606-7 (PDF)

© Gouvernement du Québec (2024)

AVANT-PROPOS

L'Institut national de santé publique du Québec est le centre d'expertise et de référence en matière de santé publique au Québec. Sa mission est de soutenir le ministre de la Santé et des Services sociaux du Québec, les autorités régionales de santé publique, ainsi que les établissements locaux, régionaux et nationaux dans l'exercice de leurs fonctions et responsabilités.

La collection *État des connaissances* rassemble sous une même bannière une variété de productions scientifiques qui synthétisent et communiquent ce que la science nous dit sur une question donnée à l'aide de méthodes rigoureuses de recension et d'analyse des écrits scientifiques et autres informations pertinentes.

La présente synthèse de connaissances porte sur les effets de l'usage des écrans en contexte scolaire sur la cognition des jeunes. Cette synthèse propose plus précisément une recension des études récentes publiées sur les effets de la présence et de l'utilisation — à des fins personnelles et pédagogiques pour lire ou écrire — des appareils numériques individuels en classe.

Elle a été élaborée à la demande du ministère de la Santé et des Services sociaux dans le cadre d'un projet spécial découlant de la *Stratégie québécoise sur l'utilisation des écrans et la santé des jeunes 2022-2025*. La présente publication s'inscrit dans l'orientation 4 de la Stratégie, soit le suivi, la recherche et la formation.

Ce document s'adresse à tous les professionnels en santé publique et leurs partenaires appelés à intervenir sur la réduction des risques liés à l'utilisation des écrans en milieu scolaire.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	IV
FAITS SAILLANTS	1
SOMMAIRE	3
1 INTRODUCTION	6
1.1 Mise en contexte	6
1.2 Problématique	7
1.3 Objectifs de la synthèse et retombées attendues.....	8
2 MÉTHODOLOGIE	9
2.1 Questions de recherche et définitions	9
2.2 Recherche documentaire.....	10
2.3 Sélection des études	11
2.4 Extraction des données	13
2.5 Analyse des données	13
2.6 Évaluation de la qualité et révision par les pairs	14
3 RÉSULTATS.....	16
3.1 Distraction numérique et cognition	16
3.1.1 Sélection des études et analyse de la qualité.....	16
3.1.2 Caractéristiques du corpus.....	16
3.1.3 L'effet du multitâche numérique sur l'apprentissage	17
3.1.4 L'effet de la présence du cellulaire sur les fonctions cognitives spécifiques.....	19
3.2 Lecture, prise de notes numériques et cognition.....	21
3.2.1 Sélection des études et analyse de la qualité.....	21
3.2.2 Caractéristique du corpus	22
3.2.3 L'effet de la lecture numérique sur la compréhension de texte.....	23
3.2.4 L'effet de la prise de notes numériques sur la cognition	24
4 DISCUSSION.....	26
4.1 Le multitâche numérique en classe nuit à l'apprentissage.....	26
4.2 La présence du cellulaire interfère avec des habiletés cognitives spécifiques.....	27

4.3	Effet de la lecture numérique sur la cognition.....	28
4.4	Effet de la prise de notes numériques sur la cognition.....	29
4.5	La cognition comme élément fondamental du développement des jeunes et de la réussite scolaire.....	29
4.6	Écrans en contexte scolaire : l'importance de considérer les effets sur les cognitions.....	30
5	CONCLUSION.....	32
6	RÉFÉRENCES.....	33
ANNEXE 1	PROCESSUS DE SÉLECTION DES ARTICLES LIÉS À LA DISTRACTION NUMÉRIQUE (QUESTION 1).....	40
ANNEXE 2	DESCRIPTION DU POINTAGE DES ÉTUDES SUR LA DISTRACTION NUMÉRIQUE SELON LA GRILLE DE QUALITÉ QUALSYST DE KMET (2004)	41
ANNEXE 3	CARACTÉRISTIQUES DES ÉTUDES ÉVALUANT L'EFFET DU MULTITÂCHE NUMÉRIQUE SUR LE SCORE OBTENU À UN QUESTIONNAIRE DE MÉMORISATION ET DE COMPRÉHENSION SUITE À UNE PRÉSENTATION ACADÉMIQUE	43
ANNEXE 4	CARACTÉRISTIQUES DES ÉTUDES ÉVALUANT L'EFFET DE LA PRÉSENCE DU CELLULAIRE SUR LE SCORE OBTENU À DES TESTS MESURANT DES FONCTIONS COGNITIVES SPÉCIFIQUES	44
ANNEXE 5	MOYENNES DES SCORES OBTENUS AU QUESTIONNAIRE DE MÉMORISATION ET DE COMPRÉHENSION SELON DES ACTIVITÉS OU NON DE MULTITÂCHE NUMÉRIQUE.....	45
ANNEXE 6	MOYENNES DES SCORES OBTENUS À DES TESTS ÉVALUANT DIFFÉRENTES FONCTIONS COGNITIVES	46
ANNEXE 7	PROCESSUS DE SÉLECTION DES ARTICLES LIÉS À LA LECTURE ET L'ÉCRITURE NUMÉRIQUES (QUESTION 2).....	47
ANNEXE 8	DESCRIPTION DU POINTAGE DES ÉTUDES SUR LA LECTURE ET L'ÉCRITURE NUMÉRIQUES SELON LA GRILLE DE QUALITÉ AMSTAR.....	48
ANNEXE 9	CARACTÉRISTIQUES DES MÉTA-ANALYSES SUR LA LECTURE ET LA PRISE DE NOTES SELON L'UTILISATION DU SUPPORT NUMÉRIQUE OU PAPIER/CRAYON	49
ANNEXE 10	EFFETS MOYENS RAPPORTÉS DES MÉTA-ANALYSES SUR LA LECTURE ET LA PRISE DE NOTES SELON LE SUPPORT NUMÉRIQUE OU PAPIER/CRAYON	50

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Concepts et mots-clés liés aux deux questions de recherche.....	11
Tableau 2	Critères d'inclusion et d'exclusion pour les deux stratégies documentaires	12
Tableau 3	Niveau de qualité des études sélectionnées pour la première question de recherche	16
Tableau 4	Types d'activités de multitâche numérique et leur effet sur l'apprentissage, mesuré par la performance à un questionnaire de mémorisation ou de compréhension.....	18
Tableau 5	Effet de la présence du cellulaire sur les fonctions cognitives selon la performance à des tests spécifiques faits en laboratoire.....	20
Tableau 6	Niveau de qualité des études sélectionnées pour la seconde question de recherche	21
Tableau 7	Effet de la lecture numérique par rapport à la lecture papier sur la compréhension de texte	23
Tableau 8	Effet de la prise de notes numériques par rapport à la prise de notes manuscrites sur l'apprentissage.....	25

FAITS SAILLANTS

À ce jour, les effets de l'usage des écrans sur la cognition des jeunes ont été principalement documentés via l'activité récréative qui se fait dans un contexte non scolaire. Or, dans un contexte où les appareils numériques (p. ex. : cellulaires, tablettes, ordinateurs portables) font désormais partie de l'environnement scolaire, il est important de s'interroger sur les effets qu'ils peuvent entraîner sur la cognition des jeunes, un élément fondamental à la réussite scolaire, elle-même associée à la santé et au bien-être à l'âge adulte. Cette synthèse de connaissances est principalement destinée aux personnes œuvrant en santé publique et leurs partenaires de l'éducation.

En se basant sur une littérature récente (2017-2022) qui met de l'avant une comparaison des conditions d'apprentissage avec ou sans appareil numérique individuel chez les jeunes de moins de 25 ans, cette synthèse de connaissances répond plus spécifiquement à ces deux questions de recherche :

1. Quels sont les effets de la présence et de l'utilisation à des fins personnelles des appareils numériques (p. ex. : cellulaire, tablette ou ordinateur portable) en classe sur la cognition des jeunes, comparativement à des situations sans distraction numérique?
2. Quels sont les effets de la lecture et de l'écriture numérique en classe sur la cognition des jeunes, comparativement à la lecture et à l'écriture papier/crayon?

Les deux stratégies documentaires ciblées selon les questions de recherche ont mené à la recension de douze études originales (Question 1) et de sept méta-analyses (Question 2). L'analyse des résultats de cette revue narrative systématisée de la littérature scientifique amène à dégager différents constats :

- L'utilisation à des fins personnelles des appareils numériques individuels en classe conduit l'étudiant à être en multitâche numérique, une activité qui entraînerait une baisse de l'apprentissage tel que défini par le score obtenu à un questionnaire de mémorisation et de compréhension à la suite d'une présentation académique.
- La présence du cellulaire éteint sur le bureau entraînerait une baisse de performance à des tests évaluant spécifiquement la mémoire de travail, une fonction cognitive centrale à l'apprentissage scolaire.
- La lecture numérique pourrait entraîner une diminution de la compréhension de texte par rapport à la lecture papier.
- La prise de notes numériques n'entraînerait aucun bénéfice à l'apprentissage par rapport à la prise de notes manuscrites.

Bien que la quasi-totalité des études du corpus pour la première question de recherche (distraction numérique) porte sur des étudiants aux postsecondaires, il est possible de présumer que les effets négatifs de la distraction numérique sur la cognition sont également présents, voire plus importants chez les élèves du primaire et du secondaire qui présentent une plus grande immaturité, et donc, vulnérabilité cérébrale.

Dans leur ensemble, les résultats invitent à considérer les risques qu'entraînent la présence et l'utilisation des appareils numériques individuels en classe et de réfléchir à leur intégration en termes de valeur ajoutée. Autrement dit, offrent-ils un bénéfice additionnel à l'apprentissage scolaire des élèves et étudiants? Étant donné les divers risques à la santé associés à l'usage des écrans chez les jeunes, il importe de s'assurer que leur présence en classe vise exclusivement un usage pédagogique circonscrit dans le temps et amène des effets positifs sur l'apprentissage qui outrepassent ceux observés en leur absence.

SOMMAIRE

Mise en contexte

L'usage des écrans a été associé à des effets développementaux négatifs, non seulement sur les dimensions physique et socioaffective, mais également sur la cognition des jeunes. S'intéresser au développement, et plus particulièrement à la cognition des jeunes, s'avère essentiel pour appréhender la santé d'une collectivité, puisque les habiletés comme la mémoire, le langage et l'attention influencent la réussite scolaire, un facteur déterminant du bien-être physique et mental ultérieur.

Jusqu'à présent, les effets négatifs de l'usage des écrans sur la cognition des jeunes ont été principalement documentés dans le contexte familial, et les recommandations en santé existantes ciblent exclusivement ce milieu. Pourtant, le développement cognitif des jeunes repose en grande partie sur les apprentissages faits en contexte scolaire (Bouchard, 2022). Or, au cours des dernières décennies, les habitudes de connectivité des jeunes et le virage numérique des milieux de l'éducation ont transformé les environnements scolaires : aujourd'hui les appareils numériques individuels sont présents et utilisés en classe (ATN, 2023).

Dans ce contexte, le ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec (MSSS) a mandaté l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) pour mener des travaux visant à mieux comprendre les effets de l'usage des écrans sur la cognition des jeunes de moins de 25 ans en contexte scolaire.

Objectifs

Cette synthèse de connaissances narrative a pour but de documenter les effets des appareils numériques en classe sur la cognition des jeunes de moins de 25 ans. Plus spécifiquement, elle vise à documenter les effets que peuvent entraîner les situations suivantes sur la cognition des jeunes : 1) L'utilisation à des fins personnelles et la présence des appareils numériques individuels en classe; 2) L'utilisation à des fins pédagogiques des appareils numériques individuels comme support de lecture et d'écriture en classe.

Méthodologie

Grâce à une recension d'articles publiés de 2017 à 2022, la synthèse tente de répondre aux deux questions de recherche suivantes :

1. Quels sont les effets de la présence et de l'utilisation à des fins personnelles des appareils numériques individuels (p. ex. : cellulaire, tablette ou ordinateur portable) en classe sur la cognition des jeunes, comparativement à des situations sans distraction numérique?
2. Quels sont les effets de la lecture et de l'écriture numérique en classe sur la cognition des jeunes, comparativement à la lecture et à l'écriture papier/crayon?

Le corpus d'analyse associé à la distraction numérique en classe et la cognition **est formé de douze études de type expérimental ou quasi expérimental** (Question 1). Sept études s'intéressent au multitâche numérique, c'est-à-dire à l'utilisation des appareils numériques individuels à des fins personnelles (naviguer sur Internet ou les réseaux sociaux et communiquer par textos) pendant l'écoute d'une présentation scolaire magistrale ou par vidéo. Celles-ci se sont toutes déroulées dans un contexte de classe et ont mesuré l'apprentissage via le score obtenu à un questionnaire de mémorisation et de compréhension. Les cinq autres études sur la distraction numérique concernent l'effet de la présence du cellulaire sur la cognition, et ces dernières ont évalué différentes fonctions cognitives spécifiques (attention, mémoire et raisonnement non verbal) à l'aide de tests réalisés en laboratoire. La quasi-totalité des études de ce corpus porte sur des étudiants au niveau post-secondaire.

Selon la grille *Standard quality assessment criteria for evaluating primary research papers from a variety of fields* (Kmet *et al.*, 2004), la grande majorité des études de ce corpus présentent un niveau de qualité méthodologique satisfaisant (moyen à élevé).

La seconde question de recherche a été explorée grâce à la recension de **sept méta-analyses**. Cinq d'entre elles s'intéressent à la lecture et évaluent la compréhension de texte, alors que les deux autres portent sur la prise de notes et mesurent l'apprentissage (notes scolaires et score obtenu à un questionnaire de mémorisation et de compréhension) auprès d'élèves du primaire, secondaire et d'étudiants du post-secondaire. Selon la version française de l'outil *A MeaSurment Tool to Assess systematic Reviews* (AMSTAR, traduit par Brosseau *et al.*, 2017), la grande majorité des études de ce corpus présentent un niveau de qualité méthodologique satisfaisant (moyen à élevé).

Un comité scientifique a validé le processus de recherche et le contenu à différentes étapes. À l'étape pré-finale, la synthèse a fait l'objet d'une révision par les pairs.

Principaux constats

- Premièrement, les résultats suggèrent que le multitâche numérique en classe nuit à l'apprentissage. En effet, à l'exception d'une étude, les résultats démontrent que les étudiants obtiennent un score significativement plus faible à un questionnaire de mémorisation et de compréhension lorsqu'ils ont utilisé à des fins personnelles, des appareils numériques individuels (p. ex. : naviguer sur Internet et les réseaux sociaux, texter) pendant une présentation pédagogique. L'écart de performance en termes de score entre ceux et celles qui sont ou non en multitâche numérique peut dépasser 10 %. Les expérimentations sur lesquelles reposent les résultats reproduisent toutes des conditions similaires à l'environnement scolaire, c'est-à-dire qu'elles démontrent une validité écologique élevée.
- Deuxièmement, plusieurs résultats convergent pour suggérer que, même s'il n'est pas utilisé, la simple présence du cellulaire en classe peut nuire au fonctionnement optimal de la mémoire de travail des étudiants. En fait, toutes les études recensées qui ont ciblé la mémoire de travail comme mesure montrent que la présence du cellulaire entraîne une

baisse significative de la performance à des tests cognitifs. Ce constat est important, puisque la mémoire de travail constitue la fonction cognitive au cœur de l'apprentissage scolaire.

- Troisièmement, les résultats appellent à être vigilant avant de substituer le support numérique au papier et crayon pour lire et prendre des notes en classe. Alors que le support numérique ne semble apporter aucune valeur ajoutée à l'apprentissage, il risque même de nuire à la compréhension de texte. En recensant des études comparant le support numérique au papier et crayon, les méta-analyses indiquent deux principaux résultats. D'une part, la compréhension est significativement plus faible lorsque le texte se présente sous forme numérique plutôt que sur papier. D'autre part, aucun effet positif de la prise de notes numériques sur l'apprentissage ne ressort des études (notes scolaires et score à un questionnaire de mémorisation et de compréhension).

Cette synthèse documente certains aspects de la cognition qui sont affectés négativement par la présence et par l'usage des appareils numériques individuels en contexte scolaire. D'autres études sur cette question permettraient éventuellement de mieux appréhender la nature et l'ampleur de ces effets négatifs, de même que leurs éventuels effets cumulatifs ou à long terme sur la santé et la réussite éducative. Aussi, loin d'être un problème individuel qui se limite au milieu familial, les constats de cette synthèse mettent de l'avant l'importance de se pencher sur les environnements scolaires, afin de réduire les effets négatifs de l'usage des écrans sur la santé. Dans cette optique, il s'avère essentiel que l'intégration des appareils numériques individuels en classe se fasse en s'assurant qu'ils apportent une valeur ajoutée à l'apprentissage.

Les connaissances issues de la présente synthèse pourront contribuer à l'élaboration et la mise en œuvre de règles d'encadrement des appareils numériques individuels en classe, et à la conception de politiques numériques en milieu scolaire.

1 INTRODUCTION

1.1 Mise en contexte

Une grande partie des heures d'éveil des jeunes est consacrée à l'usage des écrans (Rideout, 2017; Seguin *et al.*, 2021) et cette réalité a été exacerbée depuis le début de la pandémie de COVID-19 (Hedderston *et al.*, 2023; Lemétayer et Papineau, 2021).

La Société canadienne de pédiatrie a récemment écrit un document synthétisant la littérature scientifique sur l'usage des écrans chez les enfants d'âge scolaire et les adolescents, et fait état de répercussions néfastes sur la santé physique (p. ex. : obésité, sommeil) et mentale (p. ex. : isolement, anxiété, dépression) lorsque cet usage est excessif (Ponti, 2019). Les effets négatifs de l'usage des écrans sur le développement des jeunes semblent néanmoins s'étendre à d'autres dimensions que celles physique et mentale. En fait, des chercheurs en santé s'intéressent de plus en plus à ses effets négatifs sur le développement cognitif, et le sujet a fait récemment l'objet de plusieurs revues systématiques (Adelantado-Renau *et al.*, 2019; Kostyrka-Allchorne *et al.*, 2017; Madigan *et al.*, 2020; Supper *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2022). Bien que les effets puissent varier en termes de taille (faible à modéré), les résultats de ces revues ont démontré l'influence négative de l'usage des écrans sur le langage, l'attention ou la mémoire (Kostyrka-Allchorne *et al.*, 2017; Madigan *et al.*, 2020), ainsi que sur la réussite scolaire (Adelantado-Renau *et al.*, 2019; Supper *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2022).

Documenter davantage la dimension cognitive du développement s'avère essentiel pour améliorer la santé d'une collectivité. En fait, les habiletés cognitives des jeunes sont centrales à leur développement global. Elles constituent un facteur déterminant de leur trajectoire scolaire, et influencent en retour leur santé ultérieure (Bouchard, 2019, 2022). Les jeunes qui éprouvent des difficultés cognitives (p. ex. : troubles d'apprentissage liés à l'attention ou aux habiletés langagières) sont, en effet, plus à risque de décrocher de l'école (Dupéré *et al.*, 2019). À l'âge adulte, ils seront par conséquent plus susceptibles de présenter un faible niveau de littératie et de gagner un salaire en-deçà de la moyenne nationale (Nanhou et Desrosiers, 2019) : deux caractéristiques sociodémographiques associées à une moins bonne santé physique et mentale à l'âge adulte (Raphael *et al.*, 2020).

Jusqu'à présent, les effets de l'usage des écrans sur la cognition des jeunes ont été principalement documentés dans le contexte familial, et les recommandations en santé existantes ciblent presque exclusivement ce milieu. Or, le développement cognitif des jeunes repose en grande partie sur les apprentissages scolaires (Bouchard, 2022), lesquels se réalisent désormais avec des appareils numériques (Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, 2018). L'étude des effets de l'utilisation des écrans en classe sur la cognition des jeunes est ainsi d'intérêt, d'autant plus qu'aucun cadre de référence destiné au milieu scolaire québécois n'a été publié à ce jour pour encadrer cette pratique afin d'en minimiser les risques sur la santé et le développement des jeunes (voir Ferguson et Lemétayer, 2023).

1.2 Problématique

Dans le cadre de cette synthèse, deux situations en classe seront documentées au regard de leurs effets sur la cognition des jeunes, soit la présence et l'utilisation à des fins personnelles des appareils numériques individuels (distraction numérique), ainsi que leur utilisation à des fins pédagogiques comme support à la lecture et à l'écriture numérique.

La distraction numérique et la cognition

Bien que l'omniprésence du numérique dans le quotidien des jeunes est loin d'être une nouvelle réalité, elle poursuit sa progression rapide (Académie de la transformation numérique, 2021). L'affinement des mécanismes qui visent à maintenir l'attention des utilisateurs sur les plateformes et le développement continu des téléphones intelligents ont exacerbé, en outre, le besoin de connectivité des jeunes (Gazzaley et Rosen, 2016). La grande majorité de ceux-ci possèdent un cellulaire, un ordinateur ou une tablette qu'ils apportent en classe : une situation qui augmente les possibilités de distractions dites numériques (Académie de la transformation numérique, 2023; Dontre, 2021). Toutefois, les répercussions liées à la distraction numérique sur la cognition des jeunes ne font pas consensus (voir un résumé dans Kirschner et De Bruyckere, 2017; Weston *et al.*, 2014).

Une première perspective, issue des travaux de Prensky (2001) et de Twenge (2017), avance que la distraction numérique en classe n'a pas d'effet sur l'apprentissage des jeunes d'aujourd'hui, parce qu'ils diffèrent fondamentalement des générations précédentes (Kirschner et De Bruyckere, 2017). Habités à utiliser les appareils numériques individuels en tout temps, ces jeunes auraient développé une compétence à faire du multitâche numérique. En classe, ils seraient ainsi en mesure d'effectuer deux ou plusieurs tâches concurrentielles en même temps en conservant une performance optimale (p. ex. : texter à des personnes et écouter l'enseignement en classe). D'après Kirschner et Bruyckere (2017), cette position est largement répandue dans le milieu de l'éducation, où une partie des professionnels considèrent le multitâche numérique comme une compétence inhérente du 21^{ème} siècle qu'il faut exploiter, ou du moins accepter en classe.

Une seconde perspective postule, en revanche, que la distraction numérique perturberait l'apprentissage des jeunes, quelle que soit leur génération, parce que la quantité des ressources cognitives disponibles pour traiter l'information est toujours limitée. Cette contrainte est, en outre, immuable de par le fonctionnement cognitif humain. En classe, l'exécution simultanée de plusieurs tâches concurrentielles ne pourrait, par conséquent, se faire sans affecter négativement la performance associée à la tâche principale qu'est celle d'apprendre (Wood et Zivcakova, 2015).

La lecture et l'écriture numériques utilisées en contexte pédagogique et la cognition

Les tablettes et les ordinateurs portables servent fréquemment de support à la lecture et à l'écriture en classe (ATN, 2021), deux activités sur lesquelles repose la littératie et la réussite scolaire (Organisation de coopération et de développement économiques, 2015).

L'argumentaire évoqué le plus souvent par les milieux scolaires pour justifier le recours à la lecture et à l'écriture numériques est la grande motivation des jeunes à utiliser ce type de support (Tricot, 2020). Selon plusieurs experts, cette motivation augmentée aurait, en retour, une incidence positive sur l'apprentissage scolaire (Deneault et Lavoie, 2020; Howard et Howard, 2017; Karsenti et Collin, 2013).

Depuis quelques années, un autre discours se fait néanmoins entendre, qui remet en doute la valeur ajoutée de la lecture et de l'écriture numériques en classe pour améliorer l'apprentissage¹ (Bissonnette et Boyer, 2020; Tricot, 2020). Les inquiétudes reposent en grande partie sur le fait suivant : lire un texte sur un écran ou écrire via un clavier ne se fait pas de la même manière que lire un texte papier ou écrire à l'aide d'un crayon (Jabr, 2013; Tanner, 2014). Ces différences, qui concernent la rapidité d'exécution de l'activité, les stratégies adoptées et les expériences sensorimotrices associées, pourraient, en retour, affecter la cognition.

1.3 Objectifs de la synthèse et retombées attendues

En s'appuyant sur une recherche de la littérature scientifique récente (2017 à 2022)², l'objectif général de cette synthèse de connaissances est de documenter les effets des appareils numériques individuels en classe sur la cognition des jeunes. Plus spécifiquement, elle vise à documenter les effets que peuvent entraîner les situations suivantes sur la cognition des jeunes :

1. L'utilisation à des fins personnelles et la présence des appareils numériques individuels en classe (distraction numérique).
2. L'utilisation à des fins pédagogiques des appareils numériques individuels comme support de lecture et d'écriture en classe.

La synthèse est principalement destinée aux intervenants en santé publique et ceux des milieux de l'éducation de niveaux primaire, secondaire et postsecondaire. Dans cette optique, elle fournira une documentation pertinente aux instances et personnes engagées dans la réussite éducative, la santé et le bien-être des jeunes.

¹ Il est important de souligner que la synthèse ne s'intéresse pas au support numérique pour lire et écrire lorsque celui-ci est utilisé comme mesure de soutien destinée aux élèves handicapés ou en difficulté d'adaptation et d'apprentissage.

² Pour s'assurer d'une généralisation des résultats aux jeunes d'aujourd'hui, cette période a été choisie. Elle permet d'assurer une certaine homogénéité des appareils numériques individuels en termes d'avancée technologique et de cibler une période représentative actuelle, caractérisée par une grande présence du numérique en classe (Evans et Robertson, 2020).

2 MÉTHODOLOGIE

La synthèse des connaissances repose sur une revue narrative systématisée de la littérature scientifique.

2.1 Questions de recherche et définitions

Pour atteindre les deux objectifs, la synthèse tente de répondre aux questions suivantes :

1. Quels sont les effets de la présence et de l'utilisation à des fins personnelles des appareils numériques (p. ex. : cellulaire, tablette ou ordinateur portable) en classe sur la cognition des jeunes, comparativement à des situations sans distraction numérique?
2. Quels sont les effets de la lecture et de l'écriture numérique en classe sur la cognition des jeunes, comparativement à la lecture et à l'écriture papier/crayon?

Quelques définitions

L'expression **Appareils numériques individuels** fait référence aux appareils électroniques dont l'usage est individuel et non partagé. L'expression renvoie aux appareils numériques suivants : l'ordinateur, la tablette, les différents types de livres électroniques (p. ex. : liseuse), les montres intelligentes et les cellulaires. Parfois connectés, ces appareils sont soit apportés en classe par les élèves ou étudiants, soit fournis ou exigés par l'établissement scolaire.

Dans le cadre de cette synthèse, le terme **Distraction numérique** est employé lorsque le détournement de l'attention provient d'appareils numériques individuels utilisés dans l'une de ces deux situations :

1. Lorsqu'ils sont utilisés à des fins personnelles, c'est-à-dire, à des fins non-didactiques (p. ex. : texter des amis, consulter ses courriels ou naviguer sur Internet ou un réseau social).
2. Lorsqu'ils se situent à proximité de la personne (p. ex. : téléphone cellulaire dans ses poches ou sur le bureau).

Pour la présente synthèse, l'expression **Multitâche numérique** désigne spécifiquement le fait d'utiliser un appareil numérique individuel à des fins personnelles pendant un cours ou durant la réalisation d'une tâche cognitive (p. ex. : écouter le cours donné par l'enseignant tout en textant).

La **Lecture numérique** renvoie à une lecture d'un texte affiché sur un écran d'ordinateur, d'une tablette ou d'une liseuse.

L'**écriture numérique** renvoie à une écriture tapée via un clavier d'ordinateur ou d'une tablette.

La **Cognition** désigne l'ensemble des fonctions cognitives servant à traiter l'information. La présente synthèse s'intéresse à la cognition telle que définie par la performance mesurable découlant du travail cérébral. Elle comprend l'apprentissage, les fonctions cognitives non verbales (p. ex. : attention, mémoire de travail) et les habiletés langagières (p. ex. : compréhension de texte).

- Apprentissage : capacité générale à mémoriser et à comprendre l'information dans le but d'acquérir de nouvelles connaissances. Dans le cadre de cette synthèse, l'apprentissage sera évalué par le score à un questionnaire de mémorisation et de compréhension ou les notes scolaires.
- Attention : capacité de sélectionner les informations pertinentes et à ignorer les informations non pertinentes.
- Mémoire de travail : capacité à stocker temporairement, manipuler et traiter des informations pour les rappeler.
- Compréhension de texte : capacité à mémoriser et à comprendre les informations contenues dans un texte lu.

Jeunes : Pour aligner la population cible avec celle de la *Stratégie québécoise sur l'utilisation des écrans et la santé des jeunes 2022-2025*, le terme **jeunes** réfère, dans ce rapport, à des individus qui ont moins de 25 ans.

Élèves versus étudiants : Par souci de précision et pour respecter les devis des études présentées, le terme **élèves** est utilisé pour désigner les jeunes au niveau primaire et secondaire, tandis que le terme **étudiants** est employé pour désigner les adolescents au postsecondaire.

2.2 Recherche documentaire

En juin et juillet 2022, deux stratégies de recherche ont été élaborées avec l'aide d'une bibliothécaire de l'INSPQ pour répondre aux deux questions de recherche. Les tableaux 1 et 2 présentent les mots-clés correspondant aux concepts principaux qui ont été entrés dans neuf bases de données via la plateforme Ovid (Medline; Embase; PsycInfo) ou EBSCO (CINAHL; ERIC; Library, Information Science & Technology Abstracts; Psychology and Behavioral Sciences Collection; SocINDEX; Teacher Reference Center). Les mêmes termes ont également servi à effectuer une recherche complémentaire avec *Google Scholar*.

La recension sur la distraction numérique en classe repose sur des données issues des études primaires ou secondaires, puisque le sujet a pris son essor depuis à peine une décennie (Dontre, 2021). En revanche, la recension sur la lecture et l'écriture numériques se base, quant à elle, sur des synthèses de connaissances puisque le sujet est étudié depuis plus longtemps (Singer et Alexander, 2017). Le tableau 1 présente les concepts et les mots-clés qui ont été utilisés pour la recherche documentaire.

Tableau 1 Concepts et mots-clés liés aux deux questions de recherche

Concepts	Mots-clés
Communs aux deux questions de recherche	
Écran	<ul style="list-style-type: none"> • Écran, cellulaire, téléphone, ordinateur, portable, tablette, iPhone, liseuse, Ebook
Cognition	<ul style="list-style-type: none"> • Cognition, apprentissage, attention, mémoire, langage, compréhension
Spécifiques à la première question de recherche	
Distraction numérique	<ul style="list-style-type: none"> • Distraction, multitâche, « off-task », « task switching », présence
Spécifiques à la seconde question de recherche	
Lecture numérique	<ul style="list-style-type: none"> • Lecture
Écriture numérique	<ul style="list-style-type: none"> • Écriture, prise de notes, rédaction
Synthèse de connaissances	<ul style="list-style-type: none"> • Synthèse • Méta-analyse • Recension • Revue

2.3 Sélection des études

La sélection des études incluses a suivi certaines étapes d'un processus systématique : les critères d'admissibilité des études ont été élaborés en amont de la recherche bibliographique. La sélection complète en double aveugle n'a pas été suivie, mais un accord interjuge a été fait sur 10 % des références issues de la première sélection par une autre conseillère scientifique de l'INSPQ. Le tableau 2 présente les critères d'inclusion et d'exclusion des articles qui sont communs et spécifiques aux deux questions de recherche de la synthèse.

Tableau 2 Critères d'inclusion et d'exclusion pour les deux stratégies documentaires

Critères d'inclusion		Critères d'exclusion
Population	<ul style="list-style-type: none"> Jeunes de 25 ans et moins ou de niveau primaire, secondaire et postsecondaire (collégial et 1^{er} cycle universitaire) Font la tâche demandée sans l'aide d'un adulte 	<ul style="list-style-type: none"> Données incomplètes ou manquantes concernant l'âge ou le niveau scolaire des participants Études réalisées exclusivement auprès de jeunes avec des besoins particuliers (p. ex. : autisme, dyslexie)
Mesures	<ul style="list-style-type: none"> Performance scolaire, d'apprentissage ou cognitive (p. ex. : notes scolaires, score à un questionnaire ou un test) 	<ul style="list-style-type: none"> Perception ou appréciation de la performance scolaire d'apprentissage ou cognitive
Langue et années de publication	<ul style="list-style-type: none"> Anglais ou français 2017-2022 	
Type de publication	<ul style="list-style-type: none"> Études publiées dans des revues scientifiques avec révision par les pairs 	<ul style="list-style-type: none"> Documents d'orientation, opinions d'experts Chapitres de livre
Spécifiques à la première question de recherche sur la distraction numérique : Études primaires ou secondaires qui...		
<ul style="list-style-type: none"> Évaluent le multitâche numérique ou la présence des appareils numériques individuels pendant une tâche d'apprentissage ou cognitive Incluent un groupe ou une condition contrôle sans distraction numérique Empiriques et quantitatives Expérimentales ou quasi expérimentales 		<ul style="list-style-type: none"> Évaluent la satisfaction, l'appréciation ou la perception de la tâche ou de la performance
Spécifiques à la seconde question de recherche sur la lecture et l'écriture numérique : Synthèse de connaissances qui...		
<ul style="list-style-type: none"> Évaluent une tâche de lecture ou d'écriture avec un ordinateur, une tablette ou une liseuse Incluent un groupe ou une condition contrôle où la tâche de lecture ou d'écriture se fait via papier/crayon. 		<ul style="list-style-type: none"> Ne présentent pas de méthodologie de recherche Portent sur la lecture et l'écriture de mots isolés Ciblent une écriture non alphabétique (p. ex. : le mandarin) Ciblent la lecture partagée Ciblent exclusivement la vitesse de lecture Ciblent l'ergonomie d'une interface Évaluent la passation de tests S'intéressent à l'apprentissage via des applications, la réalité augmentée ou la réalité virtuelle S'intéressent au téléphone cellulaire comme outil pédagogique S'intéressent au <i>e-learning</i> S'intéressent à l'apprentissage d'une langue seconde

2.4 Extraction des données

Une grille d'extraction rapportant des informations bibliographiques, méthodologiques, statistiques et critiques a été développée en lien avec les questions de recherche. Dans la section « bibliographique », le nom des auteurs, l'année, le pays, la langue et le type de publication ont été rapportés. Puis, des informations ayant trait à l'échantillon, la tâche, le matériel, le devis de recherche incluant les variables clés (indépendantes, dépendantes et contrôles), et le contexte d'expérimentation ont été colligées. Pour la partie « statistique », les types et résultats d'analyses ont été rapportés en plus d'informations sur le biais de publication et l'hétérogénéité des échantillons lorsqu'il s'agissait de synthèses de connaissances. Finalement, des informations portant sur les limites et forces des articles ont été inscrites dans la grille d'extraction, qu'elles aient été explicitement formulées par les chercheurs ou mises en évidence par l'auteur de la présente recension.

2.5 Analyse des données

Les résultats des études primaires ou secondaires associés à la première question de recherche, laquelle porte sur l'utilisation à des fins personnelles et la présence des appareils numériques en classe, ont été divisés en deux grandes parties selon que la distraction numérique concerne le multitâche ou la présence des appareils numériques. Il est à rappeler que le multitâche numérique réfère ici à utiliser un appareil numérique individuel à des fins personnelles pendant un cours ou durant la réalisation d'une tâche cognitive.

Pour rendre compte des constats, c'est l'effet principal des analyses statistiques comparant la performance moyenne des groupes/conditions avec ou sans distraction numérique qui a été utilisé (p. ex. : Analyse de la variance, t-test). L'expression « comparaison statistique » sera ainsi privilégiée. Le seuil de significativité utilisé dans ces études pour considérer une différence avérée entre les performances des groupes était de 0,05.

Pour la seconde question de recherche portant sur l'utilisation du support numérique à des fins pédagogiques en classe, la présentation des constats est divisée selon que les synthèses de connaissances portent sur la lecture ou l'écriture numérique. Pour chaque document, le résultat principal qui est pris en compte est celui qui résume la comparaison entre le support numérique et le support papier/crayon. Lorsque les résultats portent sur des variables associées, il a été jugé pertinent de s'attarder au niveau scolaire des participants (primaire, secondaire ou postsecondaire) et au type de support numérique utilisé pour lire ou écrire (p. ex. : portable, tablette, liseuse).

Les résultats de synthèses issus de méta-analyses se basent sur la combinaison des différences de moyenne entre des groupes/conditions avec ou sans support numérique ou des corrélations. À partir de ces statistiques combinatoires, une taille de l'effet moyen (indice Cohen, Hedge ou corrélation) est à chaque fois présentée. Une différence entre le support papier/crayon et le support numérique est statistiquement significative lorsque l'intervalle de confiance de la taille de l'effet moyen n'inclut pas le 0 (Thalheimer et Cook, 2009). Dans le domaine de cette

littérature comparant le support papier/crayon au support numérique, il est fréquent de formuler les résultats en termes d'infériorité, d'avantage ou d'équivalence du numérique. Trois interprétations de résultats sont alors possibles.

1. Une infériorité du numérique, soit lorsque la lecture ou l'écriture numérique entraîne une diminution de la performance cognitive par rapport à la lecture ou l'écriture papier/crayon.
2. Un avantage du numérique, soit lorsque la lecture ou l'écriture numérique entraîne une augmentation de la performance cognitive par rapport à la lecture ou l'écriture papier/crayon.
3. Une équivalence du numérique, soit lorsque la lecture ou l'écriture numérique n'entraîne aucune augmentation ou diminution de la performance cognitive par rapport à la lecture ou l'écriture papier/crayon.

Il est à souligner qu'une valeur ajoutée du numérique réfère à un avantage du numérique par rapport au papier/crayon.

2.6 Évaluation de la qualité et révision par les pairs

En ce qui concerne **la distraction numérique** (question 1), les études ont fait l'objet d'une évaluation via la grille de qualité *Standard quality assessment criteria for evaluating primary research papers from a variety of fields* (QualSyst) élaborée par Kmet et ses collaborateurs (2004). Un item de la grille questionnant la procédure en aveugle des participants a été retranché, car il est difficilement applicable aux études sélectionnées. Les 13 items de la grille utilisée ont été cotés sur une échelle de trois points (oui = 2, partiel = 1 et non = 0) pour un maximum de 26 points. Puis, une fois le score calculé (total obtenu/total possible) prescrit par l'outil (Kmet *et al.*, 2004), un niveau de qualité a été donné pour chacune des études selon les intervalles utilisés par Radez et ses collaborateurs (2021).

En ce qui a trait à **la lecture et à l'écriture numérique** (question 2), la qualité méthodologique des synthèses a été évaluée avec la version française de l'outil *A MeaSurment Tool to Assess systematic Reviews* (AMSTAR; traduit par Brosseau *et al.*, 2017). La grille d'évaluation se compose de 11 questions. Celles-ci ont été interprétées à la lumière de l'article de Burda et ses collaborateurs (2016) tout comme les options de réponses possibles : « oui », « non » ou « impossible de répondre ».

Un point est attribué aux questions évaluées positivement pour un total de 11 points et un score total a été calculé pour chacune des études, tel que le suggèrent les auteurs de l'outil original (Shea *et al.*, 2007). Les niveaux de qualité ont été établis selon l'article de Sharif et ses collaborateurs (2013).

L'évaluation de la qualité des études et des synthèses de connaissances a été effectuée par l'auteure (TT).

Une version préliminaire de cette synthèse de connaissances a été révisée par un comité de trois experts scientifiques dans le domaine. Par la suite, comme suggéré par le *Cadre de référence sur la révision par les pairs des publications scientifiques de l'Institut national de santé publique du Québec*, une version préfinale de la synthèse a été soumise à des réviseurs externes experts dans les domaines d'intérêt.

3 RÉSULTATS

3.1 Distraction numérique et cognition

3.1.1 Sélection des études et analyse de la qualité

En ce qui concerne les effets de la distraction numérique sur la cognition des jeunes, la stratégie documentaire via les bases de données de la littérature scientifique a conduit à l'obtention de 242 articles, qui une fois le dédoublement effectué, a abouti à 166 articles. La lecture des titres et des résumés a donné lieu à la sélection de 23 articles qui ont été lus dans leur intégralité. 15 articles ont été exclus pour les motifs suivants : absence de groupe contrôle, mesure subjective de la cognition via l'appréciation ou la perception, données sur l'âge incomplètes, et échantillon majoritairement ou en moyenne plus âgé que 25 ans. De cette stratégie documentaire, 8 articles sont retenus.

Une recherche complémentaire (recherche sur *Google*, consultation de bibliographies et de revues scientifiques spécialisées) a permis d'ajouter 2 articles. Au final, **10 articles présentant 12 études** indépendantes forment le corpus d'analyse associé à la première question de recherche (voir l'annexe 1 Processus de sélection des articles liés à la distraction numérique). Le tableau 3 présente le niveau de qualité pour les 12 études associées à la première question de recherche.

Tableau 3 Niveau de qualité des études sélectionnées pour la première question de recherche

Pointage total de la grille QualSyst	Niveau de qualité	Nombre et pourcentage d'études
22-26	Élevé	5 (42 %) ^a
17-21	Moyen	6 (50 %) ^b
0-16	Faible	1 (8 %) ^c

(a) Demirbilek *et al.*, (2018); Waite *et al.*,(2018); Canale *et al.*, (2019); Tanil *et al.*, (2020); Koessmeier *et al.*, (2022)

(b) Lee *et al.*, (2017); Mendoza *et al.*, (exp.ab, 2018); Hall *et al.*, (2020); Ward *et al.*,(expab, 2017)

(c) Schellen *et al.*, (2017)

À l'exception d'une étude (Schellen *et al.*, 2017), elles présentent toutes un niveau de qualité de moyen à élevé. L'annexe 2 présente la cotation détaillée de chacune des études aux items de la grille de qualité utilisée.

3.1.2 Caractéristiques du corpus

À l'exception d'une étude réalisée auprès d'élèves du secondaire, toutes les autres portent sur des étudiants de niveau postsecondaire. Aucune étude ne porte sur des jeunes de niveau primaire. Plus de la moitié des études proviennent des États-Unis (8). Les autres ont été réalisées en Allemagne (1), en Italie (1), en Turquie (1) ou en Malaisie (1). Sept études mesurent l'effet du multitâche numérique sur l'apprentissage via un questionnaire de mémorisation et de

compréhension à la suite d'une présentation du contenu de manière magistrale ou par vidéo. Ces études se sont toutes déroulées dans le contexte d'une classe. Les cinq autres études ont évalué l'effet de la présence d'appareils numériques sur des fonctions cognitives spécifiques (p. ex. : attention, mémoire) et ont été réalisées en laboratoire. Les annexes 3 et 4 présentent respectivement les caractéristiques des études portant sur le multitâche numérique et la présence des appareils numériques en classe. Les résultats de ces deux catégories d'études sont présentés séparément.

3.1.3 L'effet du multitâche numérique sur l'apprentissage

Les sept études sur le multitâche numérique évaluent l'apprentissage selon la performance obtenue à un questionnaire de mémorisation et de compréhension à la suite d'une présentation pédagogique (magistrale ou par vidéo). Elles comparent les participants selon qu'ils effectuaient ou non une activité de multitâche numérique simultanément à l'écoute de la présentation.

De ces sept études découlent **dix comparaisons statistiques**³ qui documentent l'effet du multitâche numérique sur l'apprentissage, et ce, pour deux catégories d'activités : la navigation sur Internet et les réseaux sociaux, et la communication sociale (p. ex. : textos, SMS).

Neuf comparaisons sur dix montrent une performance significativement plus faible à un questionnaire de mémorisation et de compréhension lorsque le participant s'engage dans une activité de multitâche numérique (navigation sur Internet; réseaux sociaux et communication sociale). L'écart de moyenne entre les conditions avec ou sans multitâche numérique se situe soit entre 5 % et 10 % (Hall *et al.*, 2020; Lee *et al.*, 2017; Mendoza *et al.*, 2018a; Waite *et al.*, 2018) ou entre 15 % et 20 % (Demirbilek et Talan, 2018; Schellen *et al.*, 2017).

Lorsqu'il s'agit de naviguer sur Internet et les réseaux sociaux, le désavantage de performance s'observe pour les participants en multitâche numérique (Demirbilek et Talan, 2018), mais aussi pour ceux et celles qui voient leurs voisins de bureau être en multitâche numérique (Hall *et al.*, 2020). En ce qui concerne la communication sociale, les études indiquent que la réception et l'envoi de messages ou la réception uniquement entraînent une performance plus faible au questionnaire de mémorisation et de compréhension (Demirbilek et Talan, 2018; Lee *et al.*, 2017; Mendoza *et al.*, 2018; Schellen *et al.*, 2017), même dans un contexte de classe où l'utilisation du cellulaire est interdite (Lee *et al.*, 2017). Il est à mentionner qu'aucun patron de résultat particulier ne s'observe selon la qualité des études. Le tableau 4 résume les résultats des analyses qui comparent la performance moyenne à un questionnaire de mémorisation et de compréhension, selon qu'il y ait ou non une activité de multitâche numérique. Un effet négatif de la distraction numérique est considéré lorsqu'il y a une différence statistiquement significative qui défavorise la condition avec le multitâche numérique. L'annexe 5 présente les moyennes des comparaisons statistiques de chacune des études.

³ L'étude de Lee et ses collaborateurs (2017) et celle de Waites et ses collaborateurs (2018) présentent respectivement deux comparaisons statistiques.

Tableau 4 Types d'activités de multitâche numérique et leur effet sur l'apprentissage, mesuré par la performance à un questionnaire de mémorisation ou de compréhension

Premier auteur(année)	Participants		Niveau de qualité	Comparaison statistique (nb et type)	Naviguer sur Internet et les réseaux sociaux		Communiquer	
	Nombre	Niveau scolaire			Soi-même	Voir les autres le faire	Recevoir des messages seulement	Recevoir et envoyer des messages
Schellen <i>et al.</i> , (2017)	39	Secondaire	Faible	1 inter-sujets				↓
Hall <i>et al.</i> , (2020)	62	Postsecondaire	Moyen	1 intra-sujets		↓		
Lee <i>et al.</i> , (2017)	160	Postsecondaire	Moyen	2 inter-sujets			↓ ↓	
Mendoza <i>et al.</i> , (2018a)	140	Postsecondaire	Moyen	1 inter-sujets			↓	
Mendoza <i>et al.</i> , (2018b)	152	Postsecondaire	Moyen	1 inter-sujets			=	
Demirbilek <i>et al.</i> , (2018)	122	Postsecondaire	Élevé	2 inter-sujets	↓			↓
Waite <i>et al.</i> , (2018)	183	Postsecondaire	Élevé	1 inter-sujets 1 intra-sujets				↓ ↓

Légende

- = Le multitâche numérique n'entraîne aucune baisse de performance statistiquement significative.
- ↓ Le multitâche numérique entraîne une baisse de performance statistiquement significative de 5 % à 10 %.
- ↓ Le multitâche numérique entraîne une baisse de performance statistiquement significative de plus de 10 %.

Note : Chaque flèche correspond à un effet moyen. Pour le devis intra-sujets, les conditions avec et sans multitâche numérique ont été comparées via les mêmes participants, alors que pour le devis inter-sujets, les conditions avec et sans multitâche numérique ont été comparées via différents groupes de participants.

3.1.4 L'effet de la présence du cellulaire sur les fonctions cognitives spécifiques

Les cinq études qui se penchent sur l'effet de la présence des appareils numériques individuels sur la cognition d'étudiants au postsecondaire portent sur le cellulaire. Dans toutes les études, les participants complétaient en laboratoire un test cognitif (papier ou sur l'ordinateur) sur une ou deux des fonctions spécifiques suivantes : attention, mémoire de travail et raisonnement non verbal. Le raisonnement non verbal a été évalué dans une étude (Ward *et al.*, 2017a) et l'attention a fait l'objet de deux études (Koessmeier et Büttner, 2022; Ward *et al.*, 2017). La mémoire de travail a, quant à elle, été analysée dans quatre études, dont deux indépendantes (Canale *et al.*, 2019; Tanil et Yong, 2020; Ward *et al.*, 2017ab). Les conditions de passation différaient selon que le cellulaire était présent ou non sur le bureau du participant — et donc visible ou non par le participant.

Au total, **dix comparaisons statistiques**⁴, basées sur le score moyen obtenu aux tests cognitifs, documentent l'effet de la présence du cellulaire sur les fonctions cognitives. En ce qui concerne les tests de mémoire de travail et de raisonnement non verbal, les résultats indiquent une performance significativement plus faible des groupes avec distraction numérique, comparativement aux groupes contrôles, sans distraction numérique (Canale *et al.*, 2019; Tanil et Yong; 2020; Ward *et al.*, 2017ab). Les résultats révèlent, en revanche, une performance équivalente aux tests d'attention des groupes avec ou sans distraction numérique (Koessmeier et Büttner, 2022). Le tableau 5 présente les résultats portant sur des tests cognitifs selon la présence ou l'absence du cellulaire sur le bureau des participants. Un effet négatif de la présence du cellulaire est considéré lorsque le score moyen des participants dans cette condition est significativement plus faible que dans la condition contrôle, sans le cellulaire. Il est à noter que les moyennes n'ont pu être transformées en une valeur commune comme le pourcentage par manque d'information. La quantification de la baisse de performance n'a donc pas été rapportée. Les moyennes de chacune des comparaisons statistiques sont présentées à l'annexe 6.

⁴ Les études de Ward et ses collaborateurs (2017a) et Ward et ses collaborateurs (2017b) présentent respectivement deux comparaisons statistiques, et celle de Koessmeier et ses collaborateurs (2022) en présente quatre.

Tableau 5 Effet de la présence du cellulaire sur les fonctions cognitives selon la performance à des tests spécifiques faits en laboratoire

Premier auteur des études (année)	Participants		Niveau de qualité de l'étude	Comparaison statistique (nb et type)	Fonction cognitive		
	Nombre	Niveau scolaire			Attention	Mémoire de travail	Raisonnement non verbal
Ward <i>et al.</i> , (2017b)	269	Postsecondaire	Moyen	2 inter-sujets	=	↓	
Ward <i>et al.</i> , (2017a)	520	Postsecondaire	Élevé	2 inter-sujets		↓	↓
Canale <i>et al.</i> , (2019)	129	Postsecondaire	Élevé	1 inter-sujets		↓	
Tanil <i>et al.</i> , (2020)	119	Postsecondaire	Élevé	1 inter-sujets		↓	
Koessmeier <i>et al.</i> , (2022)	103	Postsecondaire	Élevé	4 intra-sujets	= = = =		

Légende

= La présence du cellulaire n'entraîne aucune baisse statistiquement significative de la performance.

↓ La présence du cellulaire entraîne une baisse statistiquement significative de la performance.

Note : Pour le devis intra-sujets, les conditions avec et sans cellulaire ont été comparées via les mêmes participants, alors que pour le devis inter-sujets, les conditions avec et sans cellulaire ont été comparées via différents groupes de participants.

En ce qui concerne la première question de recherche, les études recensées réalisées auprès d'étudiants au niveau postsecondaire pour la quasi-totalité, documentent l'utilisation à des fins personnelles des appareils numériques individuels (multitâche numérique) et la présence des cellulaires en classe. L'ensemble des résultats associés à un niveau de qualité satisfaisant suggère deux constats. D'une part, l'utilisation à des fins personnelles des appareils numériques individuels en classe nuit à l'apprentissage. D'autre part, la présence du cellulaire, même sans son utilisation, affecterait négativement la mémoire de travail.

3.2 Lecture, prise de notes numériques et cognition

3.2.1 Sélection des études et analyse de la qualité

En ce qui concerne l'effet de la lecture et de l'écriture numériques sur la cognition des jeunes, la stratégie documentaire a identifié 330 articles. Ce nombre est passé à 251 une fois la suppression des doublons effectuée. La lecture des titres et des résumés a permis de sélectionner 17 articles. La lecture intégrale de ces derniers a résulté à l'exclusion de 10 articles pour diverses raisons, dont les principales sont : les études incluses dans les synthèses de connaissances recensées ne comparent pas toutes le support numérique au support papier/crayon, certaines études primaires incluses mesurent la vitesse de lecture ou la perception ou l'appréciation de la cognition. Au final, 7 articles forment le corpus d'analyse associé à la seconde question de recherche (voir l'annexe 7 Processus de sélection des articles liés à la lecture et l'écriture numériques).

À l'exception de l'article de Allen et ses collaborateurs (2020), toutes les synthèses retenues présentent un niveau de qualité de moyen à élevé. L'annexe 8 présente le pointage détaillé de chacune des études à la grille de qualité AMSTAR.

Tableau 6 Niveau de qualité des études sélectionnées pour la seconde question de recherche

Pointage total de la grille AMSTAR	Niveau de qualité	Nombre et pourcentage d'études
8-11	Élevé	4 (57 %) ^a
4-7	Moyen	2 (29 %) ^b
0-3	Faible	1 (14 %) ^c

(a) Schwabe *et al.*, (2022); Voyer *et al.*, (2022); Fontaine *et al.*,(2021); Delgado *et al.* (2018)

(b) Kong *et al.*,(2018); Öztop *et al.*, (2021)

(c) Allen *et al.*, (2020)

Seule la méta-analyse de Allen et ses collaborateurs (2020) présente un risque élevé de biais méthodologiques.

3.2.2 Caractéristique du corpus

Toutes les synthèses recensées (sept) sont des méta-analyses. Cinq d'entre elles s'intéressent à la lecture, alors que les deux autres portent sur l'écriture.

Les cinq méta-analyses évaluant les effets de la lecture numérique sur la cognition comprennent des études qui toutes, ciblent la compréhension de texte comme variable dépendante. Celle-ci est toujours évaluée par le biais d'un score obtenu à un questionnaire lié au texte. Les méta-analyses se distinguent, en revanche, par le type de texte considéré par ses études. Elles peuvent comprendre des études dont le matériel de lecture consiste en : 1) des textes non narratifs, c'est-à-dire des textes académiques de genre argumentatif, descriptif, explicatif ou justificatif (Fontaine *et al.*, 2021; Kong *et al.*, 2018), 2) des textes narratifs qui racontent une histoire (Schwabe *et al.*, 2022) ou 3) un mélange des deux genres de textes (Delgado *et al.*, 2018; Öztop et Nayci, 2021). Par ailleurs, l'indice de chevauchement indique un faible pourcentage de recoupement (en deçà de 5 %) entre les méta-analyses, signifiant que les revues rapportent principalement des résultats issus d'études différentes (Pieper *et al.*, 2014).

Les deux méta-analyses considérant l'écriture focalisent sur la prise de notes. Toutes deux évaluent l'apprentissage. Toutefois, alors que la méta-analyse de Allen et ses collaborateurs (2020) comprend des études mesurant exclusivement les notes scolaires, Voyer et ses collaborateurs (2020) intègrent dans leur analyse les études qui mesurent les notes scolaires et le score obtenu à un questionnaire de mémorisation et de compréhension. L'indice de chevauchement indique que 7 % des études primaires recensées se retrouvent dans l'une et l'autre des méta-analyses (Pieper *et al.*, 2014).

Quatre méta-analyses proviennent de l'Amérique du Nord, deux des États-Unis (Allen *et al.*, 2020; Kong *et al.*, 2018) et deux du Canada (Fontaine *et al.*, 2021; Voyer *et al.*, 2022). Deux méta-analyses sont originaires de l'Europe, une de l'Espagne (Delgado *et al.*, 2018) et l'autre de l'Autriche (Schwabe *et al.*, 2022). Celle d'Öztop et Nayci (2021) est issue de la Turquie et inclut uniquement des études primaires de ce pays.

Bien que les étudiants de niveau postsecondaire forment la plus grande part des échantillons (Allen *et al.*, 2020; Delgado *et al.*, 2018; Fontaine *et al.*, 2021; Kong *et al.*, 2018; Voyer *et al.*, 2020; Schwabe *et al.*, 2022), les jeunes d'âge scolaire (primaire et secondaire) constituent la population cible de la revue de Öztop et Nayci (2021). L'annexe 9 présente les caractéristiques des méta-analyses portant sur la lecture et la prise de notes numériques.

3.2.3 L'effet de la lecture numérique sur la compréhension de texte

Les cinq méta-analyses recensées documentent la compréhension de texte selon que le support de lecture soit papier ou numérique. Le tableau 7 présente les effets de la lecture numérique sur la compréhension de texte rapportée dans chacune des méta-analyses retenues.

Tableau 7 Effet de la lecture numérique par rapport à la lecture papier sur la compréhension de texte

Premier auteur des études (année)	Nombre d'études incluses (participants)	Niveau scolaire des participants	Niveau de qualité de la méta-analyse	Nombre d'effet moyen et devis inclus	Résultat	Interprétation
Kong <i>et al.</i> , (2018)	17 (4831)	Postsecondaire Primaire et secondaire	Moyen	1 (intra et inter-sujets mélangés)	↓	Infériorité du numérique
Öztop <i>et al.</i> , (2021)	12 (ND)	Primaire et secondaire	Moyen	1 (intra et inter-sujets mélangés)	↓	Infériorité du numérique
Delgado <i>et al.</i> , (2018)	54 (171,055)	Postsecondaire Primaire et secondaire	Élevé	2 (Intra et inter-sujets séparés)	↓↓	Infériorité du numérique
Fontaine <i>et al.</i> , (2020)	8 (817)	Postsecondaire	Élevé	1 (intra et inter-sujets mélangés)	=	Équivalence du numérique
Schwabe <i>et al.</i> , (2022)	32 (2239)	Postsecondaire Primaire et secondaire	Élevé	1 (intra et inter-sujets mélangés)	=	Équivalence du numérique

Légende

= La lecture numérique n'entraîne aucune baisse statistiquement significative de la performance.



La lecture numérique entraîne une baisse statistiquement significative de la performance associée à une taille de l'effet petite.



La lecture numérique entraîne une baisse statistiquement significative de la performance associée à une taille de l'effet modérée.

Note : Chaque flèche correspond à un effet moyen. Pour le devis intra-sujets, les conditions de lecture numérique et papier ont été comparées via les mêmes participants, alors que pour le devis inter-sujets, les conditions de lecture numérique et papier ont été comparées via différents groupes de participants.

Seuls Delgado et ses collaborateurs (2018) ont calculé l'effet moyen de la lecture numérique séparément selon les devis intra (mêmes participants dans les conditions de lecture numérique et papier) ou inter-sujets (différents groupes de participants dans les conditions de lecture numérique et papier), tel que recommandé (Buteau, 2016). Deux résultats d'analyse sont donc rapportés pour la revue systématique de Delgado et ses collègues (2018). Ainsi, sur une totalité de six méta-analyses, quatre révèlent une infériorité du numérique, c'est-à-dire une baisse générale de la compréhension de texte lorsque le support de lecture est numérique plutôt que papier (Delgado *et al.*, 2018ab; Kong *et al.*, 2018; Öztop et Nayci, 2021). Deux méta-analyses rapportent, quant à elles, une compréhension de texte similaire, quelle que soit la modalité de lecture (Fontaine *et al.*, 2020; Schwabe *et al.*, 2022), mais aucune n'indique une meilleure compréhension de texte lorsque la lecture se fait via un support numérique.

Il est à souligner que l'analyse des modérateurs révèle que l'infériorité de la lecture numérique reste inchangée, quel que soit le type de support numérique utilisé (ordinateur, tablette ou liseuse) (Kong *et al.*, 2018; Öztop et Nayci, 2021) ou le niveau scolaire examiné (Delgado *et al.*, 2018; Öztop et Nayci, 2021). L'annexe 10 présente l'effet moyen rapporté par chacune des méta-analyses.

3.2.4 L'effet de la prise de notes numériques sur la cognition

Puisque les deux méta-analyses recensées ciblent exclusivement la prise de notes, il est important de souligner que les résultats ne concernent que cette activité d'écriture sans qu'une extrapolation à d'autres activités telle que la rédaction de texte puisse être possible.

Comme le montre le tableau 8, aucune des méta-analyses ne rapporte un avantage de la prise de notes numérique sur l'apprentissage, c'est-à-dire un meilleur apprentissage lorsque les notes sont prises numériquement plutôt que de façon manuscrite. Les résultats divergent néanmoins quant à l'infériorité ou non du numérique. La méta-analyse de Voyer et ses collaborateurs (2022) rapporte un apprentissage équivalent, quelle que soit la méthode de prise de notes, alors que la méta-analyse de Allen et ses collaborateurs (2020) indique qu'une prise de notes numériques entraîne une diminution de l'apprentissage par rapport à la prise de notes manuscrites. Rappelons cependant que la qualité méthodologique de la méta-analyse de Allen et ses collaborateurs (2020) est considérée comme faible. L'annexe 10 présente l'effet moyen rapporté par chacune des méta-analyses.

Tableau 8 Effet de la prise de notes numériques par rapport à la prise de notes manuscrites sur l'apprentissage

Premier auteur des études (année)	Nombre d'études incluses (participants)	Niveau scolaire	Niveau de qualité de l'étude	Nombre d'effet moyen et devis inclus	Résultat	Interprétation
Allen <i>et al.</i> , (2020)	(16) 2764	Postsecondaire	Faible	1 (intra et inter-sujets mélangés)	↓	Infériorité du numérique
Voyer <i>et al.</i> , (2022)	(36) 3120	Postsecondaire	Élevé	1 (intra et inter-sujets mélangés)	=	Équivalence du numérique

Légende

- = La prise de notes numériques n'entraîne aucune baisse statistiquement significative de la performance.
- ↓ La prise de notes numériques entraîne une baisse statistiquement significative de la performance associée à une taille de l'effet petite.

Note : Pour le devis intra-sujets, les conditions de prise de notes numérique et papier ont été comparées via les mêmes participants, alors que pour le devis inter-sujets, les conditions de prise de note numérique et papier ont été comparées via différents groupes de participants.

En ce qui concerne la seconde question de recherche, les méta-analyses recensées permettent de documenter les effets de la lecture et d'une activité d'écriture, soit la prise de notes numériques en classe sur la cognition.

En résumé

L'ensemble des résultats suggère que l'usage des écrans dans un contexte pédagogique pour lire et prendre des notes n'apporterait aucune valeur ajoutée à la compréhension de texte ou à l'apprentissage. Lorsqu'il s'agit uniquement de son usage pour lire, les résultats laissent à penser qu'un tel usage pourrait même nuire à la compréhension de texte.

4 DISCUSSION

Cette synthèse avait pour but de documenter les effets de la présence ou de l'utilisation des appareils numériques en classe sur la cognition des jeunes de moins de 25 ans. Elle visait plus spécifiquement deux situations, soit la distraction numérique lorsqu'il y a présence et utilisation, en classe, à des fins personnelles des appareils numériques individuels, ainsi que l'usage pédagogique d'écrans pour lire ou prendre des notes.

4.1 Le multitâche numérique en classe nuit à l'apprentissage

À l'exception d'une étude (Mendoza *et al.*, 2018b), tous les résultats convergent dans la même direction et suggèrent que le multitâche numérique serait nuisible à l'apprentissage (Lee *et al.*, 2017; Schellen *et al.*, 2017; Demirbilek *et al.*, 2018; Waite *et al.*, 2018, Hall *et al.*, 2020).

Que le multitâche numérique en classe diminuerait la performance à des questionnaire de mémorisation et de compréhension est une conclusion qui fait écho à différents types de travaux. D'une part, elle cadre pleinement avec la littérature sur le multitâche non numérique qui démontre que faire deux tâches cognitives en même temps se fait au détriment de la vitesse et de l'exactitude (Koch *et al.*, 2018). D'autre part, elle étaye d'autres résultats d'études sur la distraction numérique et l'apprentissage scolaire. En effet, de nombreuses études corrélationnelles rapportent que, plus la fréquence du multitâche numérique est élevée pendant les cours ou les périodes d'étude, moins élevées sont les notes scolaires (Chen *et al.*, 2020; Dontre, 2021).

Les connaissances issues de cette synthèse confirment, par ailleurs, les résultats des premières études expérimentales sur la distraction numérique dans un contexte de classe (Sana *et al.*, 2013; Wood *et al.*, 2012). En effet, ces études concluaient que naviguer sur Internet et les réseaux sociaux affecte négativement l'apprentissage, non seulement pour ceux et celles activement en multitâche, mais aussi pour les autres qui les voient naviguer. L'attention des étudiants de la classe serait accaparée par les stimuli attractifs et saillants des écrans environnants au détriment de la tâche première d'apprentissage (Wood *et al.*, 2012; Sana *et al.*, 2013).

À l'instar de naviguer sur les réseaux sociaux, utiliser les appareils numériques individuels pour communiquer par textos diminuerait l'apprentissage. En effet, tel que le documentent cinq des études recensées, l'apprentissage se trouve également diminué lorsqu'il y a envoi ou réception de messages textes (Lee *et al.*, 2017; Schellen *et al.*, 2017; Demirbilek *et al.*, 2018; Waite *et al.*, 2018; Mendoza *et al.*, 2018a).

Pour comprendre pourquoi l'utilisation à des fins personnelles des appareils numériques individuels en classe nuit à l'apprentissage contrairement à d'autres activités, comme prendre des notes, il est nécessaire de distinguer deux types de multitâche, le « on task » et « off task ». Dans le premier type de multitâche, les tâches s'accomplissent en vue d'un objectif commun faisant en sorte que les ressources cognitives sollicitées collaborent au lieu de compétitionner (Wood et Zivcakova, 2015). À l'inverse, lorsque les étudiants utilisent leurs appareils numériques

individuels à des fins personnelles pour se divertir ou communiquer avec des amis, ils se retrouvent en multitâche « off-task » ou concurrentiel, puisque leurs comportements n'ont aucun rapport avec le cours. Cela étant, les ressources cognitives engagées entrent en compétition pour atteindre deux objectifs incompatibles (pédagogique et personnel). Puisque les ressources cognitives sont limitées, le traitement des informations est ralenti et qualitativement amoindri, entraînant une mémorisation et une compréhension appauvries du contenu enseigné. Cette détérioration pourrait aussi s'expliquer par le fait qu'il soit impossible de traiter en parallèle deux sources différentes d'information. Leur simultanéité ne serait qu'apparente et refléterait en fait des déplacements constants du focus attentionnel, entraînant obligatoirement une perte d'information (Wood et Zivcakova, 2015).

Les données qui ont servi à l'analyse des effets du multitâche numérique dans cette synthèse sont récentes (à partir de 2017). Elles ont été colligées pour leur quasi-totalité auprès d'étudiants au niveau postsecondaire, une génération accoutumée à utiliser leurs appareils numériques en tout temps, qui ont, par conséquent, développé une habileté et une confiance à travailler en mode multitâche « off-task ». Les connaissances qui s'en dégagent suggèrent toutefois qu'une compétence « multitâche numérique » est illusoire, parce qu'il y a obligatoirement un coût cognitif. Le fonctionnement du cerveau repose sur des potentialités, mais a aussi des contraintes qu'il est important de reconnaître pour offrir des environnements scolaires qui favorisent le développement optimal des jeunes. Bien que, ces résultats concernent principalement des étudiants postsecondaires, il est fort plausible qu'ils valent pour les plus jeunes au primaire et secondaire, et probablement avec plus d'acuité encore considérant leur immaturité cérébrale.

4.2 La présence du cellulaire interfère avec des habiletés cognitives spécifiques

Les résultats des études recensées indiquent que la présence du cellulaire, même sans son utilisation, entraînerait des effets négatifs sur différentes dimensions de la cognition, ces effets se traduisant par une diminution de la performance aux tests évaluant le raisonnement non verbal (Ward *et al.*, 2017a) et la mémoire de travail (Ward *et al.*, 2017b; Canale *et al.*, 2019; Tanil *et al.*, 2020). Puisque le protocole de toutes les études a exigé que le cellulaire sur le bureau soit éteint ou face cachée, en mode silencieux ou « ne pas déranger », l'effet observé ne peut être attribué aux notifications ou aux messages entrants. L'interférence que provoque la présence du cellulaire semble ainsi réellement provenir de la vue de l'objet et des pensées intrusives qu'il fait émerger (Chen *et al.*, 2020).

Les résultats des études recensées n'indiquent toutefois pas que la présence du cellulaire entraîne des effets négatifs sur une autre dimension de la cognition : l'attention. Ceci peut sembler de prime abord contre-intuitif, mais ce résultat cadre avec la théorie du « Brain drain » de Ward *et al.*, (2017). L'attention, contrairement à la mémoire de travail et au raisonnement non verbal, représente une fonction cognitive plus simple (ou moins complexe). Les pensées intrusives provoquées par la présence du cellulaire créeraient une surcharge cognitive

seulement lorsque les tâches à accomplir sollicitent des fonctions cognitives complexes, c'est-à-dire, qui impliquent une manipulation mentale volontaire de l'information. Comme la mémoire de travail sert à se rappeler des informations et que le raisonnement non verbal appelle une résolution de problème, ces deux fonctions cognitives sont qualifiées de complexes, et seront perturbées par la présence du cellulaire. À l'inverse, la présence du cellulaire n'entraverait pas le fonctionnement de l'attention qui sollicite davantage la capacité à discriminer qu'à manipuler mentalement l'information (p. ex. : identifier des lettres cibles parmi d'autres).

La mémoire de travail est la fonction cognitive qui a été la plus évaluée par les études recensées et leurs résultats font consensus : la présence du cellulaire en classe risque d'entraver le bon fonctionnement de la mémoire de travail. Cette conclusion est des plus importantes pour deux raisons. D'une part, le développement cognitif des jeunes repose en grande partie sur la mémoire de travail, notamment parce qu'elle contribue de manière déterminante aux habiletés intellectuelles, mathématiques et langagières (Alloway et Copello, 2013; Crahay *et al.*, 2010). D'autre part, elle joue un rôle crucial dans l'apprentissage de nouvelles connaissances, parce qu'elle permet de traiter ces informations nouvelles, de les combiner avec les connaissances antérieures, puis de les transférer dans la mémoire à long terme (Crahay *et al.*, 2010). La mémoire de travail serait en fait l'un des meilleurs indicateurs pour prédire la réussite scolaire (Alloway et Coppel, 2013).

Il est à souligner qu'une recension des écrits faite par l'UNESCO et rapportée dans le récent Rapport mondial de suivi sur l'éducation (Unesco, 2023, p.81) appuie les constats sur la distraction numérique, puisque l'organisation internationale reconnaît que tant l'utilisation que la présence du cellulaire puissent affecter négativement l'apprentissage des élèves.

4.3 Effet de la lecture numérique sur la cognition

La majorité des méta-analyses recensées révèlent que la lecture numérique entraîne une diminution de la compréhension de texte par rapport à la lecture papier (Delgado *et al.*, 2018ab, Kong *et al.*, 2018; Öztop *et al.*, 2021), et les résultats de Delgado et ses collaborateurs (2018) sont particulièrement éloquentes. Premièrement, ils reposent sur le plus grand nombre d'études et de participants (54 études et 171 055 participants). Deuxièmement, leur conclusion est étayée par le calcul statistique d'une méta-analyse comprenant exclusivement des études primaires au devis intra-sujets où aucune variabilité interindividuelle ne peut contaminer les résultats du fait que les conditions de lecture papier et numérique sont complétées par les mêmes participants.

Outre la fatigue oculaire pouvant résulter d'une luminosité inappropriée à des appareils numériques individuels (Jeong, 2012), les chercheurs reconnaissent trois causes à l'infériorité de la lecture numérique par rapport à la lecture papier. Premièrement, les lecteurs tendent à adopter une stratégie de lecture superficielle dite en diagonal, notamment parce que les appareils numériques individuels sont associés à des activités courtes, rapides et en multitâche (Annisette et Lafreniere, 2017). Deuxièmement, le support numérique accroît la difficulté de naviguer à travers le texte parce que les repères spatiaux-visuels des pages, comme ses quatre

coins ou son début et fin, sont instables (Mangen *et al.*, 2013, 2019; Tanner, 2014).

Troisièmement, la lecture numérique prive le lecteur de la stimulation sensorimotrice associée au toucher (p. ex. : tourner et sopeser le poids des pages), une étape essentielle à la cognition (Mangen et Schilhab, 2012).

4.4 Effet de la prise de notes numériques sur la cognition

En dépit du niveau de qualité méthodologique faible d'une des deux méta-analyses (Allen *et al.*, 2020) et de la disparité des conclusions quant à l'infériorité du support numérique pour prendre des notes en classe, l'ensemble des résultats suggèrent que la prise de notes numériques n'apporte pas de valeur ajoutée à l'apprentissage. L'absence de bénéfice du numérique sur l'apprentissage par rapport au crayon fait d'ailleurs écho à d'autres études mettant spécifiquement de l'avant le processus central de la mémoire qu'est l'encodage de l'information (transformation volontairement de l'information dans le but de la retenir). En fait, la prise de notes numérique n'entraînerait pas un encodage immédiat aussi efficace que la prise de notes manuscrites pour deux raisons. D'une part, l'étudiant qui tape ses notes à l'aide d'un clavier tend à reproduire sous forme de verbatim les informations entendues plutôt que de les manipuler activement pour les reformuler, les interpréter et les résumer, des actions qui exigent un grand engagement cognitif (Mueller et Oppenheimer, 2018; Pépin, 2020). D'autre part, contrairement à la prise de notes numériques, la prise de notes manuscrites renforce le processus général d'encodage, puisque les mouvements de la main effectués pour former chacune des lettres assurent un encodage moteur supplémentaire de l'information (Mangen et Pirhonen, 2022).

4.5 La cognition comme élément fondamental du développement des jeunes et de la réussite scolaire

Les retombées de ces résultats sont d'intérêt pour la réussite scolaire et la littératie des jeunes, des éléments fondamentaux de la scolarisation (Crahay *et al.*, 2010) qui constituent de surcroît deux déterminants de la santé à l'âge adulte (Raphael *et al.*, 2020).

Premièrement, les résultats issus de cette synthèse soutiennent que la distraction numérique aurait un effet négatif sur plusieurs habiletés cognitives capitales à la réussite scolaire des jeunes (p. ex. : apprentissage et mémoire de travail). Alors que le Québec affiche le taux de décrochage le plus élevé du Canada et que des données montrent que près d'un élève sur quatre (24 %) serait en difficulté dans le réseau scolaire public (Homsy, 2018), les résultats de cette analyse méritent d'être considérés lors de la conception d'environnements scolaires favorables au développement optimal des habiletés cognitives des jeunes. Le plein développement des habiletés cognitives constitue un déterminant de la réussite scolaire, laquelle représente l'un des déterminants importants de la santé physique et mentale à l'âge adulte (Peng et Kievit, 2020; Wrulich *et al.*, 2014). Influencer le développement cognitif des jeunes serait même l'un des plus importants leviers pour diminuer les inégalités sociales de santé (Dämmrich et Triventi, 2018).

Deuxièmement, les résultats issus de cette synthèse suggèrent que l'usage du numérique pour lire et pour prendre des notes en classe n'apporte pas de bénéfice à l'apprentissage, et pourrait même nuire à la compréhension de la lecture. Dans un contexte où 46 % de la population québécoise aurait de la difficulté à comprendre un texte long et dense (Langlois, 2022), ce résultat invite le milieu scolaire à reconsidérer l'usage d'appareils numériques pour lire et prendre des notes afin d'offrir un environnement scolaire qui assure pour tous le développement des compétences en littératie. À ce propos, le rapport de l'OCDE « Connectés pour apprendre » (2015) a constaté que l'augmentation du numérique en éducation ne s'associait à aucune amélioration notable de la compréhension de l'écrit des élèves. Cet organisme stipule d'ailleurs que l'égalité des chances d'une population serait davantage encouragée via l'amélioration des compétences en littératie que par l'augmentation des appareils numériques en éducation (2015 p.6).

À la suite de la diffusion du rapport « Progress in International Reading Literacy », la Suède a d'ailleurs décidé, le 16 mai dernier, de réintroduire la lecture papier en classe afin d'améliorer les compétences en compréhension de l'écrit de ses élèves au primaire et au secondaire (Hivert, 2023).

4.6 Écrans en contexte scolaire : l'importance de considérer les effets sur les cognitions

La synthèse met en relief trois situations en classe où les appareils numériques entraîneraient des effets négatifs sur la cognition des jeunes : l'utilisation des appareils numériques individuels à des fins personnelles non didactiques, la présence du cellulaire personnel sur le bureau et la lecture d'un texte sur un support numérique plutôt que sur papier; et une situation où ils n'apporteraient aucun bénéfice à l'apprentissage, soit prendre des notes sur un support numérique plutôt qu'à l'aide d'un crayon.

Ces constats sont étroitement alignés avec les recommandations scolaires formulées par plusieurs organisations à l'international pour réduire les risques sur la santé liés à l'utilisation des écrans. Celles-ci préconisent que l'usage des écrans en classe réponde à un objectif pédagogique et apporte une valeur ajoutée, c'est-à-dire un bénéfice additionnel à l'enseignement et aux apprentissages, en comparaison aux méthodes d'enseignement « sans écran » (Maryland Department of Health et Maryland State Department of Education, 2019; National Afterschool Association, 2017; The Sedentary Behaviour Research Network, 2022; Virgara *et al.*, 2020; Virginia Department of Education, 2021).

Considérer la valeur pédagogique et la valeur ajoutée de l'usage des écrans en classe est d'autant plus important que ce temps d'écran s'additionne au temps d'écran récréatif fait à la maison. Ce faisant, les risques de santé liés à un temps d'écran excessif augmentent, notamment en ce qui concerne la sphère physique du développement (p. ex : sommeil, santé oculaire et sédentarité; voir le document de la Société canadienne de pédiatrie de Ponti, 2019).

Forces et limites

À notre connaissance, cette synthèse est la première à documenter les effets de la présence des appareils numériques individuels en classe sur la cognition des jeunes, ainsi que les effets sur la cognition découlant de son utilisation à des fins personnelles et pédagogiques pour lire et écrire. Elle contribue ainsi à examiner l'enjeu de l'usage des écrans sous un angle nouveau, au-delà du « typique » temps d'écran récréatif ancré dans le milieu familial. Plusieurs forces caractérisent le corpus des données sur lequel reposent les conclusions de cette synthèse :

- Toutes les études comportent des groupes contrôles, permettant une évaluation comparative et rigoureuse des effets des appareils numériques individuels sur la cognition des jeunes.
- Les résultats se basent sur des articles scientifiques récents, reflétant ainsi une réalité en phase avec les jeunes et la technologie d'aujourd'hui.
- La majorité des articles inclus dans la synthèse présentent une qualité méthodologique de moyenne à élevée. Qui plus est, les expérimentations des études sur le multitâche numérique revêtent une validité écologique certaine, puisqu'elles se déroulent dans un contexte de classe et utilisent une mesure courante de l'apprentissage scolaire (questionnaire de mémorisation et de compréhension).
- La seconde question de recherche a été explorée à l'aide de méta-analyses, soit un type de synthèse qui offre un haut niveau de preuve scientifique (Hedges et Tipton, 2010).

Le corpus de données présente néanmoins quelques limites.

- Alors que plusieurs activités peuvent se rattacher à l'écriture (p. ex. : rédaction, dictée), seule l'activité spécifique de la prise de note a été documentée.
- L'évaluation de la qualité des articles a été effectuée par une seule personne, ne permettant pas un accord interjuge.
- Les participants des études sur la distraction numérique (question 1) sont majoritairement des jeunes de niveau postsecondaire, alors que les jeunes de niveau primaire et secondaire sont sous-représentés. Toutefois, il est possible de présumer que les effets négatifs de la distraction numérique sur la cognition sont également présents, voire plus importants chez les plus jeunes, considérant leur stade de développement et l'immaturation de leur cerveau en comparaison avec leurs aînés.
- La stratégie de recherche n'a pas inclus la littérature grise ni les publications scientifiques non publiées dans les revues scientifiques.

5 CONCLUSION

Cette synthèse avait pour objectif de documenter les effets des appareils numériques individuels en classe sur la cognition des jeunes de moins de 25 ans. Ses résultats issus de données scientifiques récentes suggèrent que les appareils numériques en classe, utilisés à des fins personnelles ou pédagogiques, au mieux n'apportent aucun bénéfice à l'apprentissage, et au pire entraînent un effet négatif sur la cognition des jeunes.

Loin d'être un problème individuel qui se limite au milieu familial, l'usage des écrans et ses risques sur la santé appelle à un partage de responsabilités et à des actions concertées sur les environnements. Les connaissances issues de la présente synthèse pourront contribuer à l'élaboration et la mise en œuvre de règles d'encadrement des appareils numériques individuels en classe et à la conception de politiques sur l'utilisation du numérique en milieu scolaire. En ce sens, considérant les risques sur la cognition, il appert important de planifier l'intégration des appareils numériques individuels en classe en s'interrogeant sur la valeur ajoutée qu'elle apporte à l'apprentissage.

6 RÉFÉRENCES

- Académie de la transformation numérique. (2021). *Portrait des usages du numérique dans les écoles québécoises*. <https://transformation-numerique.ulaval.ca/enquetes-et-mesures/autres-publications/portrait-des-usages-du-numerique-dans-les-ecoles-quebecoises-2021/>
- Académie de la transformation numérique. (2023). *Portrait numérique des foyers québécois (2022)*. 13(05). <https://transformation-numerique.ulaval.ca/wp-content/uploads/2023/01/netendances-2022-portrait-numerique-des-foyers-quebecois.pdf>
- Adelantado-Renau, M., Moliner-Urdiales, D., Cavero-Redondo, I., Beltran-Valls, M. R., Martínez-Vizcaíno, V et Álvarez-Bueno, C. (2019). Association between screen media use and academic performance among children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatrics*, 173(11), 1058-1067. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2019.3176>
- Allen, M., LeFebvre, L., LeFebvre, L. et Bourhis, J. (2020). Is the pencil mightier than the keyboard? A meta-analysis comparing the method of notetaking outcomes. *Southern Communication Journal*, 85(3), 143-154. <https://doi.org/10.1080/1041794X.2020.1764613>
- Alloway, T. P. et Copello, E. (2013). Working memory: the what, the why, and the how. *The Australian Educational and Developmental Psychologist*, 30(2), 105-118. <https://doi.org/10.1017/edp.2013.13>
- Annisette, L. E. et Lafreniere, K. D. (2017). Social media, texting, and personality: a test of the shallowing hypothesis. *Personality and Individual Differences*, 115, 154-158. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2016.02.043>
- Bissonnette, S. et Boyer, C. (2020). Les Nouvelles pédagogies du 21e siècle.... *Formation et profession*, 28(2), 113. <https://doi.org/10.18162/fp.2020.a202>
- Bouchard, C. (2019). *Le développement global de l'enfant de 0 à 6 ans en contextes éducatifs, 2e édition*. Presses de l'Université du Québec.
- Bouchard, C. (2022). *Le développement global de l'enfant de 6 à 12 ans en contextes éducatifs, 2e édition*. Presses de l'Université du Québec.
- Brosseau, L., Laroche, C., Guitard, P., King, J., Poitras, S., Casimiro, L., Barette, J. A., Cardinal, D., Cavallo, S., Laferrière, L., Martini, R., Champoux, N., Taverner, J., Paquette, C., Tremblay, S., Sutton, A., Galipeau, R., Tourigny, J., Toupin-April, K., ... Vaillancourt, V. (2017). La version franco-canadienne de l'outil Assessment of Multiple Systematic Reviews (AMSTAR). *Physiotherapy Canada. Physiotherapie Canada*, 69(1), 20-29. <https://doi.org/10.3138/ptc.2015-80F>
- Burda, B. U., Holmer, H. K. et Norris, S. L. (2016). Limitations of A Measurement Tool to Assess Systematic Reviews (AMSTAR) and suggestions for improvement. *Systematic Reviews*, 5(1), 58. <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0237-1>
- Buteau, S. (2016). *La méta-analyse: bien plus que le simple calcul d'un effet combiné!* Institut national de santé publique du Québec. <https://www.inspq.qc.ca/es/node/6056>

- Canale, N., Vieno, A., Doro, M., Rosa Mineo, E., Marino, C. et Billieux, J. (2019). Emotion-related impulsivity moderates the cognitive interference effect of smartphone availability on working memory. *Scientific reports*, 9(1), 18519. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54911-7>
- Chen, L., Nath, R. et Tang, Z. (2020). Understanding the determinants of digital distraction: an automatic thinking behavior perspective. *Computers in Human Behavior*, 104, 106195. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.106195>
- Crahay, M., Dutrevis, M. et Marcoux, G. (2010). L'apprentissage en situation scolaire: un processus multidimensionnel. Dans *Psychologie des apprentissages scolaires* (p. 11-46). De Boeck. <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:18475>
- Delgado, P., Vargas, C., Ackerman, R. et Salmerón, L. (2018). Don't throw away your printed books: a meta-analysis on the effects of reading media on reading comprehension. *Educational Research Review*, 25, 23-38. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.09.003>
- Demirbilek, M. et Talan, T. (2018). The effect of social media multitasking on classroom performance. *Active Learning in Higher Education*, 19(2), 117-129.
- Deneault, J. et Lavoie, N. (2020). Motivation et compétence à écrire au primaire: comparaison entre le clavier et le crayon. *Revue des sciences de l'éducation*, 46(1), 64-92. <https://doi.org/10.7202/1070727ar>
- Dontre, A. J. (2020). The influence of technology on academic distraction: a review. *Human Behavior and Emerging Technologies*. <https://doi.org/10.1002/hbe2.229>
- Dontre, A. J. (2021a). The influence of technology on academic distraction: a review. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 3(3), 379-390. <https://doi.org/10.1002/hbe2.229>
- Dontre, A. J. (2021b). The influence of technology on academic distraction: a review. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 3(3), 379-390. <https://doi.org/10.1002/hbe2.229>
- Dupéré, V., Archambault, I., Desrosiers, H. et Nanhou, V. (2019). *Obtenir un diplôme avant l'âge de 20 ans : Une analyse ancrée dans une perspective des parcours de vie* (Je suis, je serai - L'étude sur l'avenir d'une génération). Institut de la statistique du Québec.
- Evans, C. et Robertson, W. (2020). The four phases of the digital natives debate. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 2(3), 269-277. <https://doi.org/10.1002/hbe2.196>
- Ferguson, Y. et Lemétayer, F. (2023). *Analyse des recommandations en matière de réduction des risques sur la santé associés à l'utilisation des écrans en contexte scolaire*. Institut national de santé publique du Québec. <https://www.inspq.qc.ca/publications/3425>
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. SAGE.
- Fontaine, G., Zagury-Orly, I., Maheu-Cadotte, M.-A., Lapierre, A., Thibodeau-Jarry, N., Denus, S. de, Lordkipanidzé, M., Dupont, P. et Lavoie, P. (2021). A meta-analysis of the effect of paper versus digital reading on reading comprehension in health professional education. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 85(10), 8525. <https://doi.org/10.5688/ajpe8525>
- Gazzaley, A. et Rosen, L. D. (2016). *The distracted mind: ancient brains in a high-tech world*. The MIT Press.

- Hall, A. C., Lineweaver, T. T., Hogan, E. E. et O'Brien, S. W. (2020). On or off task: the negative influence of laptops on neighboring students' learning depends on how they are used. *Computers & Education*, 153, 103901. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103901>
- Hedderson, M. M., Bekelman, T. A., Li, M., Knapp, E. A., Palmore, M., Dong, Y., Elliott, A. J., Friedman, C., Galarce, M., Gilbert-Diamond, D., Glueck, D., Hockett, C. W., Lucchini, M., McDonald, J., Sauder, K., Zhu, Y., Karagas, M. R., Dabelea, D., Ferrara, A. et Environmental Influences on Child Health Outcomes Program. (2023). Trends in screen time use among children during the COVID-19 pandemic, July 2019 through August 2021. *JAMA Network Open*, 6(2), e2256157. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.56157>
- Hedges, L. V. et Tipton, E. (2010). Meta-analysis. Dans A. Steptoe (Éd.), *Handbook of behavioral medicine: methods and applications* (p. 909-921). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-09488-5_58
- Hivert, A.-F. (2023, 21 mai). *La Suède juge les écrans responsables de la baisse du niveau des élèves et veut un retour aux manuels scolaires*. Le Monde. https://www.lemonde.fr/planete/article/2023/05/21/numerique-a-l-ecole-la-suede-juge-les-e-crans-responsables-de-la-baisse-du-niveau-des-eleves-et-fait-marche-arriere_6174171_3244.html
- Homsy, S. S., Mia. (2018, 1 avril). Décrochage scolaire au Québec: dix ans de surplace, malgré les efforts de financement. *Institut du Québec*. <https://institutduquebec.ca/decrochage-scolaire-au-quebec-dix-ans-de-surplace-malgre-les-efforts-de-financement/>
- Howard, N. R. et Howard, K. E. (2017). Using tablet technologies to engage and motivate urban high school students. *International Journal of Educational Technology*, 4(2), 66-74.
- Jabr, F. (2013, 11 avril). The reading brain in the digital age: the science of paper versus screens. *Scientific American*. <https://www.scientificamerican.com/article/reading-paper-screens/>
- Jeong, H. (2012). A comparison of the influence of electronic books and paper books on reading comprehension, eye fatigue, and perception. *The Electronic Library*, 30(3), 390-408.
- Karsenti, T. et Collin, S. (2013). Avantages et défis inhérents à l'usage des ordinateurs portables au primaire et au secondaire. *Éducation et francophonie*, 41(1), 94-122. <https://doi.org/10.7202/1015061ar>
- Kirschner, P. A. et De Bruyckere, P. (2017). The myths of the digital native and the multitasker. *Teaching and Teacher Education*, 67, 135-142. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.06.001>
- Kmet, L. M., Cook, L. S. et Lee, R. C. (2004, 1 février). *Standard Quality Assessment Criteria for Evaluating Primary Research Papers from a Variety of Fields*. ERA. <https://doi.org/10.7939/R37M04F16>
- Koch, I., Poljac, E., Müller, H. et Kiesel, A. (2018). Cognitive structure, flexibility, and plasticity in human multitasking: an integrative review of dual-task and task-switching research. *Psychological Bulletin*, 144(6), 557-583. <https://doi.org/10.1037/bul0000144>
- Koessmeier, C. et Büttner, O. B. (2022). Beyond the Smartphone's mere presence effect: a quantitative mobile eye tracking study on the visual and internal distraction potential of smartphones. *Computers in Human Behavior*, 107333.

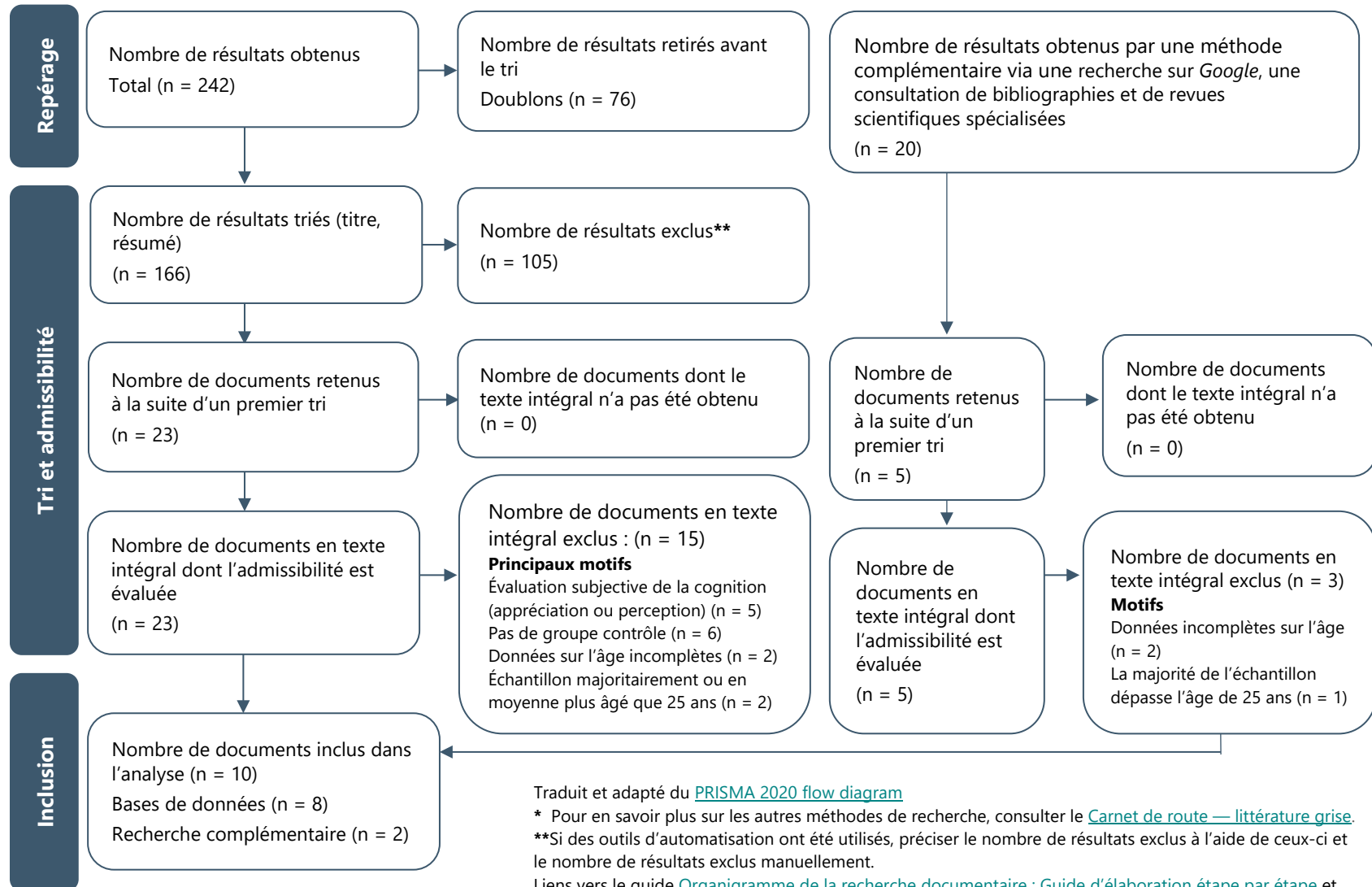
- Kong, Y., Seo, Y. S. et Zhai, L. (2018). Comparison of reading performance on screen and on paper: a meta-analysis. *Computers & Education*, 123, 138-149. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.005>
- Kostyrka-Allchorne, K., Cooper, N. R. et Simpson, A. (2017). The relationship between television exposure and children's cognition and behaviour: a systematic review. *Developmental Review*, 44, 19-58. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2016.12.002>
- Lee, S., Kim, M. W., McDonough, I. M., Mendoza, J. S. et Kim, M. S. (2017). The effects of cell phone use and emotion-regulation style on college students' learning. *Applied Cognitive Psychology*, 31(3), 360-366.
- Lemétayer, F. et Papineau, É. (2021). *L'utilisation des écrans et la santé des jeunes : pistes d'action pour une approche préventive : mémoire déposé au Ministère de la santé et des services sociaux du Québec*. Institut national de santé publique du Québec.
- Madigan, S., McArthur, B. A., Anhorn, C., Eirich, R. et Christakis, D. A. (2020). Associations between screen use and child language skills: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatrics*, 174(7), 665-675. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2020.0327>
- Mangen, A., Olivier, G. et 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? *Frontiers in Psychology*, 10, 38. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00038>
- Mangen, A. et Pirhonen, A. (2022). *Reading, Writing, Technology, and Embodiment*. <https://doi.org/10.7551/mitpress/13593.003.0013>
- Mangen, A. et Schilhab, T. (2012). *An embodied view of reading: theoretical considerations, empirical findings, and educational implications* (p. 285-300).
- Mangen, A., Walgermo, B. et Brønnick, K. (2013). Reading linear texts on paper versus computer screen: effects on reading comprehension. *International Journal of Educational Research*, 58, 61-68. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2012.12.002>
- Maryland Department of Health et Maryland State Department of Education. (2019). *Health and safety best practice guidelines: digital devices*. https://marylandpublicschools.org/programs/Documents/ITSLM/Health_and_Safety_Best_Practice_Guidelines_Digital_Devices.pdf
- Mendoza, J. S., Pody, B. C., Lee, S., Kim, M. et McDonough, I. M. (2018). The effect of cellphones on attention and learning: the influences of time, distraction, and nomophobia. *Computers in Human Behavior*, 86, 52-60. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.04.027>
- Ministère de la Santé et des services sociaux. (2022). *Favoriser une utilisation saine — Stratégie québécoise sur l'utilisation des écrans et la santé des jeunes 2022-2025* (p. 38). Gouvernement du Québec. <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2021/21-289-03W.pdf>
- Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur. (2018). *Plan d'action numérique en éducation et en enseignement supérieur*. Gouvernement du Québec. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/ministere/PAN_Plan_action_VF.pdf

- Mueller, P. A. et Oppenheimer, D. M. (2018). « The pen is mightier than the keyboard: advantages of longhand over laptop note taking »: Corrigendum. *Psychological Science*, 29(9), 1565-1568.
<https://doi.org/10.1177/0956797618781773>
- Nanhou, V. et Desrosiers, H. (2019). *Regard sur les jeunes adultes sans diplôme d'études secondaires âgés de 18 à 34 ans au Québec: portrait sociodémographique et compétences de base*. Institut de la statistique du Québec.
- National Afterschool Association. (2017). *The NAA HEPA Standards 2.0*.
<https://naaweb.org/page/HEPAStandards?&hsearchterms=%22naa+and+hepa+and+standards+and+2+and+0%22>
- Organisation de coopération et de développement économiques. (2015). *Connectés pour apprendre? Les élèves et les nouvelles technologies*. <https://www.oecd.org/fr/education/scolaire/Connectes-pour-apprendre-les-eleves-et-les-nouvelles-technologies-principaux-resultats.pdf>
- Öztop, F. et Nayci, Ö. (2021). *Does the digital generation comprehend better from the screen or from the paper? A meta-analysis*. 19.
- Peng, P. et Kievit, R. A. (2020). The development of academic achievement and cognitive abilities: a bidirectional perspective. *Child Development Perspectives*, 14(1), 15-20.
<https://doi.org/10.1111/cdep.12352>
- Pépin, A. (2020). *Évaluation de la qualité des notes prises par des étudiants universitaires dans les modes numérique et manuscrit* [Mémoire, Université du Québec à Chicoutimi].
https://constellation.uqac.ca/id/eprint/5993/1/PxE9pin_uqac_0862N_10727.pdf
- Pieper, D., Antoine, S., Mathes, T., Neugebauer, E. et Eikermann, M. (2014). Systematic review finds overlapping reviews were not mentioned in every other overview. *Journal of Clinical Epidemiology*, 67(4). <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2013.11.007>
- Ponti, M. (2019). *Les médias numériques: la promotion d'une saine utilisation des écrans chez les enfants d'âge scolaire et les adolescents*. Société canadienne de pédiatrie.
<https://cps.ca/fr/documents/position/les-medias-numeriques>
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon*, 9(5).
<https://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>
- Radez, J., Reardon, T., Creswell, C., Lawrence, P. J., Evdoka-Burton, G. et Waite, P. (2021). Why do children and adolescents (not) seek and access professional help for their mental health problems? A systematic review of quantitative and qualitative studies. *European child & adolescent psychiatry*, 30, 183-211.
- Raphael, D., Bryant, T., Mikkonen, J. et Raphael, A. (2020). *Social determinants of health: the canadian facts, 2nd Edition*. Ontario Tech University Faculty of Health Sciences and Toronto: York University School of Health Policy and Management. https://thecanadianfacts.org/The_Canadian_Facts-2nd_ed.pdf

- Rideout, V. (2017). *The Common Sense census: media use by kids age zero to eight*. Common Sense Media. https://www.commonsensemedia.org/sites/default/files/research/report/csm_zerotoeight_fullreport_release_2.pdf
- Sana, F., Weston, T. et Cepeda, N. J. (2013). Laptop multitasking hinders classroom learning for both users and nearby peers. *Computers & Education*, 62, 24-31. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.003>
- Schellen, M., Lin, L. et Bigenho, C. (2017). Effect of texting with friends during video lectures on high school students' learning. *Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)*, 10(1). <https://doi.org/10.18785/jetde.1001.01>
- Seguin, D., Kuenzel, E., Morton, J. B. et Duerden, E. G. (2021). School's out: parenting stress and screen time use in school-age children during the COVID-19 pandemic. *Journal of Affective Disorders Reports*, 6, 100217. <https://doi.org/10.1016/j.jadr.2021.100217>
- Sharif, M. O., Janjua-Sharif, F. N., Ali, H. et Ahmed, F. (2013). Systematic reviews explained: AMSTAR-how to tell the good from the bad and the ugly. *Oral Health and Dental Management*, 12(1), 9-16.
- Shea, B. J., Grimshaw, J. M., Wells, G. A., Boers, M., Andersson, N., Hamel, C., Porter, A. C., Tugwell, P., Moher, D. et Bouter, L. M. (2007). Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *BMC Medical Research Methodology*, 7(1), 10. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-7-10>
- Singer, L. M. et Alexander, P. A. (2017). Reading on paper and digitally: what the past decades of empirical research reveal. *Review of educational research*, 87(6), 1007-1041.
- Supper, W., Talbot, D. et Guay, F. (2022). Association entre le temps d'écoute de la télévision et le rendement scolaire des enfants et des adolescents: recension systématique et méta-analyse des études longitudinales réalisées à ce jour. *Revue canadienne des sciences du comportement*, 54, 304-314. <https://doi.org/10.1037/cbs0000275>
- Tanil, C. T. et Yong, M. H. (2020). Mobile phones: the effect of its presence on learning and memory. *PLoS ONE*, 15(8 August), e0219233. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219233>
- Tanner, M. J. (2014). Digital vs. print: reading comprehension and the future of the book. *School of Information Student Research Journal*, 4(2). <https://doi.org/10.31979/2575-2499.040206>
- Thalheimer, W. et Cook, S. (2009). *How to calculate effect sizes from published research: a simplified methodology*.
- The Sedentary Behaviour Research Network. (2022). *International School-Related Sedentary Behaviour Recommendations*. <https://www.sedentarybehaviour.org/school-related-sedentary-behaviour-recommendations/>
- Tricot, A. (2020). *Quelles fonctions pédagogiques bénéficient des apports du numérique?* Centre national d'étude des systèmes scolaires.
- Twenge, J. M. (2017). *iGen: why today's super-connected kids are growing up less rebellious, more tolerant, less happy and completely unprepared for adulthood*. aTRIA.

- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2023). *Global education monitoring report, 2023: technology in education: a tool on whose terms?*
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385723>
- Virgara, R., Lewis, L., Phillips, A., Richardson, M. et Maher, C. (2020). A scoping review of physical activity and screen time guidelines for use in Outside School Hours Care. *BMC Pediatrics*, 20(1), 463.
<https://doi.org/10.1186/s12887-020-02352-x>
- Virginia Department of Education. (2021). *Digital devices in the classroom: health and safety guidelines*.
<https://www.doe.virginia.gov/home/showpublisheddocument/19262/638042763738856630>
- Voyer, D., Ronis, S. T. et Byers, N. (2022). The effect of notetaking method on academic performance: a systematic review and meta-analysis. *Contemporary Educational Psychology*, 68, 102025.
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2021.102025>
- Waite, B. M., Lindberg, R., Ernst, B., Bowman, L. L. et Levine, L. E. (2018). Off-task multitasking, note-taking and lower- and higher-order classroom learning. *Computers & Education*, 120, 98-111.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.01.007>
- Ward, A., Duke, K., Gneezy, A. et Bos, M. (2017). Brain drain: the mere presence of one's own smartphone reduces available cognitive capacity. *Journal of the Association for Consumer Research*, 2(2).
<https://doi.org/10.1086/691462>
- Weston, T., Sana, F. et Wiseheart, M. (2014). *Effets directs et indirects de l'utilisation multitâche du portable en classe en enseignement supérieur*. <https://educ.info/xmlui/handle/11515/21923>
- Wood, E. et Zivcakova, L. (2015). Understanding multimedia multitasking in educational settings. Dans *The Wiley handbook of psychology, technology and society* (p. 404-419). Wiley Blackwell.
<https://doi.org/10.1002/9781118771952>
- Wood, E., Zivcakova, L., Gentile, P., Archer, K., De Pasquale, D. et Nosko, A. (2012). Examining the impact of off-task multi-tasking with technology on real-time classroom learning. *Computers & Education*, 58(1), 365-374. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.08.029>
- Wrulich, M., Brunner, M., Stadler, G., Schalke, D., Keller, U. et Martin, R. (2014). Forty years on: childhood intelligence predicts health in middle adulthood. *Health Psychology: Official Journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association*, 33(3), 292-296.
<https://doi.org/10.1037/a0030727>
- Zhang, Y., Tian, S., Zou, D., Zhang, H. et Pan, C.-W. (2022). Screen time and health issues in Chinese school-aged children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 22(1), 810. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13155-3>

ANNEXE 1 PROCESSUS DE SÉLECTION DES ARTICLES LIÉS À LA DISTRACTION NUMÉRIQUE (QUESTION 1)



ANNEXE 2 DESCRIPTION DU POINTAGE DES ÉTUDES SUR LA DISTRACTION NUMÉRIQUE SELON LA GRILLE DE QUALITÉ QUALSYST DE KMET (2004)

Premier auteur (année)	1) La question/l'objectif de recherche est-il suffisamment décrit?	2) Le devis de l'étude est-il clair et approprié?	3) La méthode de sélection/comparaison des groupes ou la source des informations/données analysées est-elle décrite et appropriée?	4) Les caractéristiques des participants (incluant ceux du groupe contrôle, si applicable) sont-elles suffisamment décrites?	5) Les participants ont-ils été répartis dans les groupes de façon aléatoire, et si oui, la technique utilisée est-elle décrite?	6) Si une procédure à l'aveugle était possible pour les expérimentateurs, a-t-elle été utilisée?	7) Les mesures expérimentales et (si applicable) les mesures d'exposition sont-elles bien définies et robustes (faible risque de biais de classification)? Les outils d'évaluation sont-ils mentionnés?	8) La taille d'échantillon est-elle appropriée?	9) Les méthodes d'analyse sont-elles décrites/justifiées et appropriées?	10) Est-ce qu'une estimation de la variance est rapportée pour les résultats principaux?	11) Les variables confondantes possibles ont-elles été contrôlées?	12) Les résultats sont-ils suffisamment détaillés?	13) Les résultats supportent-ils les conclusions posées?	TOTAL (niveau de qualité)
Études sur le multitâche numérique														
Lee <i>et al.</i> , (2017)	2	2	1	1	1	2	2	0	2	2	0	2	2	19/26 (Moyen)
Schellen <i>et al.</i> , (2017)	1	2	1	0	0	0	1	1	2	2	0	2	2	14/26 (Faible)
Demirkilik <i>et al.</i> , (2018)	2	2	2	1	1	0	2	2	2	2	2	2	2	22/26 (Élevé)
Waite <i>et al.</i> , (2018)	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	25/26 (Élevé)
Mendoza <i>et al.</i> , (exp.a, 2018)	2	2	1	1	1	2	2	0	1	1	1	2	1	17/26 (Moyen)
Mendoza <i>et al.</i> , (exp.b : 2018)	2	2	1	1	1	2	2	0	1	2	1	2	1	18/26 (Moyen)
Hall <i>et al.</i> , (2020)	2	2	1	2	0	0	2	1	2	2	2	1	2	19/26 (Moyen)

ANNEXE 2 DESCRIPTION DU POINTAGE DES ÉTUDES SUR LA DISTRACTION NUMÉRIQUE SELON LA GRILLE DE QUALITÉ QUALSYST DE KMET (2004) (SUITE)

Premier auteur (année)	1) La question/l'objectif de recherche est-il suffisamment décrit?	2) Le devis de l'étude est-il clair et approprié?	3) La méthode de sélection/comparaison des groupes ou la source des informations/données analysées est-elle décrite et appropriée?	4) Les caractéristiques des participants (incluant ceux du groupe contrôle, si applicable) sont-elles suffisamment décrites?	5) Les participants ont-ils été répartis dans les groupes de façon aléatoire, et si oui, la technique utilisée est-elle décrite?	6) Si une procédure à l'aveugle était possible pour les expérimentateurs, a-t-elle été utilisée?	7) Les mesures expérimentales et (si applicable) les mesures d'exposition sont-elles bien définies et robustes (faible risque de biais de classification)? Les outils d'évaluation sont-ils mentionnés?	8) La taille d'échantillon est-elle appropriée?	9) Les méthodes d'analyse sont-elles décrites/justifiées et appropriées?	10) Est-ce qu'une estimation de la variance est rapportée pour les résultats principaux?	11) Les variables confondantes possibles ont-elles été contrôlées?	12) Les résultats sont-ils suffisamment détaillés?	13) Les résultats supportent-ils les conclusions posées?	TOTAL (niveau de qualité)
Étude sur la présence du cellulaire														
Ward <i>et al.</i> , (exp.a, 2017)	2	2	2	1	1	0	2	2	2	2	1	2	2	21/26 (Élevé)
Ward <i>et al.</i> , (exp.b, 2017)	1	1	2	1	1	0	2	2	2	2	1	2	2	19/26 (Moyen)
Canale <i>et al.</i> , (2019)	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	24/26 (Élevé)
Tanil <i>et al.</i> , (2020)	2	2	2	1	1	0	2	2	2	2	2	2	2	22/26 (Élevé)
Koessmeier <i>et al.</i> , (2022)	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	22/26 (Élevé)
Total pour un maximum de 24	22	22	19	15	10	8	23	16	22	23	16	23	22	

ANNEXE 3 CARACTÉRISTIQUES DES ÉTUDES ÉVALUANT L'EFFET DU MULTITÂCHE NUMÉRIQUE SUR LE SCORE OBTENU À UN QUESTIONNAIRE DE MÉMORISATION ET DE COMPRÉHENSION SUITE À UNE PRÉSENTATION ACADÉMIQUE

Premier auteur (année)	Pays	Niveau scolaire	Échantillon (% de femmes)	Activités de multitâche numérique	Matériel académique ⁵	Type de comparaisons
Lee <i>et al.</i> , (2017)	États-Unis	Postsecondaire	160 (ND)	Recevoir des messages (textos)	Présentation vidéo	Inter-sujets
Schellen <i>et al.</i> , (2017)	États-Unis	Secondaire	39 (ND)	Recevoir et envoyer des messages (clavardage)	Présentation vidéo	Intra-sujets
Demirbilek <i>et al.</i> , (2018)	Turquie	Postsecondaire	122 (67 %)	Naviguer sur Facebook Recevoir et envoyer des messages (SMS)	Présentation magistrale	Inter-sujets
Waite <i>et al.</i> , (2018)	États-Unis	Postsecondaire	183 (56 %)	Recevoir et envoyer des messages (textos)	Présentation vidéo	Inter-sujets et intra-sujets
Mendoza <i>et al.</i> , (2018a)	États-Unis	Postsecondaire	140 (ND)	Recevoir des messages (textos)	Présentation vidéo	Inter-sujets
Mendoza <i>et al.</i> , (2018b)	États-Unis	Postsecondaire	152 (ND)	Recevoir des messages (textos)	Présentation vidéo	Inter-sujets
Hall <i>et al.</i> , (2020)	États-Unis	Postsecondaire	62 (82 %)	Voir les autres naviguer sur Internet et les réseaux sociaux	Présentation magistrale	Inter-sujets

⁵ Toutes les présentations étaient d'une durée approximative de 20 minutes. Les présentations par vidéo étaient des conférences TED ou une présentation magistrale préenregistrée.

ANNEXE 4 CARACTÉRISTIQUES DES ÉTUDES ÉVALUANT L'EFFET DE LA PRÉSENCE DU CELLULAIRE SUR LE SCORE OBTENU À DES TESTS MESURANT DES FONCTIONS COGNITIVES SPÉCIFIQUES

Premier auteur(année)	Pays	Niveau scolaire	Échantillon (% de femmes)	Fonction cognitive	Test
Ward <i>et al.</i> , (2017)	États-Unis	Postsecondaire	520 (53,3 %)	Mémoire de travail Raisonnement non-verbal	Tâche d'empan ⁶ (<i>Automated Operation Span Task</i>) Matrice de Raven ⁷
Ward <i>et al.</i> , (2017)	États-Unis	Postsecondaire	269 (56,9 %)	Mémoire de travail Attention	Tâche d'empan ⁶ (<i>Automated Operation Span Task</i>) Tâche d'inhibition (<i>Cue-Dependent Go/No-Go</i>) ⁸
Canale <i>et al.</i> , (2019)	Italie	Postsecondaire	129 (43,9 %)	Mémoire de travail	Tâche de reconnaissance visuelle ⁹
Tanil <i>et al.</i> , (2020)	Malaisie	Postsecondaire	119 (51,2 %)	Mémoire de travail	Tâche d'empan ⁶
Koessmeier <i>et al.</i> , (2022)	Allemagne	Postsecondaire	103 (76,6 %)	Attention	<i>Digit cancellation task</i> ¹⁰ <i>Trail making task</i> ¹¹

⁶ Les participants doivent rappeler le plus de mots ou de chiffres entendus.

⁷ Les participants doivent choisir la réponse qui complète le mieux la séquence logique ou l'image vue.

⁸ Les participantes doivent détecter le plus rapidement possible les stimuli cibles (p. ex. : les rectangles verts) sans réagir aux distracteurs similaires aux stimuli cibles (p. ex. : les rectangles bleus).

⁹ Les participants voient à l'écran entre 8 et 12 stimuli de différentes couleurs (p. ex. : forme simple comme un carré) pendant un court laps de temps, puis apparaît un stimuli cible et le participant doit indiquer s'il était ou non présent dans les stimuli présentés précédents.

¹⁰ Pour la version facile, les participants devaient biffer le chiffre cible (p. ex. : 5:12375814...) parmi une liste de chiffre. Pour la version difficile, les participants devaient biffer deux chiffres côte à côte qui additionnés ensemble totalisent le chiffre cible. (p. ex. : 5:12375814...).

¹¹ Pour la version facile, les participants devaient relier en ordre croissant une série de chiffres allant de 1 à 25. Pour la version difficile, ils doivent mener de front deux séries en alternance : une série de chiffres et une série de lettres (1— A-2— B -3— C... 13). Cette tâche sollicite différentes fonctions exécutives, comme l'inhibition, la flexibilité mentale et la planification.

ANNEXE 5 MOYENNES DES SCORES OBTENUS AU QUESTIONNAIRE DE MÉMORISATION ET DE COMPRÉHENSION SELON DES ACTIVITÉS OU NON DE MULTITÂCHE NUMÉRIQUE

Auteurs	Groupe sans multitâche numérique	Naviguer sur Internet et réseaux sociaux	Voir les autres	Recevoir des messages	Recevoir et envoyer des messages
Lee <i>et al.</i> , (2017)	61,62			1) 52,88* (cellulaire permis) 2) 53,12* (cellulaire interdit)	
Schellen <i>et al.</i> , (2017)	12,15				9,87 *
Demirbilek <i>et al.</i> , (2018)	74,83	54,90			63,90*
Waite <i>et al.</i> , (2018a)	1) 71,05 2) 64,0				1) 62,19* 2) 58,2*
Mendoza <i>et al.</i> , (2018a)	65,0			57*	
Mendoza <i>et al.</i> , (2018b)	67,0			69,0	
Hall <i>et al.</i> , (2020)	66,48		54,67*		

Note : * La moyenne se différencie significativement de celle du groupe contrôle.

ANNEXE 6 MOYENNES DES SCORES OBTENUS À DES TESTS ÉVALUANT DIFFÉRENTES FONCTIONS COGNITIVES

Auteurs/Fonction cognitive	Attention		Mémoire de travail		Raisonnement non verbal	
	Groupe sans cellulaire	Groupe avec cellulaire	Groupe contrôle	Groupe avec cellulaire	Groupe contrôle	Groupe avec cellulaire
Ward <i>et al.</i> , (2017a)			34	30,5*	8,3	7,8*
Ward <i>et al.</i> , (2017b)	364	365	33	28,5*		
Canale <i>et al.</i> , (2019)			ND	ND		
Tanil <i>et al.</i> , (2020)			14,21	13,08*		
Koessmeier <i>et al.</i> , (2022)	1) 42,84 2) 17,22 3) 9,86 4) 11,60	1) 44,45 2) 17,96 3) 9,75 4) 12,21				

Notes :

* La moyenne se différencie significativement de celle du groupe contrôle



Temps de réaction (ms)



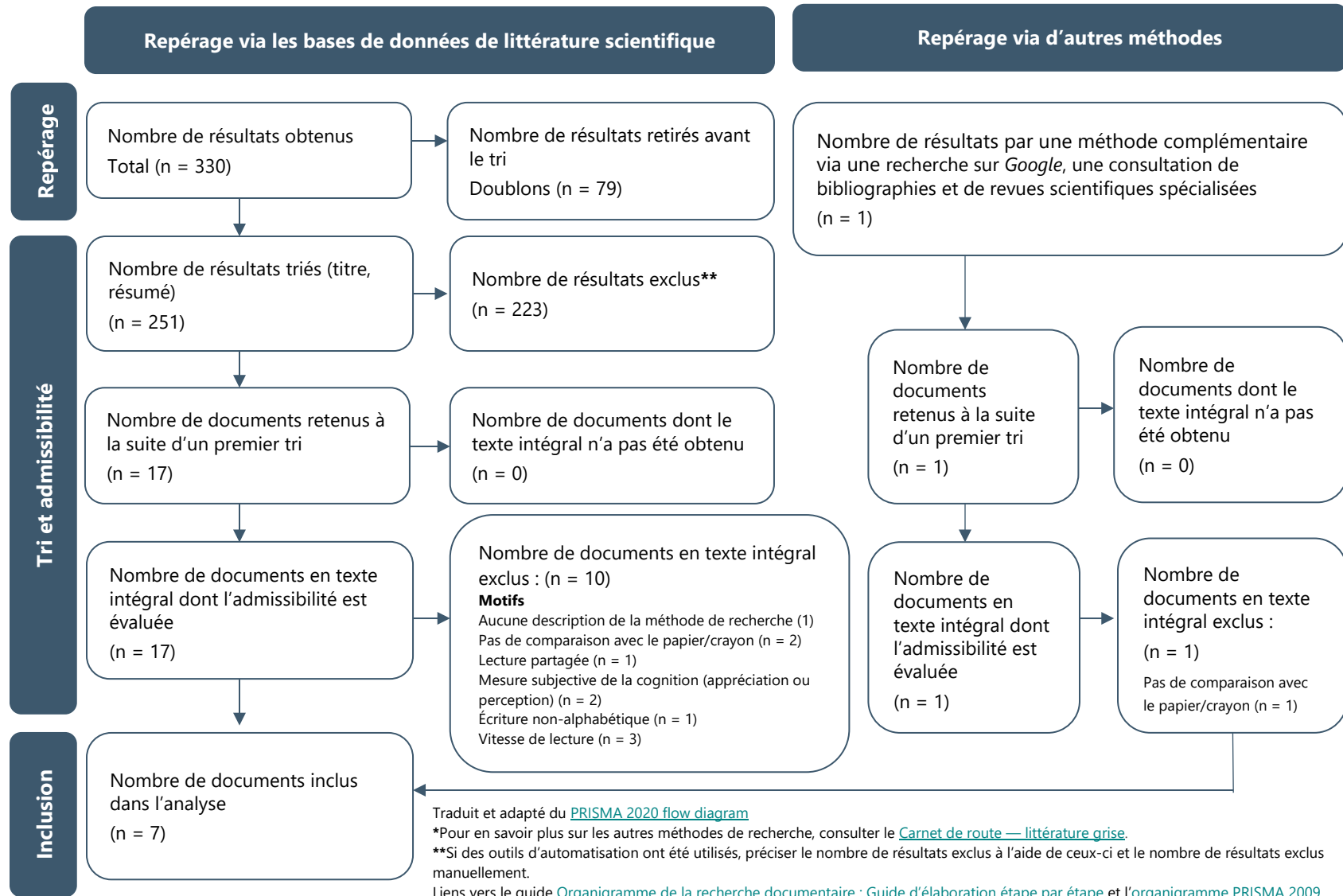
Score global



Nombre de bonnes réponses

ND : Non disponible

ANNEXE 7 PROCESSUS DE SÉLECTION DES ARTICLES LIÉS À LA LECTURE ET L'ÉCRITURE NUMÉRIQUES (QUESTION 2)



ANNEXE 8 DESCRIPTION DU POINTAGE DES ÉTUDES SUR LA LECTURE ET L'ÉCRITURE NUMÉRIQUES SELON LA GRILLE DE QUALITÉ AMSTAR

Premier auteur (année)	1. Est-ce qu'un devis d'étude a été établi a priori?	2. La sélection et l'extraction des études a-t-elle été effectuée à deux reprises?	3. La recherche des écrits était-elle exhaustive?	4. Est-ce que le type de publication (p.ex. littérature grise) a fait partie des critères d'inclusion?	5. Une liste des études retenues et exclues a-t-elle été fournie?	6. Les caractéristiques des études retenues ont-elles été fournies?	7. La qualité scientifique des études retenues a-t-elle été évaluée?	8. La qualité scientifique des études retenues a-t-elle été considérée de façon adéquate dans la formulation des conclusions?	9. Est-ce que les méthodes utilisées pour combiner les résultats des études sont appropriées?	10. La possibilité d'un biais de publication a-t-elle été évaluée?	11. Les conflits d'intérêts ont-ils été divulgués?	Total	Niveau de qualité
Études sur la lecture numérique													
Delgado <i>et al.</i> , (2018)	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	8	Élevé
Kong <i>et al.</i> , (2018)	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	7	Moyen
Fontaine <i>et al.</i> , (2021)	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	8	Élevé
Schwabe <i>et al.</i> , (2022)	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	9	Élevé
Öztop <i>et al.</i> , (2021)	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	7	Moyen
Études sur l'écriture numérique (prise de notes)													
Allen <i>et al.</i> , (2020)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	Faible
Voyer <i>et al.</i> , (2022)	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	9	Élevé
TOTAL	6	5	6	5	5	6	1	1	6	6	3		

Note : * Item adapté par l'auteur.

ANNEXE 9 CARACTÉRISTIQUES DES MÉTA-ANALYSES SUR LA LECTURE ET LA PRISE DE NOTES SELON L'UTILISATION DU SUPPORT NUMÉRIQUE OU PAPIER/CRAYON

Premier auteur (année)	Pays	Niveau scolaire (% d'études)	Années recensées	Activité	Mesure	Nombre d'études incluses (participants)
Lecture						
Delgado <i>et al.</i> , (2018)	Espagne	Postsecondaire (64 %) Primaire et secondaire (36 %)	2000-2017	Texte non narratif ou narratif	Compréhension de texte	54 (171 055)
Kong <i>et al.</i> , (2018)	États-Unis	Postsecondaire (65 %) Primaire et secondaire (23 %) Non défini (12 %)	2000-2016	Texte non narratif	Compréhension de texte	17 (4831)
Fontaine <i>et al.</i> , (2021)	Canada	Postsecondaire (100 %)	2001-2019	Texte non narratif	Compréhension de texte	8 (817)
Öztop <i>et al.</i> , (2021)	Turquie	Primaire et secondaire (100 %)	2012-2019	Texte narratif ou non narratif	Compréhension de texte	12 (ND)
Schwabe <i>et al.</i> , (2022)	Autriche	Postsecondaire (22 %) Primaire et secondaire (78 %)	1982-2021	Texte narratif	Compréhension de texte	32 (2239)
Écriture						
Allen <i>et al.</i> , (2020)	États-Unis	Postsecondaire (100 %)	2003-2020	Prise de notes	Notes scolaires	16 (2764)
Voyer <i>et al.</i> , (2022)	Canada	Postsecondaire (86 %) Non défini (13 %)	1995-2020	Prises de notes	Notes scolaires Questionnaire de mémorisation et de compréhension	39 (3120)

ANNEXE 10 EFFETS MOYENS RAPPORTÉS DES MÉTA-ANALYSES SUR LA LECTURE ET LA PRISE DE NOTES SELON LE SUPPORT NUMÉRIQUE OU PAPIER/CRAYON

	Nombres d'effets compilés	Statistique	Taille de l'effet moyen	Intervalle de confiance (si le 0 est inclus, le résultat est non significatif)	Interprétation
Lecture					
Delgado <i>et al.</i> , (2018)	56	Indice de Hedge (g)	-0,21	-0,28 à -0,14	Effet significatif et petit en défaveur du numérique
Delgado <i>et al.</i> , (2018)	18	Indice de Cohen (d)	-0,21	-0,37 à -0,06	Effet significatif et petit en défaveur du numérique
Kong <i>et al.</i> , (2018)	47	Indice de Hedge (g)	-0,21	-0,38 à -0,03	Effet significatif et petit en défaveur du numérique
Fontaine <i>et al.</i> , (2021)	10	Différence de moyenne standardisée	0,08	-0,28 à 0,12	Effet non significatif
Öztop <i>et al.</i> , (2021)	29	Indice de Hedge (g)	-0,42	-0,70 à -0,14	Effet significatif et modéré en défaveur du numérique
Schwabe <i>et al.</i> , (2022)	21	Indice de Cohen (d)	-0,02	-0,14 à 0,09	Effet non significatif
Écriture					
Allen <i>et al.</i> , (2020)	16	Corrélation (r)	-0,121	-0,08 à -0,16	Effet significatif et petit en défaveur du numérique
Voyer <i>et al.</i> , (2020)	77	Indice de Hedge (g)	-0,008	-0,18 à 0,16	Effet non significatif

Notes : Selon Cohen (1988), une taille de l'effet est considérée :

Petite, si elle est plus petite que 0,49.

Modérée, si elle est entre 0,5 et 0,79.

Large si elle est plus grande que 0,79.

