



CIRANO
Allier savoir et décision

MESURER LES COMPÉTENCES NUMÉRIQUES AU-DELÀ DE L'AUTOÉVALUATION

BENOIT AUBERT
SIMON BOURDEAU

EN
AVANT!
MATH!

RP

2026RP-25
RAPPORT DE PROJET

Les rapports de projet sont destinés plus spécifiquement aux partenaires et à un public informé. Ils ne sont ni écrits à des fins de publication dans des revues scientifiques ni destinés à un public spécialisé, mais constituent un médium d'échange entre le monde de la recherche et le monde de la pratique.

Project Reports are specifically targeted to our partners and an informed readership. They are not intended for publication in academic journals nor aimed at a specialized readership, but are rather conceived as a medium of exchange between the research and practice worlds.

Le CIRANO est un organisme sans but lucratif constitué en vertu de la Loi des compagnies du Québec. Le financement de son infrastructure et de ses activités de recherche provient des cotisations de ses organisations-membres, d'une subvention d'infrastructure du gouvernement du Québec, de même que des subventions et mandats obtenus par ses équipes de recherche.

CIRANO is a private non-profit organization incorporated under the Quebec Companies Act. Its infrastructure and research activities are funded through fees paid by member organizations, an infrastructure grant from the government of Quebec, and grants and research mandates obtained by its research teams.

Les partenaires du CIRANO – CIRANO Partners

Partenaires corporatifs - Corporate Partners

Autorité des marchés financiers
Banque de développement du Canada
Banque du Canada
Banque Nationale du Canada
Bell Canada
BMO Groupe financier
La Caisse
Énergir
Hydro-Québec
Intact Corporation Financière
Mouvement Desjardins
Power Corporation du Canada
Pratt & Whitney Canada
VIA Rail Canada

Partenaires gouvernementaux - Governmental partners

Ministère des Finances du Québec
Ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie
Innovation, Sciences et Développement Économique Canada
Ville de Montréal

Partenaires universitaires - University Partners

École de technologie supérieure
École nationale d'administration publique
HEC Montréal
Institut national de la recherche scientifique
Polytechnique Montréal
Université Concordia
Université de Montréal
Université de Sherbrooke
Université du Québec
Université du Québec à Montréal
Université Laval
Université McGill

Le CIRANO collabore avec de nombreux centres et chaires de recherche universitaires dont on peut consulter la liste sur son site web.
CIRANO collaborates with many centres and university research chairs; list available on its website.

© Octobre 2026. Benoit Aubert, Simon Bourdeau. Tous droits réservés. *All rights reserved.* Reproduction partielle permise avec citation du document source, incluant la notice ©. *Short sections may be quoted without explicit permission, if full credit, including © notice, is given to the source.*

Les idées et les opinions émises dans cette publication sont sous l'unique responsabilité des auteurs et ne représentent pas les positions du CIRANO ou de ses partenaires. Le Ministre des Finances du Québec décline toute responsabilité à l'égard de l'information présentée dans le document, et que cette information ne reflète pas nécessairement les points de vue du Ministre. The observations and viewpoints expressed in this publication are the sole responsibility of the authors; they do not represent the positions of CIRANO or its partner The Quebec Minister of Finance assumes no responsibility for the information presented in this document, and such information does not necessarily reflect the views of the Minister.

ISSN 1499-8629 (version en ligne)

Mesurer les compétences numériques au-delà de l'autoévaluation

Benoit Aubert^{*}, Simon Bourdeau[†]

Résumé

Les compétences numériques constituent désormais une condition transversale de participation au marché du travail, d'accès aux services publics et privés, et d'exercice autonome de la citoyenneté dans des environnements sociotechniques fortement numérisés. Malgré leur importance croissante, ces compétences demeurent fréquemment mesurées au moyen d'instruments autodéclarés, dont la validité peut être limitée lorsque les répondants disposent d'une connaissance incomplète des mécanismes numériques sous-jacents. Cette dépendance aux mesures déclaratives soulève un enjeu méthodologique important : les individus peuvent surestimer leur compétence lorsque leur familiarité avec les outils numériques est confondue avec une compréhension effective de leur fonctionnement. L'étude évalue formellement trois dimensions fondamentales des compétences numériques — la compréhension des données, des traitements et de l'architecture — et compare ces mesures à l'autoévaluation des participants afin d'examiner l'écart entre compétence perçue et compétence mesurée.

Abstract

Digital competencies have become a cross-cutting prerequisite for participation in the labor market, access to public and private services, and the autonomous exercise of citizenship in highly digitalized sociotechnical environments. Despite their growing importance, these competencies are still frequently measured using self-reported instruments, whose validity may be limited when respondents have only an incomplete understanding of the underlying digital mechanisms. This reliance on self-reported measures raises an important methodological concern: individuals may overestimate their competence when familiarity with digital tools is mistaken for an actual understanding of how those tools function. This study formally assesses three fundamental dimensions of digital competence—understanding of data, processing, and architecture—and compares these objective measures with participants' self-assessments in order to examine the gap between perceived and measured competence.

^{*} Professeur titulaire, HEC Montréal et Fellow CIRANO, benoit.aubert@hec.ca

[†] Professeur, UQAM et Fellow CIRANO, bourdeau.s@uqam.ca

Mots-clés/Keywords : compétences numériques, autoévaluation, capacités dynamiques, littératie numérique, expérimentation en laboratoire, données, traitements, architecture numérique / digital competencies, self-assessment, dynamic capabilities, digital literacy, laboratory experiment, data, processing, digital architecture.

Pour citer ce document / To quote this document

Aubert, B., & Bourdeau, S. (2026). Mesurer les compétences numériques au-delà de l'autoévaluation (2026RP-25, Rapports de projets, CIRANO.)

<https://doi.org/10.54932/WCSW5887>

Table des matières

Problématique	2
Cadre théorique	4
Outils de mesures privilégiés : échelles perceptuelles autodéclarées	6
Deux limites des outils de mesures : autoévaluation et complexité technologique...	7
Compétences numériques permises par les capacités dynamiques individuelles ...	9
Capacités nécessaires au déploiement des outils numériques	10
Les bases des capacités dynamiques	14
Opérationnalisation des compétences numériques fondamentales	15
Méthodologie.....	16
Développement des outils.....	16
Contexte expérimental et protocole.....	17
Résultats	19
Autoévaluation des compétences.....	20
Performance observée aux mesures formelles	21
Lien entre l'autoévaluation et la performance formelle	22
Effets de l'intervention expérimentale sur la compréhension formelle	25
Discussion.....	30
La pratique comme mode d'apprentissage	31
Dissociation entre compétence perçue et compétence mesurée	31
Conséquences pour les travailleurs	32
Conséquences pour les citoyens	33
Conséquences pour les éducateurs	34
Conséquences pour les décideurs publics	34
Comment rejoindre les citoyens	35
Conclusion	37
Limites de l'étude.....	38
Un défi numérique.....	39
Références	40
Annexe 1 – Exemples de questions utilisées dans la collecte de données	46
Annexe 2 – Capsules vidéo.....	52
Annexe 3 – Analyse multivariée	55

Problématique

Les compétences numériques s'imposent comme un ensemble de capacités générales permettant aux individus de participer aux activités économiques, administratives et sociales qui structurent les sociétés contemporaines. Elles sont requises sur le marché du travail, elles deviennent nécessaires pour faire affaire avec les instances gouvernementales et les différentes compagnies offrant des services aux citoyens et aux consommateurs, et elles sont omniprésentes dans nos interactions sociales.

Les compétences numériques occupent désormais une place centrale, non seulement pour les emplois spécialisés en technologies de l'information (TI), mais aussi pour l'ensemble des fonctions organisationnelles. Comme le soulignent van Laar *et al.* (2017), les compétences numériques sont aujourd'hui étroitement liées aux compétences du XXI^e siècle, notamment la résolution de problèmes, la collaboration, la communication, la pensée critique et la gestion de l'information. Cette omniprésence s'explique par la numérisation croissante des processus de travail, l'usage généralisé des plateformes collaboratives, l'automatisation de certaines tâches, l'exploitation intensive des données et l'intégration accélérée de l'intelligence artificielle dans les activités professionnelles. Dans cette perspective, les compétences numériques ne doivent plus être considérées comme de simples habiletés techniques, mais comme des capacités fondamentales permettant aux travailleurs et aux citoyens de comprendre, de mobiliser et d'adapter les ressources numériques disponibles dans leur environnement.

La littérature sur la transformation numérique suggère que les gestionnaires et les responsables organisationnels doivent disposer d'une compréhension minimale des technologies numériques afin d'interpréter les possibilités, les risques et les contraintes associés au déploiement de celles-ci (Gagne-Pratte *et al.*, 2022). Une étude récente du marché de l'emploi indique que : 1) les compétences numériques de base (ce qu'on nomme souvent la « littératie numérique ») semblent recherchées dans toutes les catégories d'emploi (même les emplois peu qualifiés); et 2) les employeurs ne peuvent pas tenir pour acquis que les travailleurs possèdent ces compétences (Aubert *et al.*, 2026).

Ces compétences numériques sont requises au même titre que les habiletés de lecture et d'écriture, puisqu'elles sont nécessaires pour effectuer la plupart des tâches liées à l'emploi, mais aussi parce que la formation en organisation, l'identification des employés et la plupart des communications passent maintenant

de plus en plus par des systèmes en ligne dont l'utilisation requiert des compétences numériques de base. Alors qu'auparavant les emplois nécessitant des compétences numériques étaient clairement de nature technique ou informatique, ce sont maintenant tous les emplois qui sont touchés, même ceux qui sont généralement considérés comme faiblement qualifiés. Les compétences numériques sont d'autant plus nécessaires maintenant que l'intelligence artificielle (IA) s'insère dans la plupart des sphères d'activités (Majumdar et Misra, 2026). Les travailleurs doivent être en mesure d'utiliser l'IA et d'évaluer de manière critique le travail produit par les outils d'IA.

Au-delà de l'intégration au marché du travail, les compétences numériques deviennent essentielles pour pouvoir éviter les pièges associés à la fraude informatique (Saritepeci *et al.*, 2024). Les personnes ayant de faibles compétences numériques sont des proies faciles pour les cyber fraudeurs et n'arrivent même pas à évaluer les permissions demandées par les différentes applications qu'elles utilisent, ce qui les rend vulnérables dans un contexte où les transactions courantes passent de plus en plus par les appareils mobiles (Pervez *et al.*, 2026).

Cette évolution rend nécessaire le développement d'instruments de mesure capables d'évaluer non seulement l'usage des outils numériques, mais aussi les connaissances transférables qui permettent aux individus d'adapter leurs pratiques lorsque les technologies, les interfaces ou les contextes d'utilisation changent.

L'objectif de cette recherche est de développer une première version d'une mesure des capacités dynamiques associées à l'univers numérique, de comparer cette mesure avec les données d'autoévaluation et d'évaluer une intervention permettant d'améliorer ces capacités. De cette manière, les actions visant à améliorer les compétences numériques des citoyens pourront être plus ciblées et plus efficaces.

Cette étude est guidée par la question suivante : dans quelle mesure les compétences numériques autoévaluées correspondent-elles à la maîtrise formelle de connaissances numériques fondamentales, et dans quelle mesure une intervention brève peut-elle améliorer cette maîtrise?

Le rapport de recherche apporte trois contributions. Premièrement, il distingue conceptuellement la compétence numérique perçue de la compétence numérique mesurée. Deuxièmement, il propose une opérationnalisation des compétences numériques fondée sur trois connaissances fondamentales, transférables et susceptibles de soutenir l'adaptation des individus à des environnements technologiques changeants— les données, les traitements et l'architecture — plutôt que sur la maîtrise d'outils particuliers. Troisièmement, il estime, dans un cadre

expérimental contrôlé, l'effet d'une intervention courte sur la compréhension formelle de ces trois dimensions.

Cadre théorique

Les cadres institutionnels québécois, canadiens et européens proposent des définitions partiellement convergentes de la compétence numérique, mais celles-ci varient quant à leur degré d'abstraction, à leur orientation normative et à leur opérationnalisation empirique. Ces définitions parlent parfois de capacité à exécuter des actions, d'aptitudes, ou de connaissances. Parmi les principales définitions recensées, on retrouve les suivantes :

- « *L'ensemble d'aptitudes relatives à une utilisation confiante, critique et créative du numérique pour l'atteinte d'objectifs liés à l'apprentissage, au travail, aux loisirs, à l'inclusion dans la société ou à la participation à celle-ci* » (Ministère de l'Éducation du Québec, 2026, p.1).

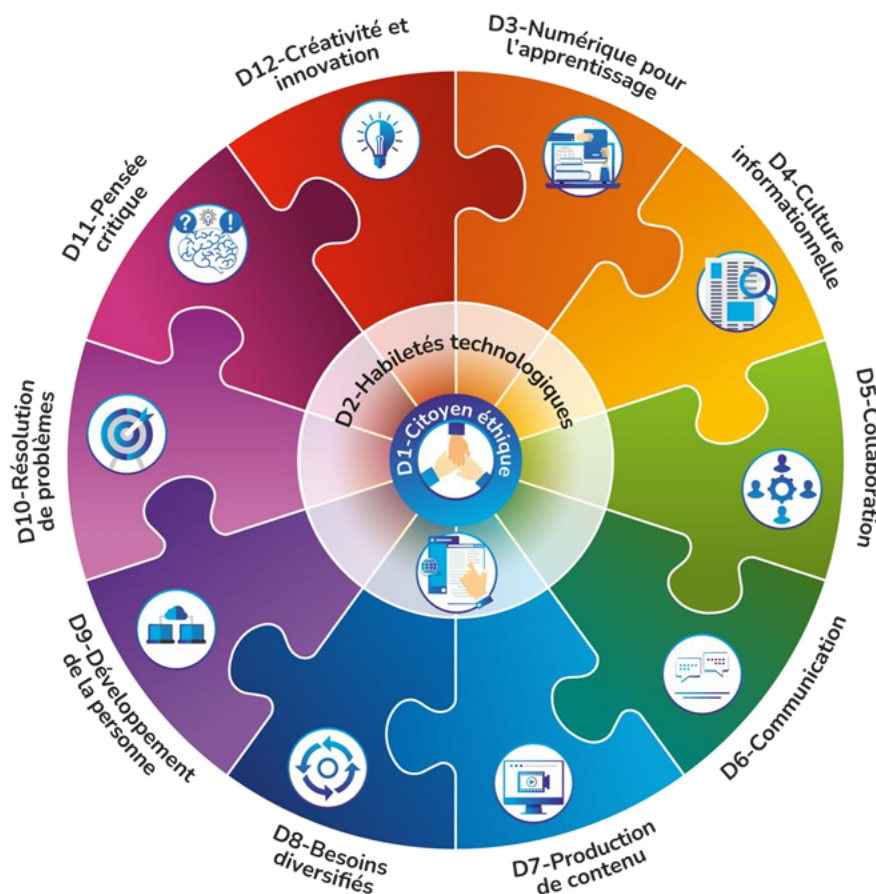


Figure 1 Représentation graphique du cadre de référence produit par le ministère de l'Éducation (2026, p. 8).

- « *Comprendre le numérique et en faire usage, c'est être en mesure d'exploiter les technologies pour exercer un emploi. C'est aussi comprendre le potentiel du numérique ou des technologies pour développer des compétences liées à un travail* » (Commission des partenaires du marché du travail [CPMT], 2021, p. 9).
- « *La capacité à utiliser la technologie et les outils numériques pour trouver, gérer, appliquer, créer et partager des renseignements et du contenu* » (Emploi et Développement social Canada, s. d.).
- « *La capacité d'effectuer un usage sûr, critique et responsable des technologies numériques pour apprendre, travailler et participer à la société. Cette définition englobe l'éducation à l'information et au numérique, la communication et la collaboration, l'éducation aux médias, la création de contenus numériques (y compris la programmation), la sécurité (y compris le bien-être numérique et les compétences liées à la cybersécurité), les questions liées à la propriété intellectuelle, la résolution de problèmes ainsi que l'esprit critique* » (CEDEFOP, s. d.).

L'opérationnalisation de la compétence numérique révèle cependant un problème de délimitation conceptuelle : le construit englobe simultanément des connaissances, des habiletés instrumentales, des pratiques sociales, des attitudes critiques et des finalités civiques ou professionnelles. Par exemple, la Commission européenne a défini la compétence numérique selon cinq dimensions principales : 1) littératie des données; 2) communication et collaboration; 3) création de contenu numérique; 4) sécurité; et 5) résolution de problèmes (Vuorikari *et al.*, 2022). Pour le gouvernement du Canada, les principales dimensions sont plutôt : 1) comprendre la technologie; 2) développer la maîtrise des outils; 3) améliorer la productivité et la collaboration; et 4) faire de la sûreté et de la sécurité une priorité (École de la fonction publique du Canada, s. d.).

De son côté, le ministère de l'Éducation a identifié 12 dimensions : 1) Agir en citoyen éthique à l'ère du numérique; 2) Développer et mobiliser ses habiletés technologiques; 3) Exploiter le potentiel du numérique pour l'apprentissage; 4) Développer et mobiliser sa culture informationnelle; 5) Collaborer à l'aide du numérique; 6) Communiquer à l'aide du numérique; 7) Produire du contenu avec le numérique; 8) Mettre à profit le numérique en tant que vecteur d'inclusion et pour répondre à des besoins diversifiés; 9) Adopter une perspective de développement personnel et professionnel avec le numérique dans une posture d'autonomisation; 10) Résoudre une variété de problèmes avec le numérique; 11) Développer sa pensée

critique à l'égard du numérique; et 12) Innover et faire preuve de créativité avec le numérique.

On note dans ces différents éléments un mélange de capacités à faire des activités (comme la création de contenu), de types d'utilisation (comme les actions éthiques) et de conséquences (comme l'amélioration de la productivité ou l'inclusion). Ces cadres agrègent ainsi des dimensions de nature différente : des capacités d'action, des contextes d'usage, des orientations normatives et des effets attendus, ce qui complique leur traduction en indicateurs empiriquement comparables. Comme le montrent Ferrari (2012), Vuorikari *et al.* (2022) et van Laar *et al.* (2017), les compétences numériques peuvent inclure une multitude de dimensions très variées : littératie informationnelle, communication numérique, création de contenu, sécurité, résolution de problèmes, collaboration, programmation, pensée critique ou autonomie dans l'apprentissage. Cette grande variété conceptuelle rend l'opérationnalisation difficile, car les chercheurs et les praticiens ne mesurent pas toujours le même objet lorsqu'ils parlent de « compétences numériques ». La variété des dimensions incluses dans le concept de compétence numérique n'est pas le seul défi associé à leur identification. Le mode de mesure le plus souvent utilisé est également problématique.

Outils de mesures privilégiés : échelles perceptuelles autodéclarées

Certains domaines ont déployé beaucoup d'efforts pour mesurer les compétences numériques, notamment ceux de l'éducation et de la santé. Dans le premier cas, on voulait s'assurer que les enseignants et les élèves maîtrisaient les technologies numériques (Claro *et al.*, 2024). En santé, beaucoup d'évaluations ont été faites pour mesurer si les patients ou les employés pouvaient manipuler les outils mis à leur disposition (par exemple, en télémédecine) (Arias López *et al.*, 2023; Foadi et Varghese, 2022).

L'examen des instruments de mesure recensés dans la littérature met en évidence la prédominance des échelles perceptuelles autodéclarées, en particulier dans les domaines de la santé et de l'éducation. En santé, on utilise généralement des échelles perceptuelles d'autoévaluation. Par exemple, dans le cas des mesures de compétences numériques en santé d'adultes âgés, la revue systématique de Oh *et al.* (2021) montre que l'échelle eHEALS, développée par Norman et Skinner (2006), est la plus utilisée. Les questions prennent la forme suivante :

- Je sais comment trouver...
- Je sais comment utiliser Internet...
- Je sais quelles ressources sont disponibles...

- Je sais où trouver...
- Je sais comment trouver l'information...
- J'ai les habiletés pour évaluer...
- Je peux faire la différence entre...
- J'ai confiance dans ma capacité à...

On note que c'est une autoévaluation des compétences qui est utilisée. C'est le cas dans d'autres situations en santé (par exemple, Arias Lopez *et al.*, 2023; Mainz *et al.*, 2024; Matthew *et al.*, 2011).

En éducation, on remarque le même modèle. La grande majorité des études (85 %) recensées par Nguyen et Habok (2024) ont utilisé l'autoévaluation comme approche de mesure. Les tests plus formels consistaient à demander aux participants de faire des tâches de navigation ou de manipulation de fichiers (Komlayut et Srivatanakul, 2017; Lazonder *et al.*, 2020), ce qui peut convenir dans un environnement d'apprentissage auprès des enfants ou dans un contexte précis. Toutefois, ces tests ne sont pas facilement généralisables à d'autres secteurs.

Deux limites des outils de mesures : autoévaluation et complexité technologique

Dès lors, notre capacité à évaluer des compétences numériques est limitée par deux problèmes distincts :

1. L'utilisation de l'autoévaluation

Les autoévaluations présentent des avantages pratiques évidents : elles sont simples à administrer, peu coûteuses, faciles à comparer et applicables à de grands échantillons. Cependant, la recherche suggère que les mesures se basant sur l'autoévaluation sont peu fiables. Il peut être difficile pour un répondant d'évaluer ce qu'il ne connaît pas. Cette limite est bien documentée dans les travaux sur l'autoévaluation des compétences, notamment par Dunning *et al.* (2003), qui montrent que les personnes les moins compétentes peuvent aussi être les moins aptes à reconnaître leurs propres lacunes. Dans le domaine numérique, cette difficulté peut être amplifiée par la familiarité quotidienne avec les outils numériques utilisés. Par exemple, lorsque des individus utilisent régulièrement des téléphones intelligents, des navigateurs web, des applications bancaires ou des outils collaboratifs, ils peuvent confondre aisance d'usage et compréhension véritable.

Des études soulignent ce problème. Par exemple, Öncül (2021) a montré que les étudiants universitaires n'évaluent pas correctement leurs habiletés à utiliser Internet et les TI. De manière similaire, Cartelli et Di Nuzzo (2018) ont constaté que les étudiants universitaires étaient convaincus de leur expertise avec les outils de la

suite Office, alors que des tests plus formels ont montré qu'ils maîtrisaient mal ces outils et ne pouvaient pas faire les tâches demandées.

Par ailleurs, les outils d'autoévaluation présentent d'autres limites susceptibles d'affecter leur validité. Par exemple, les réponses peuvent notamment être influencées par la désirabilité sociale (Paulhus, 1991) et refléter davantage la confiance ou le sentiment d'auto-efficacité que la compétence réelle (Sitzmann *et al.*, 2010). De plus, les différences générationnelles doivent être interprétées avec prudence : avoir grandi dans un environnement numérique ne garantit pas nécessairement un niveau supérieur de compétences (Kirschner et De Bruyckere, 2017).

L'usage routinier des outils numériques peut produire une illusion de maîtrise : la familiarité interactionnelle avec une interface ne garantit pas la compréhension des données, des traitements et des architectures qui rendent cette interface fonctionnelle.

2. La complexité des environnements contemporains

Les environnements numériques contemporains sont complexes. Ils allient la puissance de calcul, l'accès à des données en réseau, les capacités génératives de l'IA, de même que la saisie en temps réel d'une quantité impressionnante de données personnelles utilisées pour ajuster le fonctionnement des outils que nous utilisons.

Le développement d'outils de plus en plus intuitifs ne veut pas dire que nous comprenons mieux le fonctionnement de ces outils. Malgré l'introduction d'interfaces faciles à utiliser et d'applications intuitives dès la fin des années 1990, les utilisateurs peinaient toujours à faire la différence entre programmes et données, ou entre objets et structures de données (Cartelli, 2009). Considérant le développement rapide de l'univers numérique dans les vingt dernières années, il est probable que les défis de compréhension soient encore plus grands maintenant.

Dès lors, les mesures traditionnelles semblent limitées dans un contexte où l'intelligence artificielle est omniprésente et où les nouveaux outils apparaissent de plus en plus rapidement. Il devient probablement de plus en plus difficile pour l'utilisateur moyen de discerner l'application légitime de celle qui ne l'est pas, ou d'évaluer les sources de données (Chen 2026). Le niveau de compréhension requis pour comprendre ce qui se passe derrière des interfaces de plus en plus lisses est probablement plus élevé que dans le passé.

La question méthodologique centrale consiste alors à déterminer comment mesurer la capacité des individus à interpréter, à évaluer et à adapter leur usage des technologies numériques dans des environnements caractérisés par une forte évolutivité technique et organisationnelle. Cela devrait pourtant être un élément constituant d'une compétence numérique.

Une mesure fondée sur des outils précis peut rapidement devenir obsolète si l'interface, la technologie ou les pratiques professionnelles changent. Par conséquent, il est difficile de concevoir des mesures de compétences numériques à la fois suffisamment concrètes pour être valides et suffisamment génériques pour demeurer pertinentes dans le temps.

Compétences numériques permises par les capacités dynamiques individuelles

Lorsque l'on considère les définitions des compétences numériques proposées par les différents organismes ou associations (par exemple celles de l'Union européenne [Ala-Mutka, 2011; Ferrari, 2012; Vuorikari *et al.*, 2022], du Canada [Emploi et Développement social Canada, s. d.], du Québec [Commission des partenaires du marché du travail, 2021] ou de l'OCDE [2021]), on note que celles-ci touchent la capacité des citoyens à faire certaines choses : communiquer, exercer un emploi, accomplir des tâches, etc.

Un des défis associés à ces compétences numériques devient alors leur mise à jour en continu. On peut penser, par exemple, à la compétence de communiquer ou d'assurer la sécurité de ses données. Dans le temps, les outils pour exécuter ces activités changent. Donc, être « compétent » à un moment ne veut pas dire qu'on le sera l'année suivante. Ces changements veulent dire que ce qu'il faut comprendre pour être compétent change. Par exemple, il y a quelques années, on indiquait qu'il devenait essentiel pour tous les enfants dans le système scolaire de savoir coder pour réussir (Tuomi *et al.*, 2018). L'Estonie devenait un modèle en ce sens. Pourtant, quelques années plus tard, on semble suggérer que les outils d'intelligence artificielle peuvent remplacer en partie les habiletés de base en programmation (Bucaioni *et al.*, 2024). Pour programmer, il faut toutefois comprendre comment utiliser l'IA et comment lui soumettre des spécifications claires. Était-ce l'habileté de programmer qui était nécessaire? Développe-t-on autre chose de plus fondamental en apprenant à programmer (comme l'importance de la clarté des spécifications)?

La notion de capacité dynamique (*dynamic capabilities*) offre un cadre conceptuel pertinent pour analyser les compétences numériques comme des capacités adaptatives, plutôt que comme de simples routines d'utilisation associées à des outils particuliers. Pour les organisations, on parle d'habileté dynamique quand une

organisation peut réassembler et reconfigurer ses ressources pour répondre aux besoins changeants de ses marchés et de son environnement (Eisenhardt et Martin, 2000; Teece *et al.*, 1997). Les organisations qui s'adaptent dans des environnements turbulents sont celles qui peuvent réutiliser leurs connaissances et leurs ressources pour répondre à des besoins changeants. Ces organisations ne savent pas seulement faire une chose, elles savent ajuster en continu ce qu'elles font.

La même logique peut s'appliquer aux individus. Certaines personnes peuvent s'ajuster à des conditions changeantes, faire des parallèles et des analogies, et réutiliser leurs connaissances pour exécuter de nouvelles tâches. D'autres peinent à modifier leurs manières de faire établies. On parle de capacité d'adaptation¹ et d'apprentissage (Ployhart et Bliese, 2006; Solberg *et al.*, 2020).

Le passage du niveau organisationnel au niveau individuel peut être justifié par la perspective des « micro-fondations » (Felin *et al.*, 2012). Bien que le concept ait initialement été développé au niveau organisationnel, les capacités d'une organisation reposent en partie sur les connaissances, les cognitions, les comportements et les interactions des individus qui la composent (Teece, 2007; Felin *et al.*, 2012). Les individus constituent ainsi l'une des micro-fondations à partir desquelles émergent les capacités organisationnelles : leur aptitude à percevoir les changements, à apprendre, à mobiliser leurs connaissances dans de nouvelles situations et à adapter leurs actions contribue à la « capacité organisationnelle » à reconfigurer ses ressources. L'application du concept de capacité dynamique au niveau individuel ne suppose donc pas que les capacités individuelles et organisationnelles soient équivalentes, mais plutôt qu'elles reposent sur une logique d'adaptation similaire et sur une relation multiniveau. Dans cette perspective, une capacité dynamique individuelle désigne la capacité d'une personne à mobiliser et à reconfigurer ses connaissances et ses modes d'action pour s'adapter à des situations nouvelles ou changeantes (Ployhart et Bliese, 2006).

Capacités nécessaires au déploiement des outils numériques

Cette distinction peut être illustrée par deux profils idéaltypiques de travailleurs réalisant une même tâche numérique. On peut imaginer deux cas de figure : un travailleur pourrait connaître « mécaniquement » la série de choses à faire, mais se retrouver dépourvu si un événement imprévu survient. Un second travailleur pourrait exécuter la même tâche tout en mobilisant une compréhension des principes sous-

¹ Capacité d'adaptation : capacité d'un individu à ajuster ses représentations, ses stratégies et ses comportements lorsqu'il est confronté à des situations nouvelles, changeantes ou incertaines (Ployhart et Bliese, 2006).

jacents, ce qui lui permettrait d'ajuster son action en présence d'un changement d'interface, d'une erreur, d'une contrainte nouvelle ou d'un contexte d'utilisation différent. Ce second travailleur aurait des capacités dynamiques.

Si on applique ces notions aux compétences numériques, on pourrait avoir un travailleur qui possède des compétences numériques statiques : ce travailleur peut, par exemple, faire ses opérations en ligne, sans nécessairement comprendre la différence entre les processus d'authentification, les processus transactionnels, les données locales et les données stockées en mode nuagique. Si l'interface change, ce travailleur doit réapprendre à exécuter ses activités numériques. Un travailleur qui possède des capacités numériques dynamiques pourrait comprendre les éléments sous-jacents aux transactions et serait en mesure de transposer son utilisation pour changer d'interface, utiliser une application mobile, etc. Ainsi, ce travailleur est plus agile et adaptatif pour l'organisation, et, dans une certaine mesure, il gagne en autonomie et en indépendance.

Selon la théorie socio-cognitive (TSC) de Bandura (1986), les individus possèdent un ensemble spécifique de capacités et de régulateurs cognitifs qui contribuent au développement de leurs compétences. L'une de ces capacités « dynamiques » est la symbolisation, soit la capacité à créer des modèles mentaux² permettant aux individus de donner un sens à leurs expériences et à leurs apprentissages, afin de guider leurs comportements ultérieurs. Ainsi, face à une nouvelle situation ou à un imprévu, un individu pourra, en s'appuyant sur ses connaissances fondamentales³, élaborer et tester mentalement différentes solutions à des problèmes avant de passer à l'action.

La TSC suggère qu'un individu sera compétent numériquement s'il possède non seulement des capacités liées à l'utilisation d'outils numériques — par exemple, la capacité à effectuer mécaniquement une série d'opérations en s'appuyant sur son modèle mental de la manière dont les tâches et leur séquence doivent être réalisées —, mais aussi des « régulateurs cognitifs ». Ces régulateurs cognitifs doivent permettre à l'individu d'améliorer sa compétence numérique et d'adapter son utilisation des outils numériques, lorsque la situation l'exige, en s'appuyant sur

² Modèle mental : représentation cognitive qu'un individu construit d'un système ou d'une situation afin d'en comprendre le fonctionnement, d'expliquer ses comportements et d'anticiper ses effets (Heinonen *et al.*, 2023).

³ Dans le présent rapport, la notion de connaissances fondamentales désigne les connaissances conceptuelles générales et transférables qui devraient permettre à une personne de comprendre le fonctionnement des environnements numériques au-delà de la maîtrise d'un outil ou d'une interface particulière (Zachman, 1987).

ses connaissances fondamentales. Par exemple, lorsqu'un individu doit interpréter des informations nouvelles ou inhabituelles fournies par des outils numériques, il doit être en mesure d'adapter ses réponses et ses actions en mobilisant ses connaissances fondamentales, tout en ajustant son modèle mental et ses représentations en fonction de la situation.

Lorsque survient une nouvelle situation, la capacité de symbolisation de l'individu doit lui permettre de créer ou d'affiner des modèles mentaux donnant un sens à cette situation et à l'éventail des possibilités d'action (Bandura, 1986). Dans le contexte des compétences numériques, la symbolisation représente la capacité d'un individu à créer des structures mentales, des outils et des processus numériques afin d'en comprendre le fonctionnement, de les utiliser et, éventuellement, de résoudre des problèmes. En ce sens, l'individu « symbolise » les outils numériques en créant mentalement des modèles de procédures de remplacement susceptibles d'améliorer sa performance dans l'utilisation de ces outils.

Une des caractéristiques clés des outils numériques et des compétences numériques découle du fait que les individus peuvent développer leurs compétences en créant des représentations des outils qui sont « intégrées » aux systèmes d'information. Par exemple, en comprenant les composantes des outils numériques et leurs interrelations, un individu pourra les appréhender sous forme de représentations mentales et visualiser cognitivement les liens possibles entre les données, les traitements et l'architecture, afin d'accomplir des tâches ou de résoudre des problèmes à l'aide de ces outils. Par ailleurs, cet individu pourra également innover en modifiant ses représentations mentales des outils numériques au fur et à mesure qu'il se familiarise avec ces outils et qu'il accumule des connaissances fondamentales en lien avec les données, les traitements et l'architecture.

Selon la conception constructiviste de l'apprentissage (Rocheleau, 2009; Tardif, 1997; Vygotsky, 1978), le développement d'une compétence ne peut être réduit à l'acquisition passive de connaissances. Il repose plutôt sur un processus actif par lequel un individu construit progressivement ses compétences à partir de ses expériences, de ses connaissances antérieures, de ses interactions sociales et des rétroactions reçues. L'acquisition de connaissances et le développement de compétences évoluent ainsi par stades, du niveau novice vers le niveau expert, à mesure que l'expérience permet de mieux reconnaître les situations, d'interpréter les indices contextuels et d'ajuster l'action.

Ainsi, le développement d'une compétence se construit principalement par trois mécanismes : 1) l'exécution répétée d'actions; 2) l'observation d'actions; et 3) la

rétroaction et la réflexivité (Cunliffe, 2002; Gratton, 2024). Ces trois mécanismes peuvent contribuer au développement et à l'amélioration des compétences numériques d'un individu, notamment parce que celles-ci ne se limitent pas à la maîtrise technique d'un outil numérique spécifique, mais mobilisent également des dimensions cognitives, sociales, informationnelles et adaptatives.

Premièrement, l'exécution répétée d'actions permet à un individu de transformer une connaissance abstraite en savoir-faire mobilisable. Par exemple, en réalisant à plusieurs reprises des tâches à l'aide d'outils numériques, un travailleur devrait améliorer ses compétences numériques, particulièrement lorsque cette répétition s'inscrit dans une pratique délibérée, orientée vers des objectifs précis, permettant des ajustements progressifs et une augmentation graduelle du niveau de difficulté (Ericsson *et al.*, 1993). Dans un contexte numérique, cette logique d'exécution répétée devrait permettre de passer d'une utilisation mécanique des outils numériques à une utilisation plus délibérée, critique et contextualisée.

Deuxièmement, l'observation d'actions joue un rôle important dans l'apprentissage numérique, car un individu peut apprendre à partir d'utilisations efficaces d'outils numériques et développer ses compétences en étant exposé à des pratiques exemplaires. Selon la théorie de l'apprentissage social, les individus peuvent apprendre de nouveaux comportements en observant les actions d'autrui, leurs conséquences et les normes implicites qui les accompagnent (Bandura et Walters, 1977). L'observation est particulièrement pertinente pour le développement des compétences numériques, car elle permet d'accéder à des pratiques souvent tacites : les raccourcis utilisés, les stratégies de vérification, les critères de jugement, les manières d'interpréter une interface ou encore les façons de contourner un problème technique sans dépendre uniquement d'une procédure formelle.

Troisièmement, la rétroaction et la réflexivité permettent à un individu de transformer l'expérience en apprentissage durable. En recevant une rétroaction pertinente et contextualisée, par exemple en lien avec l'utilisation d'outils numériques, un individu peut réduire l'écart entre sa performance actuelle et la performance attendue, ce qui constitue une occasion d'apprentissage et devrait contribuer à l'amélioration de ses compétences numériques (Hattie et Timperley, 2007). La rétroaction est d'autant plus efficace pour le développement des compétences numériques lorsqu'elle est combinée à la réflexivité. La réflexivité amène un individu à remettre en question ses présupposés, ses habitudes d'utilisation, sa confiance envers les outils numériques et les effets de ses décisions (Cunliffe, 2002). Pour un individu réflexif, il ne s'agit pas seulement de réfléchir à ce qu'il a fait, mais d'examiner comment ses interprétations,

ses expériences et ses pratiques contribuent au développement et à l'amélioration de ses compétences numériques.

Les bases des capacités dynamiques

Cette étude postule que le caractère dynamique des compétences numériques repose sur un ensemble limité de connaissances fondamentales, susceptibles d'être combinées et transférées entre contextes technologiques : les données, les traitements et l'architecture. Ces éléments sont les composantes fondamentales d'une application ou d'un système numérique. Les travailleurs qui ont cette compréhension sont à même de visualiser le fonctionnement d'un système, de comprendre les implications d'une décision ou d'une transaction et de répondre à des modifications dans les interactions avec la technologie.

Ces trois éléments sont les piliers d'une architecture numérique décrits par Zachman (1987). Le pilier des données couvre les données, les liens avec les données, de même que la description de celles-ci. Le pilier des processus couvre les traitements des données, les programmes et les flux de données. Finalement, l'architecture comprend la description du réseau, la localisation du stockage ou du traitement et les différents modèles de distribution.

Tableau 1 Différences entre les différents éléments (inspiré de Zachman, 1987)

	Données	Traitements	Architecture
Concepts clés	Données recueillies, utilisées, échangées	Modification ou affichage des données	Lieux de stockage, réseaux, services nuagiques
Exemples	Un identifiant dans une application bancaire	Traitement d'une transaction de paiement	Utilisation du service de paiement GooglePay dans une transaction web
Représentations	Modèles de données (ER)	Modèles de processus, diagrammes de décision	Modèles de réseaux et interconnexions
Analogie	Matériaux	Transformations	Localisation

Pour un travailleur, la compréhension de ces trois piliers ne veut pas dire qu'il peut « coder » sur ces points, mais qu'il comprend des éléments de base :

- La différence entre une donnée et un traitement;
- La différence entre ce qui est distribué (ce qui peut venir d'un serveur) ou ce qui est local sur son appareil;
- La différence entre la donnée maître et la donnée transactionnelle;

- L'utilisation secondaire des données;
- Etc.

La compréhension des données, leur nature et la capacité à les identifier, à les interpréter et à les valoriser deviennent essentielles dans un environnement numérique (Gray *et al.*, 2018). La compréhension des traitements (modifications de ces données) se trouve au cœur de l'utilisation contemporaine des technologies, alors qu'on automatise plusieurs tâches décisionnelles (Autor, 2015). Finalement, la compréhension de la configuration des outils et des lieux où y accéder (architecture) permet d'utiliser correctement les outils numériques modernes (Borgman, 2007).

Si un travailleur comprend ces trois piliers, il peut mettre à jour de manière autonome ses compétences numériques sur différentes applications ou plateformes, parce que la compréhension des mécanismes fondamentaux des applications permet un ajustement dynamique.

Opérationnalisation des compétences numériques fondamentales

L'étude poursuit trois objectifs : premièrement, développer une première mesure formelle des capacités dynamiques; deuxièmement, comparer cette mesure aux évaluations autodéclarées de compétence numérique; et troisièmement, vérifier s'il est possible d'améliorer les capacités dynamiques. Il s'agit donc d'évaluer des éléments fondamentaux de l'environnement numérique (les capacités dynamiques) et de ne pas le faire en fonction de technologies ou de tâches spécifiques. Cette approche est justifiée par l'instabilité des environnements numériques contemporains, dans lesquels une mesure fondée sur un outil ou une interface spécifique risque de perdre rapidement sa pertinence externe.

Plus spécifiquement, l'évaluation externe (non autoévaluative) permettra de mesurer les trois piliers des compétences numériques qui sont :

1. La capacité de comprendre et d'utiliser les **données**;
2. La capacité de comprendre et de mobiliser les **traitements** (et de les différencier des données);
3. La capacité de comprendre une **architecture** numérique et de naviguer dans celle-ci.

Dans cette perspective, les compétences numériques sont conceptualisées comme la capacité à mobiliser des connaissances relatives aux données, aux traitements et à l'architecture afin d'accomplir une tâche dans un environnement numérique donné.

Ainsi, les compétences numériques reflètent la manière dont un travailleur manipule ses connaissances fondamentales liées aux données, aux traitements et aux caractéristiques d'une architecture pour accomplir une tâche.

Méthodologie

La méthodologie repose sur un protocole expérimental en laboratoire comprenant une mesure initiale d'autoévaluation, une première mesure formelle des connaissances numériques fondamentales, une intervention courte sous forme de capsule vidéo, puis une seconde mesure formelle portant sur les mêmes dimensions conceptuelles.

Ces mesures standardisées sont fondées sur des connaissances transférables plutôt que sur la maîtrise d'outils numériques spécifiques. Cette approche vise à capter indirectement la capacité des participants à mobiliser des connaissances numériques transférables dans des contextes technologiques variés.

Ces évaluations ont été complétées par un court traitement expérimental visant à accroître cette compréhension chez les personnes participantes. Le protocole permet d'examiner si une intervention brève améliore la compréhension formelle d'un pilier donné et si cet apprentissage produit des effets de transfert vers les autres dimensions des connaissances numériques fondamentales (une meilleure vue globale).

Cette approche, qui utilise une très courte présentation de concepts, est un peu analogue (en format moins ludique) à celles qui font appel à des jeux d'apprentissage pour améliorer la littératie numérique (Maqsood et Chiasson, 2021). Elle permet d'effectuer des prétests et des post-tests afin de vérifier non seulement le niveau initial de compétences numériques, mais aussi la capacité d'apprentissage et d'ajustement après une intervention courte. Cette stratégie permet de capturer le potentiel de développement des compétences numériques.

Développement des outils

Afin de collecter des données sur les compétences numériques, un questionnaire a été développé pour mesurer les compétences numériques des personnes participantes selon deux angles complémentaires : 1) l'autoévaluation; et 2) une mesure standardisée de leur compréhension de concepts numériques de base. Cette double approche découle de l'objectif du projet, qui vise à comparer la perception que les personnes participantes ont de leurs compétences numériques avec leur capacité réelle à comprendre et à mobiliser des connaissances numériques fondamentales.

Plus précisément, le questionnaire reprend les trois piliers conceptuels présentés précédemment, soit la compréhension des données, des traitements et de l'architecture, qui sont des connaissances numériques fondamentales permettant aux individus de s'adapter à des outils et situations technologiques variés.

La première partie du questionnaire repose sur une échelle d'autoévaluation de type Likert en cinq points, allant de « fortement en désaccord » à « fortement en accord »⁴. Elle a été adaptée de l'échelle développée par Ng (2012). Elle comprend six énoncés visant à capter la perception générale de compétence numérique des personnes participantes, notamment leur capacité à utiliser les technologies disponibles, leur connaissance de différents outils numériques, leur veille technologique, leur confiance en matière de recherche d'information sur le web, leur facilité à apprendre à utiliser de nouveaux outils et leur compréhension des usages sécuritaires du numérique.

La seconde partie du questionnaire prend la forme d'une mesure standardisée composée de questions à choix multiples et de mises en situation. Ces questions évaluent la compréhension des personnes participantes par rapport aux trois piliers des connaissances numériques fondamentales : l'architecture numérique, les données et les traitements (opérations) numériques. Cette mesure a été conçue pour dépasser la simple mesure déclarative liée à la perception de compétence numérique. Contrairement aux items autodéclarés, ces questions comportent des réponses attendues et permettent donc d'évaluer la maîtrise de connaissances formelles plutôt que la perception subjective de compétence. On cherche à vérifier si les personnes participantes comprennent les éléments sous-jacents aux outils qu'elles utilisent, ce qui permet d'évaluer des capacités dynamiques numériques plus transférables et mobilisables dans des contextes professionnels variés.

Plusieurs versions du questionnaire ont été développées et prétestées. Des entrevues ont été effectuées avec les gens ayant participé au prétest afin d'obtenir leur rétroaction et d'ajuster et de modifier le questionnaire en conséquence.

Contexte expérimental et protocole

La collecte de données s'est déroulée au Laboratoire d'économie expérimentale Claude Montmarquette du CIRANO. Un certificat d'approbation éthique de la recherche a été obtenu le 8 décembre 2025 auprès du Comité d'éthique de la

⁴ L'annexe 1 présente les questions de la mesure d'autoévaluation ainsi que des exemples de questions associées aux trois piliers des connaissances numériques fondamentales.

recherche de HEC Montréal. Le protocole expérimental suivi se décline en plusieurs étapes :

- **Étape 1 :** Remplir le questionnaire d'autoévaluation des compétences numériques.
- **Étape 2 :** Effectuer le test composé de questions standardisées portant sur les trois piliers des connaissances numériques fondamentales, soit l'architecture, les données et les traitements. Pour chaque pilier, les personnes participantes devaient répondre à dix questions.
- **Étape 3 :** Visionner une courte capsule vidéo. Les personnes participantes ont été divisées en quatre groupes, chacun visionnant une vidéo différente d'environ quatre à cinq minutes⁵.
 - La première vidéo expliquait ce qu'est une donnée, les différents types de données ainsi que la manière dont une donnée peut constituer une ressource à utiliser.
 - La deuxième vidéo expliquait ce qu'est un traitement, de quelle façon un traitement transforme un intrant en extrant, ainsi que la manière dont les résultats désirés sont produits et stockés.
 - La troisième vidéo présentait les éléments fondamentaux de l'architecture numérique, notamment l'informatique infonuagique, les types de configuration, les éléments locaux et les services accessibles à distance.
 - Enfin, la quatrième vidéo n'était pas liée aux compétences numériques. Elle présentait simplement le CIRANO et servait de condition contrôle.
- **Étape 4 :** À la suite du visionnement, les personnes participantes devaient répondre à une seconde série de questions standardisées portant de nouveau sur les trois piliers des connaissances numériques fondamentales, soit l'architecture, les données et les traitements. Les questions de cette deuxième vague étaient différentes de celles de la première, mais similaires sur les plans de la forme et du niveau de difficulté. Le nombre de questions était le même que dans la première partie.

Qualtrics a été utilisé comme outil de collecte de données. Une série de prétests du questionnaire en format électronique ont été effectués directement dans l'environnement Qualtrics. Cette dernière étape a été réalisée auprès de quatre personnes, dans le laboratoire du CIRANO. Ces prétests ont permis de valider le

⁵ L'annexe 2 présente des captures d'écran tirées des capsules vidéo.

contenu des questionnaires, de vérifier le bon fonctionnement du dispositif expérimental en laboratoire, d'évaluer le temps moyen de réponse, estimé à environ 35 minutes, ainsi que d'apporter les derniers ajustements nécessaires.

Le recrutement a été réalisé par l'équipe du Laboratoire d'économie expérimentale Claude Montmarquette du CIRANO auprès d'une centaine de personnes, afin de constituer l'échantillon de recherche. Pour leur participation à l'expérience, d'une durée d'un peu moins d'une heure et réalisée dans les locaux du CIRANO, chaque personne a reçu une compensation de 20 \$. Par ailleurs, afin d'encourager les personnes participantes à fournir les meilleures réponses possibles, une prime additionnelle de 10 \$ a été remise à celles ayant terminé parmi les 40 % les plus performantes (selon le nombre de bonnes réponses fournies).

Le protocole de recherche suivi permet donc d'évaluer, d'une part, dans quelle mesure l'autoévaluation des compétences numériques correspond aux résultats obtenus à partir d'une évaluation plus formelle et, d'autre part, si les résultats à cette évaluation formelle s'améliorent après que des informations additionnelles ont été fournies aux personnes participantes.

L'intérêt de ce protocole réside particulièrement dans sa capacité à fournir des réponses précises, notamment en matière de politiques publiques, qui seraient difficiles à obtenir autrement à partir de méthodes d'observation classiques (Banerjee et Duflo, 2009).

Résultats

Cent trente-quatre personnes ont participé à l'expérience. Celles-ci étaient majoritairement âgées de 18 à 24 ans, mais près de 50 étaient âgées de 35 ans et plus, ce qui permet des comparaisons entre les groupes d'âge. La répartition entre les hommes et les femmes permet également des comparaisons entre les deux.

Tableau 2 Portrait des répondants

Âge			Genre		
	Fréquence	%		Fréquence	%
18-24	55	41,0	Femme	78	58,2
25-34	25	18,7	Homme	54	40,3
35-44	22	16,4			
45-54	15	11,2			
55-64	8	6,0			
65+	6	4,5	Autre	1	0,7
Autre/NR	3	2,2	NR	1	0,7
TOTAL	134	100,0		134	100,0

Le niveau de scolarisation des participants semble légèrement au-dessus de la moyenne québécoise rapportée par l'Institut de la statistique du Québec⁶. Nous avons donc un échantillon « éduqué » de la population québécoise.

Tableau 3 Niveau de scolarisation des participants

	Fréquence	%
<i>Secondaire</i>	11	8,2
<i>Collégial</i>	25	18,7
<i>Certificat</i>	7	5,2
<i>Baccalauréat</i>	57	42,5
<i>Maîtrise ou PhD</i>	28	20,9
<i>Non-réponse</i>	6	4,5
TOTAL	134	100,0

Environ la moitié des participants étaient des personnes étudiantes. Il faut noter que chaque personne pouvait se retrouver dans plus d'une catégorie (par exemple, étudier à temps plein et travailler à temps partiel).

Tableau 4 Occupation des participants

	Fréquence
<i>Études temps plein</i>	60
<i>Études temps partiel</i>	8
<i>Travail temps plein</i>	36
<i>Travail temps partiel</i>	25
<i>Retraité</i>	6
<i>Non-réponse</i>	11
TOTAL	146

Remarque : les participants peuvent être dans plus d'une catégorie (études et travail).

Autoévaluation des compétences

Les scores d'autoévaluation, mesurés sur une échelle de 1 à 5, indiquent un niveau élevé de compétence perçue : la moyenne observée atteint 4,29 sur 5, et 75 % des participants obtiennent un score égal ou supérieur à 4 (tableau 5).

Quand on observe les réponses détaillées, on constate que cette évaluation positive est commune à toutes les dimensions évaluées. On note également qu'il n'y a pas de

⁶<https://statistique.quebec.ca/vitrine/egalite/dimensions-egalite/education/niveau-scolaire?onglet=ensemble-de-la-population>

différence significative entre hommes et femmes quant à l'autoévaluation des compétences (tableaux 6 et 7).

Tableau 5 Autoévaluation des répondants

	N	Minimum			Maximum		Moyenne	
Autoévaluation (notée / 5)	134	2,50			5,00		4,29	
Percentiles								
	5	10	25	50	75	90	95	
Moyenne autoévaluation	3,34	3,58	4,00	4,33	4,66	4,83	5,00	

Tableau 6 Détails de l'autoévaluation

Question	Moyenne	Écart-type
J'ai les compétences nécessaires pour utiliser les technologies et outils numériques qui sont à ma disposition.	4,65	0,538
Je connais beaucoup de technologies et d'outils numériques différents.	4,24	0,696
Je me tiens au courant de l'évolution des nouvelles technologies et des outils numériques importants.	4,05	0,779
J'ai pleine confiance en mes compétences en matière de recherche et d'obtention d'informations sur Internet et sur les différentes plateformes existantes.	4,36	0,676
En général, je peux facilement apprendre comment utiliser de nouvelles technologies et des outils numériques.	4,39	0,671
Je comprends comment faire une utilisation sécuritaire des technologies numériques.	4,03	0,831

Tableau 7 Autoévaluation pour les femmes et les hommes

Genre	N	Moyenne	Écart-type
<i>Femme</i>	78	4,25	0,48
<i>Homme</i>	54	4,32	0,56

Performance observée aux mesures formelles

La seconde partie du questionnaire évaluait formellement trois aspects des compétences numériques des participants : leur compréhension des données, des traitements et de l'architecture numérique. Les scores indiquent la proportion de

bonnes réponses pour les différentes catégories. Donc, un score de 0,750 veut dire que soixante-quinze pour cent des réponses étaient correctes.

Tableau 8 Évaluation formelle de la compétence numérique des participants

	Minimum	Maximum	Proportion de bonnes réponses	Écart- type
<i>Compréhension des données</i>	0,25	1,00	0,81	0,149
<i>Compréhension des traitements</i>	0,20	1,00	0,59	0,193
<i>Compréhension de l'architecture</i>	0,30	1,00	0,74	0,159
<i>N valide = 134</i>				

Ces résultats montrent que la compétence numérique ne se distribue pas uniformément entre les trois piliers conceptuels. La compréhension des données semble relativement acquise dans l'échantillon, tandis que les traitements et l'architecture exigent une compréhension plus abstraite des mécanismes numériques, ce qui pourrait expliquer leurs scores plus faibles.

Les résultats de l'évaluation formelle font apparaître une hiérarchie nette entre les trois dimensions mesurées : la compréhension des données est la plus élevée, suivie de l'architecture, tandis que la compréhension des traitements constitue la dimension la plus faible.

En fait, la compréhension de la notion de donnée est très proche (quoiqu'un peu plus faible) de la note d'autoévaluation des participants. Les scores associés à la compréhension des traitements et de l'architecture sont plus faibles que l'autoévaluation. Il faut noter qu'un répondant ayant choisi des réponses au hasard aurait eu un score probable de 0,20 (avec 5 choix, une sélection au hasard serait bonne 20 % du temps). La base d'évaluation n'est donc pas zéro. Dans la mesure où le score attendu par réponses aléatoires est de 0,20, la moyenne observée pour les traitements demeure substantiellement supérieure au hasard, mais révèle néanmoins une compréhension partielle de cette dimension.

Lien entre l'autoévaluation et la performance formelle

Au-delà de l'élément de surévaluation associé à l'autoévaluation, on note également qu'il y a très peu de différences entre les scores de compréhension des participants qui s'évaluent comme très bons (au-dessus de la médiane) et les autres. Ces différences sont faibles pour les données, un peu plus fortes pour les traitements et non significatives pour l'architecture.

Tableau 9 Scores obtenus en fonction de l'autoévaluation

	Autoévaluation	N	Proportion de bonnes réponses	Écart-type
<i>Compréhension des données</i>	$\geq 4,34$	59	0,8	0,135
	$< 4,34$	75	0,79	0,158
<i>Compréhension des traitements</i>	$\geq 4,34$	59	0,63	0,195
	$< 4,34$	75	0,56	0,187
<i>Compréhension de l'architecture</i>	$\geq 4,34$	59	0,75	0,148
	$< 4,34$	75	0,72	0,167

La faible différenciation des scores formels entre les groupes d'autoévaluation suggère que la confiance numérique ne constitue pas, à elle seule, un indicateur fiable de maîtrise conceptuelle. Autrement dit, les participants capables de déclarer un haut niveau de compétence ne sont pas nécessairement ceux qui démontrent la meilleure compréhension des mécanismes numériques fondamentaux. Quand on sépare plus finement les répondants en trois groupes égaux, ceux qui s'autoévaluent à 4,0 ou moins, ceux qui sont au-dessus de 4,0 mais sous 4,6 et ceux qui s'autoévaluent entre 4,6 et 5, on obtient une vue plus précise. Le premier groupe regroupe tous les participants qui évaluent leurs compétences de faibles à bonnes, le second comprend les gens qui se considèrent comme très compétents et le troisième représente ceux qui s'évaluent comme excellents.

Tableau 10 Répartition des participants en trois groupes

Autoévaluation	N	Proportion de bonnes réponses	Écart-type
<i>Compréhension des données</i>			
<i>Faible à bonne</i>	41	0,78	0,17
<i>Très bonne</i>	48	0,81	0,14
<i>Excellente</i>	45	0,84	0,14
<i>Compréhension des traitements</i>			
<i>Faible à bonne</i>	41	0,52	0,21
<i>Très bonne</i>	48	0,61	0,15
<i>Excellente</i>	45	0,62	0,21
<i>Compréhension de l'architecture</i>			
<i>Faible à bonne</i>	41	0,69	0,15
<i>Très bonne</i>	48	0,76	0,16
<i>Excellente</i>	45	0,76	0,15

Il n'y a aucune différence significative dans la compréhension des données, des traitements ou de l'architecture entre les personnes qui s'évaluent comme très bonnes ou excellentes.

Même sur le plan des données, la différence entre la compréhension réelle des personnes est petite. Cette différence est significative entre les participants qui s'évaluent comme excellents et ceux qui se disent faibles à bons. La différence entre les très bons et les faibles à bons n'est pas significative. Dès lors, l'association entre compétence perçue et compétence mesurée apparaît limitée : les différences de performance entre les groupes d'autoévaluation sont faibles, et elles ne sont pas systématiquement significatives selon les dimensions.

Tableau 11 Compréhension en fonction du niveau de scolarisation

Diplôme	Compréhension				Autoévaluation
	N	Données	Traitements	Architecture	
<i>Secondaire</i>	11	0,76	0,54	0,67	3,92
<i>Collégial</i>	25	0,81	0,61	0,70	4,35
<i>Certificat</i>	7	0,80	0,54	0,64	4,26
<i>Baccalauréat</i>	57	0,81	0,60	0,75	4,34
<i>Maîtrise ou PhD</i>	28	0,84	0,62	0,79	4,29
<i>Non-réponse</i>	6	0,85	0,42	0,75	4,19

Remarque : Les participants semblent plus scolarisés que la moyenne québécoise. Il ne faut pas en inférer que ces niveaux de compréhension représentent ceux de la population dans son ensemble.

La scolarisation ne semble pas accroître la compréhension de manière systématique. Si on regarde les trois groupes les plus fortement représentés (collégial, baccalauréat et études supérieures), il y a un léger accroissement de la compréhension de l'architecture selon le niveau de scolarisation, alors que les autres dimensions sont similaires. De manière plus formelle, les régressions linéaires ne montrent pas d'influence significative du niveau de scolarité sur la compréhension des données ($\beta = 0,110$, $SE = 0,011$, $t = 1,24$, $p = 0,217$) ou des traitements ($\beta = 0,071$, $SE = 0,011$, $t = 0,80$, $p = 0,425$) mais indiquent un lien significatif sur la compréhension de l'architecture ($\beta = 0,243$, $SE = 0,011$, $t = 2,81$, $p = 0,006$).

Si on tient compte de l'âge, les 25-34 ans sont les plus confiants quant à leurs compétences, mais pas nécessairement les plus compétents lorsqu'on mesure leurs compétences formelles. Les résultats ne soutiennent pas l'hypothèse selon laquelle les cohortes les plus jeunes disposeraient, du seul fait de leur socialisation numérique, d'une maîtrise formelle supérieure des connaissances numériques

fondamentales. Seule la compréhension des données semblait diminuer avec l'âge ($\beta = -0,174$, $SE = 0,005$, $t = -2,007$, $p = 0,047$).

Tableau 12 Compréhension en fonction de l'âge

Âge	N	Compréhension			Autoévaluation
		Données	Traitements	Architecture	
18-24	55	0,84	0,59	0,71	4,28
25-34	25	0,81	0,59	0,74	4,37
35-44	22	0,84	0,66	0,76	4,29
45-54	15	0,75	0,52	0,79	4,24
55-64	8	0,80	0,58	0,78	4,21
65+	6	0,72	0,50	0,65	4,11

Remarque : Trois répondants n'ont pas répondu à cette question.

L'objectif principal de l'expérience était de vérifier si les gens étaient en mesure d'évaluer correctement leurs compétences numériques. Les données recueillies suggèrent que les participants surestiment leurs compétences. Leur autoévaluation correspond assez bien à l'une des trois composantes mesurées (les données), mais la compréhension des traitements et de l'architecture est plus faible.

Effets de l'intervention expérimentale sur la compréhension formelle

Le second objectif consistait à estimer si une intervention brève pouvait améliorer les scores de compréhension formelle et si cet effet variait selon le contenu de la capsule visionnée.

À la suite de l'écoute de la vidéo, les participants ont répondu à un questionnaire semblable à celui auquel ils avaient répondu avant l'écoute. Si les participants peuvent comprendre et utiliser l'information dans les vidéos, on devrait s'attendre à des scores plus élevés dans les questionnaires qui suivent l'écoute des vidéos que dans ceux qui précèdent les vidéos.

On peut également supposer qu'à force de répondre à des questions sur les éléments numériques, les participants pourraient croiser des éléments d'information d'une question à l'autre et affiner leur compréhension.

Tableau 13 Comparaison des résultats avant et après la vidéo informative

Vidéo	Compréhension initiale				Compréhension finale		
	N	Données	Trait.	Archi.	Données	Trait.	Archi.
Non reliée	33	0,79	0,56	0,71	0,86	0,61	0,78
Données	38	0,81	0,59	0,75	0,87	0,67	0,82
Traitements	33	0,83	0,59	0,75	0,89	0,76	0,89
Architecture	30	0,83	0,61	0,72	0,85	0,62	0,86
Moyennes		0,81	0,59	0,74	0,87	0,66	0,84

L'augmentation générale des scores entre les deux temps de mesure peut être interprétée de deux façons complémentaires. Elle peut traduire un effet d'apprentissage lié à l'intervention, mais elle peut également refléter un effet de familiarisation avec la structure des questions et avec les concepts évalués. La présence d'un groupe contrôle permet toutefois de distinguer partiellement ces deux mécanismes : lorsque les gains sont plus élevés dans les groupes exposés à une capsule thématiquement alignée avec la dimension mesurée, l'interprétation en matière d'apprentissage ciblé devient plus plausible. Les scores initiaux élevés pour la dimension « données » suggèrent la présence possible d'un effet plafond, ce qui limite mécaniquement l'amplitude des gains observables pour cette dimension. Les effets sur la compréhension des traitements et de l'architecture sont plus intéressants, puisque le « potentiel d'amélioration » est plus important pour ces éléments.

Si on regarde les différentes conditions expérimentales :

- Quand on donne la vidéo non reliée, les scores sur les traitements ne montrent pas de différences significatives (avant-après), alors que les scores sur les données et sur l'architecture augmentent de manière significative.
 - Deux hypothèses sont plausibles. Soit le second questionnaire était plus facile, soit la réflexion faite en répondant aux questions augmente la compréhension. Étant donné la grande similarité entre les deux questionnaires, il appert que la seconde hypothèse est plus plausible.

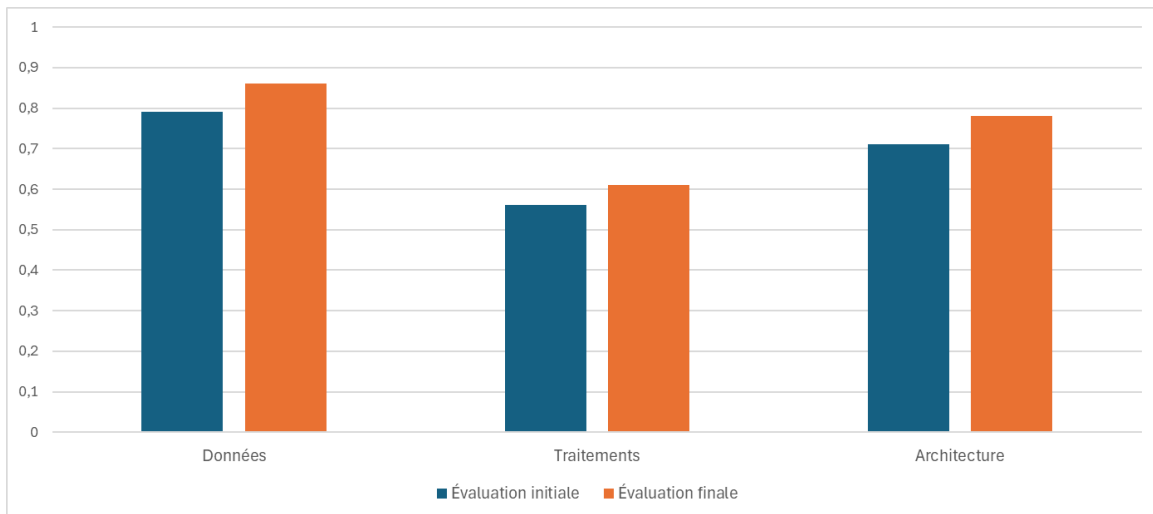


Figure 2 Scores avant et après la vidéo sur le CIRANO

- Quand on communique des informations sur les données, tous les scores augmentent de manière significative.

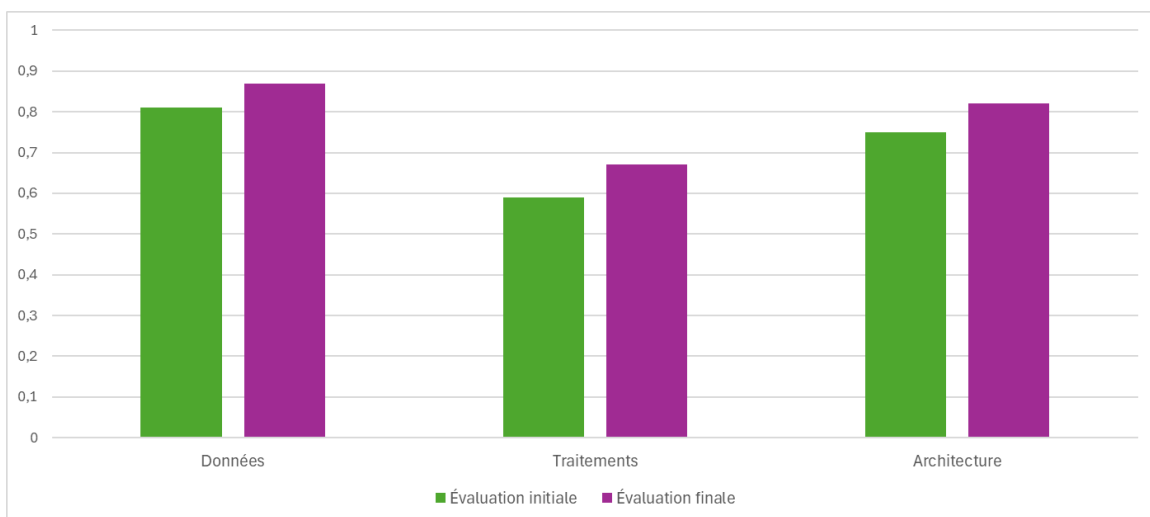


Figure 3 Scores avant et après la vidéo sur les données

- Quand on communique des informations sur les traitements, le score sur les traitements est celui qui augmente le plus, mais tous les scores augmentent de manière significative.

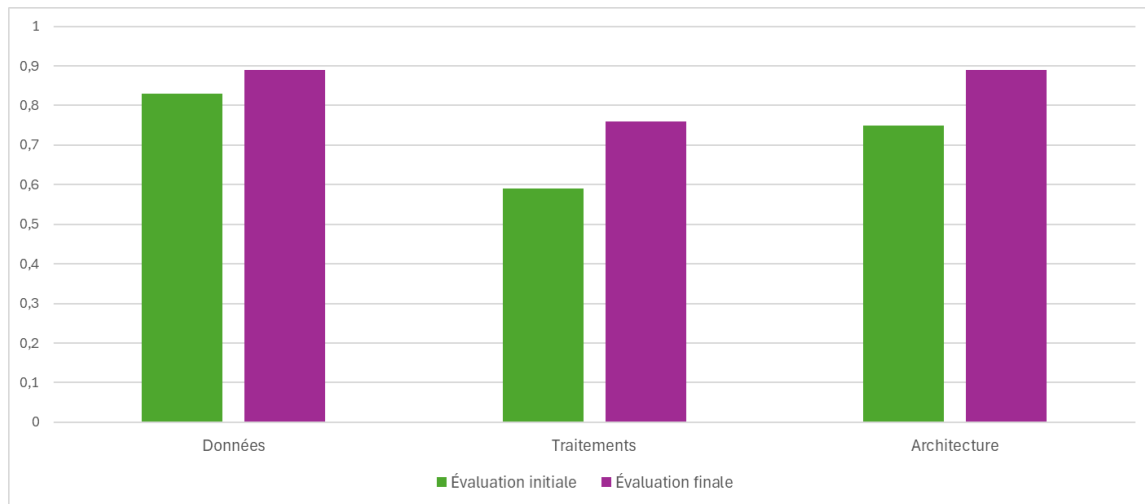


Figure 4 Scores avant et après la vidéo sur les traitements

- Quand on communique des informations sur l'architecture, le score d'architecture grimpe significativement, alors que les autres ne montrent pas de différences significatives.

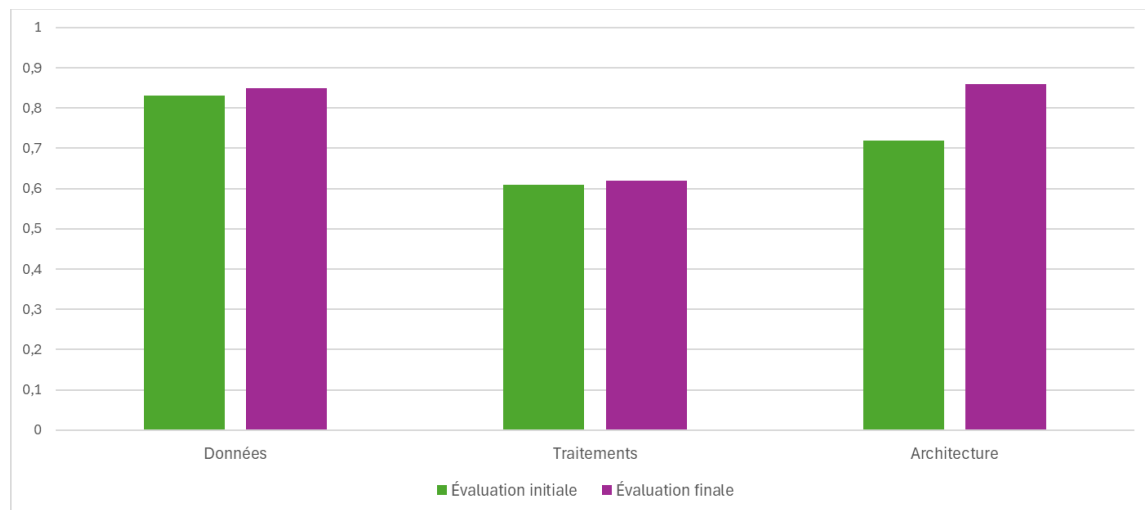


Figure 5 Scores avant et après la vidéo sur l'architecture

Une analyse multivariée à mesures répétées a été réalisée afin d'examiner l'effet de quatre types de vidéos sur l'évolution des connaissances relatives aux données, aux traitements et à l'architecture. Le modèle comprenait un facteur intersujets correspondant au type de vidéo (contrôle, données, traitements et architecture) et un facteur intrasujets correspondant au temps de mesure (prétest et post-test).

L'analyse multivariée confirme l'absence de différence globale entre les groupes expérimentaux sur le plan intersujets, ce qui suggère que les groupes étaient

comparables sur les scores moyens. En revanche, les effets du temps sont significatifs pour les trois dimensions (trace de Pillai = .491, $F(3,128) = 41,23$, $p < .001$), ce qui indique une amélioration globale des connaissances entre le prétest et le post-test. De plus, l'interaction entre le temps et le type de vidéo s'est avérée significative (trace de Pillai = .170, $F(9,390) = 2,60$, $p = .006$). Cette interaction suggère que l'ampleur des changements observés entre le prétest et le post-test variait selon le type de vidéo visionnée. L'amélioration des connaissances liées aux données ne semblait pas significative, alors que l'amélioration des connaissances relatives aux traitements et à l'architecture dépendait de la capsule visionnée.

Ces résultats soutiennent l'idée selon laquelle une intervention courte peut produire des gains mesurables, particulièrement lorsque les concepts évalués sont initialement moins maîtrisés.

Discussion

Les résultats doivent être interprétés comme une contribution à la mesure des compétences numériques plutôt que comme une évaluation exhaustive de la littératie numérique. L'étude ne prétend pas couvrir l'ensemble des dimensions normatives, sociales et créatives associées aux cadres institutionnels de la compétence numérique; elle isole plutôt trois connaissances fondamentales susceptibles de soutenir l'adaptation des individus à des environnements technologiques changeants.

Si on fait le lien entre les résultats et le plus récent cadre publié par le gouvernement du Québec (Ministère de l'Éducation, 2026), on note que les trois piliers de connaissances permettant le déploiement des compétences numériques se situent au cœur des habiletés technologiques.

La description des habiletés technologiques souligne l'importance de pouvoir décrire les concepts fondamentaux associés à l'informatique et à l'IA, de les utiliser et de les analyser pour pouvoir ensuite déployer ces habiletés dans les autres volets.

L'identification des données, des traitements et de l'architecture permet de mieux définir les composantes formant cet élément « habiletés technologiques ». Cela fournit un ancrage beaucoup plus précis sur ce que représentent les technologies numériques.

Ces trois piliers pourraient correspondre aux modèles mentaux définis par Bandura (1986) et permettre la manipulation des symboles fournissant la capacité d'un individu à manipuler les concepts numériques afin d'en comprendre le fonctionnement, de les utiliser et, éventuellement, de résoudre des problèmes.

Notre étude ne prétend pas que ces trois piliers sont uniques. Toutefois, ils correspondent à une représentation bien établie de l'univers numérique (Zachman, 1987). Comprendre ces trois piliers permet de mieux cibler ces éléments de fondation des habiletés technologiques, qui permettent ensuite une utilisation plus efficace des outils numériques.

La compréhension de ces éléments fondamentaux devrait favoriser le caractère dynamique de ces habiletés. Plutôt que de comprendre comment utiliser une technologie spécifique, il est préférable de développer une compréhension plus générique des éléments fondamentaux constituant les différentes technologies, et ensuite d'utiliser cette compréhension pour se familiariser avec plusieurs technologies spécifiques. Ainsi, ces capacités dynamiques peuvent être réutilisées dans le temps.

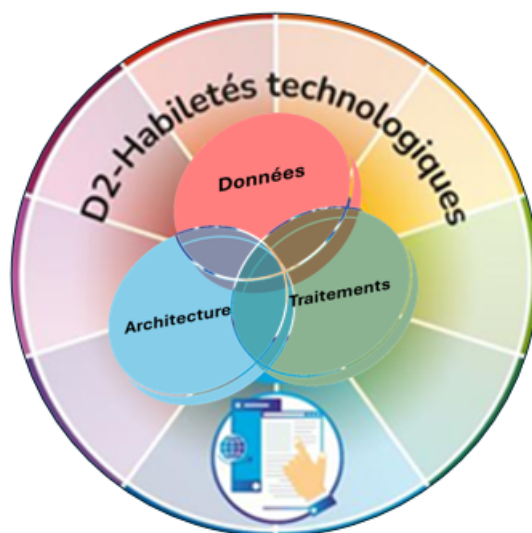


Figure 6 Capacités dynamiques soutenant les habiletés technologiques (adaptation de la représentation graphique du ministère de l'Éducation du Québec, 2026, p. 8)

La pratique comme mode d'apprentissage

Les résultats de l'expérimentation indiquent que les personnes participantes ont généralement obtenu des scores plus élevés dans la seconde évaluation que dans la première, même quand la vidéo visionnée n'était pas reliée au sujet numérique. Néanmoins, les personnes qui avaient une vidéo reliée augmentaient généralement leur score de manière plus importante que celles qui avaient la vidéo non reliée.

Le fait que les scores augmentaient au second tour appuie l'idée de la construction de compétence. Les personnes participant à l'exercice devaient exécuter de manière répétée des actions intellectuelles sur un même sujet. Elles réfléchissaient durant une période contrôlée aux composantes de l'univers numérique, et les questions croisaient des thèmes reliés les unes après les autres. On peut donc supposer qu'un processus de réflexivité s'opérait, ce qui, à terme, accroît la compréhension et les compétences (Cunliffe, 2002).

On peut donc faire l'hypothèse que d'augmenter la discussion et la présence du numérique dans la réflexion courante, de manière suffisamment intensive, pourrait améliorer au moins un peu les compétences numériques des citoyens.

Dissociation entre compétence perçue et compétence mesurée

Les résultats suggèrent une dissociation substantielle entre compétence numérique perçue et compétence numérique mesurée, laquelle dissociation demeure observable au-delà des différences d'âge et de niveau de scolarité. Dès lors, cela

suggère fortement de s'éloigner de cette approche pour évaluer la compétence numérique.

Le recours exclusif à l'autoévaluation peut induire une surestimation des capacités disponibles et conduire les individus, les organisations et les décideurs publics à sous-investir dans le développement de compétences numériques transférables. Cette dissociation entre compétence perçue et compétence mesurée a une implication méthodologique directe : les enquêtes fondées exclusivement sur des échelles autodéclarées risquent de surestimer le niveau réel de maîtrise numérique d'une population, surtout lorsque les tâches évaluées exigent une compréhension des opérations invisibles des systèmes numériques.

Une évaluation valide devrait permettre à la personne évaluée d'avoir une mesure réaliste de ses compétences et habiletés. Si ce n'est pas le cas, l'évaluation est, au mieux, inutile ou, au pire, trompeuse, ce qui mène à de mauvaises décisions.

Conséquences pour les travailleurs

Les études passées suggèrent que les compétences numériques sont maintenant requises pour les différents types d'emplois, même pour ceux qui sont peu qualifiés et servent généralement d'entrée dans le monde du travail (Aubert *et al.*, 2026). Par conséquent, il faut s'assurer que les travailleurs détiennent ces compétences.

La faiblesse des approches autoévaluatives pose un problème pour l'offre de formation aux travailleurs. En considérant nos résultats, on peut faire l'hypothèse que, si on offre des programmes de formation, les personnes peu compétentes, mais qui se pensent compétentes, risqueraient de ne pas s'inscrire. Si un emploi indique les compétences numériques requises, ces mêmes personnes risquent de sous-performer parce qu'elles ont surévalué leurs compétences.

De plus, la littérature en économie du travail suggère que les entreprises ont peu d'incitatifs à offrir de la formation « fondamentale ». Comme les compétences numériques sont des compétences transférables d'une firme à une autre, les employeurs ont peu d'avantages à payer la formation de leurs employés pour ces compétences, puisque ceux-ci pourraient ensuite aller chercher un meilleur emploi ailleurs (ou demander un meilleur salaire). C'est pourquoi, dans les entreprises, on verra plus souvent de la formation sur les logiciels ou méthodes utilisés que sur des compétences transférables. Pourtant, les employés dotés de compétences transférables plus fortes génèrent des bénéfices à la fois pour eux et pour les entreprises qui les emploient (Sevcenko et Ethiraj, 2018).

Nous avons donc un double problème pour accroître les compétences numériques des travailleurs : ceux-ci ne se rendent pas compte qu'ils ont besoin d'accroître leurs compétences, et les employeurs ont peu d'incitatifs à accroître les compétences numériques qui seraient transférables (donc les capacités technologiques fondamentales – les trois piliers permettant la compréhension plus large).

Les travailleurs devront donc probablement être formés hors des entreprises. Pour les futurs travailleurs, qui sont encore dans des parcours scolaires et académiques, il est important de leur faire acquérir ces compétences fondamentales avant leur entrée sur le marché du travail. Pour les travailleurs en emploi, il faut arriver à les rejoindre pour leur transmettre ces connaissances.

À terme, ces efforts pourraient mener à un bassin de travailleurs ayant des compétences numériques plus fortes, fondées sur des capacités dynamiques leur permettant de poursuivre leur développement dans le temps.

Conséquences pour les citoyens

Sur le plan citoyen, ces résultats invitent à porter une attention particulière aux vulnérabilités qui découlent d'une compréhension limitée des traitements et des architectures numériques. Cela pourrait poser un défi, notamment, dans les contextes de cybersécurité, de protection des données et d'usage de l'intelligence artificielle. Statista (2026) rapporte une forte croissance des cas de cyberextorsion depuis dix ans au Canada. Les cybercrimes auxquels les citoyens sont vulnérables touchent notamment l'hameçonnage, le vol de données, l'usurpation d'identité et le suivi non désiré (perte de confidentialité) (Mitchell et El-Gayar, 2022).

Nos résultats indiquent que les participants comprennent mal la nature des traitements et de l'architecture, donc où vont leurs données et ce qui peut être fait avec celles-ci. Cela augmente leur vulnérabilité à l'égard des cybercriminels. Comprendre les données n'est pas suffisant. Dans un univers où l'intelligence artificielle devient omniprésente, il devient essentiel d'acquérir une compréhension plus profonde de la technologie, y compris des données, des traitements et de l'architecture.

Un résultat plus nuancé doit toutefois être souligné : la compréhension des données apparaît relativement élevée, ce qui peut constituer un point d'appui pour des interventions visant les dimensions moins maîtrisées, notamment les traitements et l'architecture.

Par conséquent, on ne part pas de zéro si on veut penser à un programme de sensibilisation et de développement des compétences numériques. Il faudra

toutefois bien cibler les volets qu'on veut améliorer (traitements et architecture), et, une fois de plus, trouver les moyens d'inciter les citoyens qui se pensent plus compétents qu'ils ne le sont à améliorer leurs capacités à comprendre l'univers numérique.

Conséquences pour les éducateurs

Un des résultats intéressants de l'étude est l'absence de différence significative entre les participants des différents groupes d'âge sur deux des trois composantes. On peut parfois penser que les participants plus jeunes, nés dans un environnement numérique (natifs numériques), auraient des compétences numériques nettement plus fortes que leurs prédécesseurs. Ce n'est toutefois pas ce que les données révèlent.

Les résultats montrent qu'on ne peut pas présumer que la génération montante connaît bien les technologies numériques. La connaissance est partielle et probablement en surface. Il faut former la génération montante sur les éléments de base et apprendre aux gens comment utiliser dynamiquement ces capacités.

Les programmes de formation devraient dépasser l'apprentissage procédural des interfaces pour inclure une compréhension des mécanismes sous-jacents aux environnements numériques.

Conséquences pour les décideurs publics

Il faut trouver les mécanismes de développement des capacités dynamiques (les piliers) pour que les citoyens puissent ensuite les transformer en compétences numériques. Il faut probablement assurer une intégration de ces éléments dans le système d'éducation. Il faut également offrir des modes d'acquisition de ces connaissances à la population, y compris aux personnes qui ne sont pas en emploi ni dans le système d'éducation.

Même si le développement des capacités dynamiques (les piliers) peut permettre aux individus de continuer à acquérir des compétences numériques, il ne faut pas que ce développement cesse après un premier effort.

Pour les décideurs publics, les résultats plaident pour une approche longitudinale du développement des compétences numériques, centrée sur leur entretien continu plutôt que sur des interventions ponctuelles. Un peu comme on l'a fait pour les dangers reliés au tabac ou à l'alcool, il faut répéter les messages, s'assurer de leur diffusion et faire comprendre à la population que ces compétences doivent être acquises et maintenues.

Il en va de la capacité des citoyens à comprendre le monde qui se déploie devant nous.

Comment rejoindre les citoyens

Si on veut accroître les compétences numériques de la population, il faut voir celle-ci comme un tout. Les étudiants et les travailleurs sont également des citoyens. Il faut arriver à offrir des voies de formation qui couvrent l'ensemble de la population.

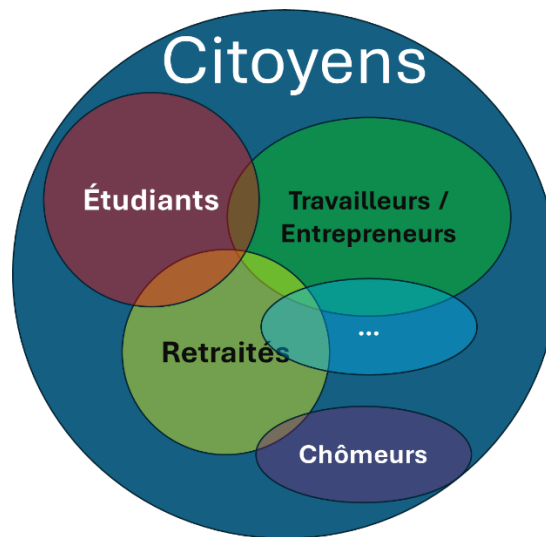


Figure 7 Les groupes à rejoindre

Si on arrive à créer suffisamment de points de contact, c'est toute la population qui augmentera ses capacités dynamiques numériques. Il faut bien comprendre, comme l'illustre la figure 7, que chaque personne peut appartenir à plus d'un groupe. Si on pense à des mesures touchant les citoyens, nous aidons aussi les entreprises, de même que l'État.

Les apprentissages tirés d'autres contextes, par exemple sur les mauvais conducteurs (qui, s'ils ne s'identifiaient pas comme mauvais conducteurs, ignoraient les messages incitant à la prudence [Walton et McKeown, 2001]), pourront informer les stratégies choisies. Mais afin que les individus soient incités à se former, il faudra d'abord créer les conditions requises pour qu'ils comprennent qu'ils ne sont pas aussi compétents qu'ils le croient.

Il convient toutefois de distinguer les résultats empiriques des recommandations normatives qui en découlent. Les données de l'étude permettent d'établir l'existence d'un écart entre autoévaluation et performance formelle, ainsi qu'un effet positif d'une intervention courte. Les choix relatifs aux dispositifs de formation, aux publics

prioritaires et aux modes de diffusion relèvent ensuite d'une traduction institutionnelle qui devrait faire l'objet d'évaluations complémentaires.

Les actions possibles présentées ici ont pour but de démarrer une discussion. Elles n'ont pas été testées. Elles visent simplement à suggérer des voies possibles, sans distinguer formellement les publics cibles. Comme chaque personne se retrouve en même temps dans plusieurs groupes (comme illustré à la figure 7), il devient difficile de cloisonner les actions.

Tableau 14 Stratégies possibles pour rejoindre la population

Formation - Formation dans les écoles (soirs et fins de semaine) et les bibliothèques. - Organiser des modules de formation par secteur : numérique en santé, bancaire, emploi, commerce de détail. Ces outils permettraient de rendre l'utilité concrète et de rapprocher la formation de la réalité de chacun. - Expliquer clairement que les capacités numériques sont un peu comme un muscle : il faut continuer à les entraîner. Fournir le contenu fondamental à ne pas laisser aller et à utiliser régulièrement. - Ludification (<i>Gamification</i>) : développer une application semblable à Duolingo. Permettre les microapprentissage réguliers pour une construction graduelle des capacités dynamiques. - Olympiades pour les citoyens (un peu l'équivalent des <i>hackathons</i>, mais pour les citoyens). On pourrait miser sur le caractère compétitif, avec quelques prix de participation et quelques prix de performance. - Cours d'histoire sur la technologie, capsules pour rendre l'évolution visible et montrer ce que le numérique change vraiment relativement aux éléments fondamentaux (données, traitements, architecture). - Capsules très courtes, un peu comme les capsules linguistiques de la radio de Radio-Canada. - Ateliers qui pourraient être offerts par des groupes communautaires, des centres de formation professionnelle, la FADOQ ou des associations syndicales.
Visibilité - Identifier des porte-paroles, des figures publiques pour faire valoir l'importance de se doter de ces capacités. - Organisation d'une brigade mobile numérique qui pourrait rejoindre les gens dans les centres commerciaux, les épiceries ou les parcs. - Mascotte (visibilité) - Cliniques durant des périodes fixes (un peu comme la saison des impôts, on pourrait avoir la saison du numérique).
Sensibilisation - Partenariats avec des organisations qui ont un avantage à ce que les citoyens aient de meilleurs comportements (les banques, par exemple).

- Avoir l'équivalent de la « trousse 72 heures » (les choses qu'on devrait avoir en cas de désastre). Il faudrait que chaque personne ait une liste des éléments de base à maîtriser pour une survie numérique. - Comme on ne se rend pas compte de l'omniprésence du numérique, montrer ce que serait un monde sans technologie pour sensibiliser les gens à la présence du numérique (un monde sans données, sans traitements ou sans architecture numérique). - Témoignages : fournir des exemples d'erreurs causées par un manque de connaissances. Expliquer que ça peut arriver à tout le monde, rendre l'apprentissage désirable.
Structures - Guichet unique (central) pour mettre les ressources à la disposition des citoyens, des écoles, des entreprises, etc. (matériel propriétaire ou externe – sélection de matériel externe). - Canal pour recueillir les questions et les commentaires de la population (orientation des efforts, suggestions, etc.).
Outils - Identité numérique pour les citoyens - Carnet de santé numérique – outil permettant une évaluation standardisée pour les citoyens

Ces suggestions touchent plusieurs éléments. Il faut les évaluer formellement pour connaître leur faisabilité et leur efficacité potentielle. Il faut que ce soit ludique et continu. Ce n'est pas un effort unique à un moment donné, mais plutôt un ensemble d'éléments qui accompagneront le citoyen tout au long de sa vie. Il faut miser sur le caractère possiblement social de ces éléments pour arriver à rejoindre tout le monde. Il faut que tous se sentent visés.

Conclusion

Cette étude montre que la mesure des compétences numériques ne peut se réduire à l'autoévaluation. Les participants déclarent un niveau élevé de compétence numérique, mais les évaluations formelles révèlent des écarts substantiels entre les dimensions mesurées, en particulier pour la compréhension des traitements et de l'architecture. Ces résultats suggèrent que la compétence numérique doit être conceptualisée non seulement comme une capacité d'usage, mais aussi comme une capacité de compréhension et d'adaptation fondée sur des connaissances transférables.

L'approche proposée repose sur trois piliers — les données, les traitements et l'architecture —, qui permettent d'opérationnaliser les compétences numériques à un niveau suffisamment général pour que cette opérationnalisation demeure pertinente malgré l'évolution rapide des outils. Les résultats expérimentaux

indiquent également qu'une intervention courte peut améliorer la compréhension formelle, surtout lorsque le contenu présenté correspond à la dimension évaluée. Cette observation ouvre une piste importante pour la conception de formations modulaires, ciblées et cumulatives.

La contribution principale de l'étude est donc triple. Sur le plan théorique, elle associe les compétences numériques à la notion de capacités dynamiques individuelles. Sur le plan méthodologique, elle propose une mesure formelle susceptible de compléter, voire de corriger, les limites des instruments autodéclarés. Sur le plan pratique, elle invite les organisations, les institutions éducatives et les décideurs publics à concevoir des dispositifs de formation qui ne se limitent pas à l'usage d'interfaces, mais qui développent la compréhension des mécanismes numériques sous-jacents.

Limites de l'étude

Cette étude comporte plusieurs limites qui doivent être prises en compte dans l'interprétation des résultats. Premièrement, l'échantillon, bien qu'utile pour une expérimentation en laboratoire, n'est pas nécessairement représentatif de l'ensemble de la population québécoise. Les participants présentent notamment un niveau de scolarisation relativement élevé, ce qui peut conduire à une estimation prudente des écarts observables dans la population générale.

Deuxièmement, les mesures formelles reposent sur des questions à choix multiples et des mises en situation; elles permettent d'évaluer des connaissances conceptuelles transférables, mais ne couvrent pas l'ensemble des pratiques numériques effectives.

Troisièmement, les deux vagues de questions sont similaires sans être identiques, ce qui limite le risque de mémorisation directe, mais n'élimine pas entièrement les effets de familiarisation avec la logique du test. On ne peut donc pas être certain de la source de l'amélioration des compétences. L'amélioration peut provenir de la capsule vidéo (la manipulation), mais également de l'effet de pratique, de l'exposition répétée aux questions ou d'une différence de difficulté entre les deux questionnaires.

Quatrièmement, l'intervention est volontairement brève; les résultats doivent donc être interprétés comme une estimation de l'effet immédiat d'une exposition conceptuelle courte, et non comme une mesure de l'apprentissage durable. Des recherches futures pourraient prolonger ce protocole en utilisant un suivi longitudinal, des tâches comportementales plus complexes et des échantillons représentatifs de différents groupes sociodémographiques.

Un défi numérique

Les résultats permettent d'identifier un paradoxe sociotechnique : plus les interfaces numériques deviennent fluides et intuitives, plus elles peuvent masquer les mécanismes techniques, économiques et informationnels sur lesquels elles reposent. Les fournisseurs privés (Google, Meta, Amazon et autres) offrent des services sans friction, pour rendre leur utilisation la plus facile possible (et pour capturer le plus de données possible). Si on invisibilise l'achat, par exemple, le consommateur ne se rend plus compte qu'il dépense. Cela crée un faux sentiment de « compétence » chez l'utilisateur, puisqu'il utilise tous ces services. En même temps, l'utilisateur devient de moins en moins compétent pour choisir ses fournisseurs, pour évaluer leurs services et pour poser un regard critique sur son environnement technologique.

Les services privés amènent les clients à ne plus savoir se passer d'eux. On finit par payer plus cher pour un service Uber ou un achat sur Amazon que pour un service de transport traditionnel ou un achat local, simplement parce qu'on a l'impression qu'il serait trop compliqué de faire autrement.

Cela crée également une cassure entre le secteur privé numérique, où l'on fait tout pour que les transactions deviennent invisibles et sans friction, et les services publics, qui semblent en comparaison incroyablement complexes. Les services publics doivent rester neutres et laisser le contrôle au citoyen. Si le citoyen ne comprend pas ces principes, il ne se rend pas compte qu'en choisissant la facilité des services privés, il abdique sa souveraineté numérique aux grands groupes informatiques.

Il est essentiel de s'assurer d'avoir une population qui comprend ses choix numériques, qui conserve un contrôle sur ses propres données et qui maintient une souveraineté numérique individuelle pour avoir une société libre et apte à faire des choix autonomes. À ce titre, les initiatives comme la société 5.0 au Japon pourraient servir d'exemples (Japon s. d.).

La souveraineté numérique citoyenne est liée à la souveraineté linguistique et culturelle. Cette dimension normative dépasse le strict périmètre de l'analyse empirique, mais elle souligne que la compétence numérique peut être interprétée comme une condition d'autonomie individuelle et collective dans les sociétés numérisées.

Références

- Ala-Mutka, K. (2011). Mapping digital competence: Towards a conceptual understanding. *Sevilla: Institute for Prospective Technological Studies*, 7-60.
- Arias López, M. d. P., Ong, B. A., Borrat Frigola, X., Fernández, A. L., Hicklent, R. S., Obeles, A. J., Rocimo, A. M., et Celi, L. A. (2023). Digital literacy as a new determinant of health: a scoping review. *PLOS Digital Health*, 2(10).
- Autor, D. H. (2015). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3-30.
- Aubert, B.A., Bourdeau, S., Warin, T. Sénegas, T., et Schneider, J. (2026). Digital skills assessment in jobs in Canada. *Journal of Labour Market Research*, 60(18). <https://doi.org/10.1186/s12651-026-00440-6>
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action*. Englewood Cliffs, NJ, 23-28.
- Bandura, A., et Walters, R. H. (1977). *Social learning theory*. Vol. 1, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-hall, 33-52.
- Banerjee, A. V., et Duflo, E. (2009). The experimental approach to development economics. *Annual Review of Economics*, 1(1), 151-178.
- Borgman, C. L. (2007). *Scholarship in the digital age: Information, infrastructure, and the Internet*. MIT Press.
- Bucaioni, A., Ekedahl, H., Helander, V., et Nguyen, P. T. (2024). Programming with ChatGPT: How far can we go? *Machine Learning with Applications*, 15, 100526.
- Cartelli, A. (2009). Frameworks for digital literacy and digital competence assessment. *Proceedings of the 8th European Conference on e-Learning*, 116-123.
- Cartelli, A., et Di Nuzzo, A. (2018). Digital literacy and competence in students attending a faculty of humanities. *Information and Technology Literacy: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*, IGI Global, 1239-1250.
- Claro, M., Castro-Grau, C., Ochoa, J. M., Hinostroza, J. E., et Cabello, P. (2024). Systematic review of quantitative research on digital competences of in-service school teachers. *Computers & Education*, 215, 105030.
- CEDEFOP (s. d.). Terminologie de la politique européenne d'enseignement et de formation - Compétence numérique. <https://www.cedefop.europa.eu/fr/tools/vet-glossary/glossary/digitale-competentie-digitale-vaardigheden>

Chen, B. (2026). A.I. is making scams hard to spot. Here's how to protect yourself. *The New York Times*, May 28th.

<https://www.nytimes.com/2026/05/28/technology/personaltech/scams-ai.html>
(consulté le 23 juillet 2026)

Commission des partenaires du marché du travail (CPMT) (2021). *Se préparer à un marché du travail en transformation : référentiel québécois des compétences du futur*. Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Solidarité sociale du Québec. https://www.cpmt.gouv.qc.ca/fileadmin/fichiers_cpmt/Publications/RA_referentiel_CPMT.pdf

Cunliffe, A. L. (2002). Reflexive dialogical practice in management learning. *Management Learning*, 33(1), 35-61.

Dunning, D., Johnson, K., Ehrlinger, J., et Kruger, J. (2003). Why people fail to recognize their own incompetence. *Current Directions in Psychological Science*, 12(3), 83-87.

École de la fonction publique du Canada (s. d.). *Série sur les compétences numériques : Comprendre la littératie numérique* (DDN2-A51). <https://www.csps-efpc.gc.ca/tools/articles/understanding-digital-literacy-fra.aspx>

Eisenhardt, K. M., et Martin, J. A. (2000). Dynamic capabilities: what are they? *Strategic management journal*, 21(10-11), 1105-1121.

Emploi et Développement social Canada (s. d.). *En apprendre davantage sur les compétences*. <https://www.canada.ca/fr/services/emplois/formation/initiatives/competence-reussir/comprendre-individus.html>

Ericsson, K. A., Krampe, R. T., et Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological review*, 100(3), 363-406.

Ferrari, A. (2012). Digital competence in practice: An analysis of frameworks. *Joint Research Centre of the European Commission*. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2547ebf4-bd21-46e8-88e9-f53c1b3b927f/language-en>

Felin, T., Foss, N. J., Heimeriks, K. H., et Madsen, T. L. (2012). Microfoundations of routines and capabilities: Individuals, processes, and structure. *Journal of Management Studies*, 49(8), 1351-1374

Foadi, N., et Varghese, J. (2022). Digital competence – A key competence for today's and future physicians. *Journal of European CME*, 11(1), 2015200.

Gagne-Pratte, L., Mosconi, E. et Jorge, L.F. (2022). Digital literacy for business leaders and managers. *ICIS 2022 Proceedings*, 13.

Gratton, L. (2024). Building mastery: What leaders do that helps– or impedes. *MIT Sloan Management Review*, 29 octobre 2024. <https://sloanreview.mit.edu/article/building-mastery-what-leaders-do-that-helps-or-impedes/>

Gray, J., Bounegru, L., et Venturini, T. (2018). *The Data Journalism Handbook: Towards a Critical Data Practice*. Amsterdam University Press.

Hattie, J., et Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of educational research*, 77(1), 81-112.

Heinonen, A., Lehtelä, B., Hellas, A., et Fagerholm, F. (2023). Synthesizing research on programmers' mental models of programs, tasks and concepts — A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 164, 107300.

Kirschner, P. A., & De Bruyckere, P. (2017). The myths of the digital native and the multitasker. *Teaching and Teacher education*, 67, 135-142.

Komlayut, S., et Srivatanakul, T. (2017). Assessing digital literacy skills using a self-administered questionnaire. *Review of Integrative Business and Economics Research*, 6(3), 74-85.

Japon (s. d.). Society 5.0. Site web du Cabinet Office (Council for Science, Technology and Innovation), https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/index.html (consulté le 27 mai 2026)

Lazonder, A. W., Walraven, A., Gijlers, H., et Janssen, N. (2020). Longitudinal assessment of digital literacy in children: Findings from a large Dutch single-school study. *Computers & Education*, 143, 103681.

Mainz, A., Nitsche, J., Weirauch, V., et Meister, S. (2024). Measuring the digital competence of health professionals: scoping review. *JMIR Medical Education*, 10(1), e55737.

Majumdar, S., et Misra, B. (2026). The impact of AI on work and workers. *AI-Empowered Industrial Relations*, Cham: Springer Nature Switzerland, 77-100.

Maqsood, S., et Chiasson, S. (2021). Design, development, and evaluation of a cybersecurity, privacy, and digital literacy game for tweens. *ACM Transactions on Privacy and Security (TOPS)*, 24(4), 1-37.

Mathew, M., Morrow Jr, J. R., Frierson, G. M., et Bain, T. M. (2011). Assessing digital literacy in web-based physical activity surveillance: the WIN study. *American Journal of Health Promotion*, 26(2), 90-95.

Ministère de l'Éducation (2026). *Cadre de référence de la compétence numérique 2026*, <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/education/Numerique/Cadre-reference-competence-num.pdf>.

Mitchell, D. R., et El-Gayar, O. F. (2022). Privacy and online social networks: A systematic literature review of concerns, preservation, and policies. *Pacific Asia Journal of the Association for Information Systems*, 14(4), 1-25.

Ng, W. (2012). Can we teach digital natives digital literacy? *Computers & Education*, 59(3), 1065-1078.

Nguyen, L. A. T., et Habók, A. (2024). Tools for assessing teacher digital literacy: a review. *Journal of Computers in Education*, 11(1), 305-346.

Norman, C. D., et Skinner, H. A. (2006). eHEALS: the eHealth literacy scale. *Journal of Medical Internet Research*, 8(4), e507.

OCDE (2021). The OECD Framework for digital talent and skills in the public sector, *OECD Working Papers on Public Governance*, 45, Paris: OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/the-oecd-framework-for-digital-talent-and-skills-in-the-public-sector_4e7c3f58-en.html (consulté le 30 mai 2026).

Oh, S. S., Kim, K. A., Kim, M., Oh, J., Chu, S. H., et Choi, J. (2021). Measurement of digital literacy among older adults: systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, 23(2), e26145.

Öncül, G. (2021). Defining the need: digital literacy skills for first-year university students. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 13(4), 925-943.

Paulhus, D. L. (1991). Measurement and control of response bias. In J. P. Robinson, P. R. Shaver, et L. S. Wrightsman (Eds.), *Measures of Personality and Social Psychological Attitudes*, Academic Press, 17-59.

Pervez, M. M., Atiq Ullah, M. Q., Ahmed Khan, I., Rahat, R., Zaffar, M. F., Tahir, R., Rahwan, T. et Zaki, Y. (2026). (Mis-)informed consent: Predatory apps and the exploitation of populations with limited literacy. *Proceedings of the ACM Web Conference 2026*, 9169-9179.

Ployhart, R. E., et Bliese, P. D. (2006). Individual adaptability (I-ADAPT) theory: Conceptualizing the antecedents, consequences, and measurement of individual

differences in adaptability. *Understanding adaptability: A prerequisite for effective performance within complex environments*, Emerald Group Publishing Limited, 3-39.

Rocheleau, J. (2009). *Les théories cognitivistes de l'apprentissage*. Université du Québec à Trois-Rivières.

Saritepeci, M., Yildiz Durak, H., Özüdoğru, G., et Atman Uslu, N. (2024). The role of digital literacy and digital data security awareness in online privacy concerns: a multi-group analysis with gender. *Online Information Review*, 48(5), 983-1001.

Sevcenko, V., et Ethiraj, S. (2018). How do firms appropriate value from employees with transferable skills? A study of the appropriation puzzle in actively managed mutual funds. *Organization science*, 29(5), 775-795.

Sitzmann, T., Ely, K., Brown, K. G., et Bauer, K. N. (2010). Self-assessment of knowledge: A cognitive learning or affective measure? *Academy of Management Learning & Education*, 9(2), 169-191.

Solberg, E., Traavik, L. E., et Wong, S. I. (2020). Digital mindsets: Recognizing and leveraging individual beliefs for digital transformation. *California management review*, 62(4), 105-124.

Statista (2026). *Number of police-reported instances of cyber extortion in Canada from 2014 to 2023*. <https://www.statista.com/statistics/1456728/cyber-extortion-cases-canada/> (consulté le 25 mai 2026)

Tardif, J. (1997). La construction des connaissances. *Pédagogie collégiale*, 11(2), 11-19.

Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic management journal*, 28(13), 1319-1350.

Teece, D. J., Pisano, G., et Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic management journal*, 18(7), 509-533.

Tuomi, P., Multisilta, J., Saarikoski, P., et Suominen, J. (2018). Coding skills as a success factor for a society. *Education and Information Technologies*, 23, 419-434.

van Laar, E., van Deursen, A. J., van Dijk, J. A., et De Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital Skills: A systematic literature review. *Computers in Human Behavior*, 72, 577-588.

Vuorikari, R., Kluzer, S., et Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens-With new examples of knowledge, skills and attitudes*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Walton, D., et McKeown, P. C. (2001). Drivers' biased perceptions of speed and safety campaign messages. *Accident Analysis & Prevention*, 33(5), 629-640.

Zachman, J. A. (1987). A framework for information systems architecture. *IBM Systems Journal*, 26(3), 276-292.

Annexe 1 – Exemples de questions utilisées dans la collecte de données

Questions d'autoévaluation des compétences numériques

Dans quelle mesure êtes-vous d'accord avec chacune des affirmations suivantes? (Likert 1 = Fortement en désaccord; 2 = En désaccord; 3 = Ni en désaccord ni en accord; 4 = En accord; 5 = Fortement en accord)

1. J'ai les compétences nécessaires pour utiliser les technologies et outils numériques qui sont à ma disposition.
2. Je connais beaucoup de technologies et d'outils numériques différents.
3. Je me tiens au courant de l'évolution des nouvelles technologies et outils numériques importants.
4. J'ai pleine confiance en mes compétences en matière de recherche et d'obtention d'informations sur le web et sur les différentes plateformes existantes.
5. En général, je peux facilement apprendre comment utiliser de nouvelles technologies et outils numériques.
6. Je comprends comment faire une utilisation sécuritaire des technologies numériques.

Exemples de questions liées aux DONNÉES

À noter : La première colonne présente des exemples de questions posées lors de la première vague. La deuxième colonne présente les questions équivalentes (miroirs) aux questions de la première vague, mais posées lors de la deuxième vague.

Questions de la première vague (pré-visionnement de la capsule vidéo)	Questions de la deuxième vague (post-visionnement de la capsule vidéo)
Laquelle de ces affirmations contient une donnée personnelle? ☐ Mon nom ☐ Ma marque de vélo ☐ Ma marque de mobile ☐ Le nom de mon école primaire ☐ Je ne sais pas	Laquelle de ces affirmations contient une donnée personnelle? ☐ La marque de mon auto ☐ La marque de mon réfrigérateur ☐ Mon numéro de mobile ☐ Le nom de mon école secondaire ☐ Je ne sais pas
Considérant les trois éléments suivants : 1. La population canadienne croît d'environ 1,5% par an 2. Le Canada compte environ 40 millions d'habitants 3. La population du Canada est assez petite compte tenu de la taille du pays Ces éléments sont, dans l'ordre: ☐ Un fait, une analyse, et une opinion ☐ Une analyse, un fait, et une opinion ☐ Une opinion, une analyse, et un fait ☐ Un fait, une opinion, et une analyse ☐ Une analyse, une opinion, et un fait	Considérant les trois éléments suivants : 1. Il fait 27 degrés Celsius 2. Le Canada est un pays chaud 3. La température moyenne du mois d'août 2025 a été de 25 degrés Celsius, soit 1 degré de plus qu'en 2024 Ces éléments sont, dans l'ordre : ☐ Un fait, une analyse, et une opinion ☐ Une analyse, un fait, et une opinion ☐ Une opinion, une analyse, et un fait ☐ Un fait, une opinion, et une analyse ☐ Une analyse, une opinion, et un fait

Dans la facture de Metro présentée ci-contre, quels éléments constituent des données calculées pour cette transaction?

- A
- B
- C
- H
- Je ne sais pas

Dans la facture de Metro présentée ci-contre, quels éléments constituent des données calculées pour cette transaction?

- A
- E
- G
- H
- Je ne sais pas



Exemples de questions liées aux TRAITEMENTS

À noter : La première colonne présente des exemples de questions posées lors de la première vague. La deuxième colonne présente les questions équivalentes (miroirs) aux questions de la première vague, mais posées lors de la deuxième vague.

Questions de la première vague (pré-visionnement de la capsule vidéo)	Questions de la deuxième vague (post-visionnement de la capsule vidéo)
Pourquoi est-il important de vérifier les permissions d'une application avant de l'installer sur un téléphone ? ☐ Pour accélérer le téléchargement ☐ Pour éviter l'accès non autorisé à des données sensibles ☐ Autoriser toutes les permissions à l'administrateur ☐ Pour améliorer la qualité de l'accès au réseau ☐ Pour augmenter la vitesse du processeur	Quelle action permet de mieux protéger les données lors de l'installation d'une application ? ☐ Autoriser toutes les permissions à l'administrateur ☐ Partager l'accès administrateur ☐ Contrôler et limiter les permissions accordées ☐ Améliorer la qualité de l'accès au réseau ☐ Autoriser les avertissements de sécurité
Pourquoi est-il important de vérifier les résultats générés par un outil d'IA comme ChatGPT ? ☐ Parce que les modèles peuvent avoir des biais ☐ Parce qu'ils génèrent beaucoup de contenu rapidement ☐ Parce qu'ils nécessitent une mise à jour constante ☐ Parce qu'ils vont ralentir votre téléphone ☐ Je ne sais pas	Pourquoi faut-il relire les résultats produits par une IA ? ☐ Pour réduire l'usage du processeur ☐ Pour accélérer le traitement des données ☐ Pour améliorer la performance de votre téléphone ☐ Pour détecter d'éventuels biais ☐ Je ne sais pas

Identifiez l'extrant parmi les éléments suivants :

- ☐ Une image produite par ChatGPT
- ☐ Une commande vocale fournie à Google
- ☐ Une imprimante
- ☐ Le montant à payer quand on veut payer une facture
- ☐ Un écran tactile

Lequel des éléments suivants n'est pas un extrant :

- ☐ Une image produite par ChatGPT
- ☐ Une page qui sort de l'imprimante
- ☐ La confirmation d'un paiement de facture
- ☐ Une commande vocale fournie à Google
- ☐ L'affichage d'une application sur un écran tactile

Exemples de questions liées à l'ARCHITECTURE

À noter : La première colonne présente des exemples de questions posées lors de la première vague. La deuxième colonne présente les questions équivalentes (miroirs) aux questions de la première vague, mais posées lors de la deuxième vague.

Questions de la première vague (pré-visionnement de la capsule vidéo)	Questions de la deuxième vague (post-visionnement de la capsule vidéo)
Pourquoi est-il recommandé de redémarrer régulièrement un appareil mobile? ☐ Effacer les courriels anciens ☐ Vider la mémoire temporaire ☐ Activer automatiquement le VPN (Virtual Private Network) ☐ Augmenter la capacité de stockage ☐ Libérer le processeur	Quel avantage apporte un redémarrage régulier de votre téléphone? ☐ Réinitialiser le compte professionnel ☐ Activer automatiquement le VPN (Virtual Private Network) ☐ Libérer la mémoire temporaire ☐ Désactiver la messagerie ☐ Supprimer les fichiers du cloud
Pourquoi faut-il télécharger uniquement des applications approuvées par Apple Store ou Google Play ? ☐ Pour augmenter la vitesse du réseau ☐ Pour réduire les risques de logiciels malveillants ☐ Pour économiser la batterie ☐ Pour améliorer la luminosité de l'écran ☐ Aucune des réponses précédentes	Pourquoi installer uniquement des applications validées par Apple Store ou Google Play? ☐ Pour réduire la consommation d'énergie ☐ Pour augmenter la luminosité automatiquement ☐ Pour supprimer les notifications ☐ Pour éviter les logiciels malveillants ☐ Je ne sais pas
Pourquoi est-il recommandé d'utiliser un VPN (Virtual Private Network) pour accéder à des services à distance ? ☐ Pour mieux synchroniser les applications ☐ Pour améliorer la qualité du traitement des données ☐ Pour supprimer les fichiers temporaires ☐ Pour chiffrer les échanges et protéger les données ☐ Je ne sais pas	Quel est le rôle du VPN (Virtual Private Network) dans un contexte de travail à distance ? ☐ Sécuriser les échanges de données ☐ Améliorer la vitesse du réseau ☐ Supprimer les fichiers temporaires ☐ Réduire la perte d'énergie ☐ Je ne sais pas

Exemple du contenu présenté dans la capsule sur l'ARCHITECTURE

Les types d'architecture

- Les architectures les plus simples sont « internes »
 - Par exemple, un ordinateur tout seul, sans réseau, contient son propre stockage (son disque dur), ses programmes (sur son disque) et tous les traitements se feront sur le processeur de l'ordinateur.
 - Ce dernier coordonne les opérations de calcul et de logique, garantissant une exécution fluide des outils collaboratifs et analytiques. Redémarrer un ordinateur ou fermer des applications libère de la mémoire sur le processeur
- Les entreprises fonctionnent en réseau, même si parfois elles peuvent vouloir contrôler leur équipement
 - Une entreprise partage les données pour les employés sur son réseau interne.
 - Elle peut avoir des serveurs dans un centre de données pour conserver ses données
 - Elle peut échanger avec l'extérieur, en utilisant Internet par exemple
- On peut aussi utiliser une infrastructure qui n'est pas à nous
 - L'infonuagique (cloud) est de l'espace externe que l'on loue. Les données sont conservées sur des serveurs externes, gérés par des fournisseurs
 - Les programmes peuvent aussi être sur le cloud. On utilise alors un service externe (software as a service).



L'architecture des technologies de l'information

- L'architecture des TI regroupe toutes les composantes utilisées par l'écosystème numérique
 - Les logiciels
 - Le matériel (ordinateurs, terminaux, téléphones, outils de stockage, etc.)
 - Les réseaux qui relient ces éléments
 - Les outils de communication qui permettent de sortir du réseau
 - Les lieux où chaque chose est faite
- Donc, toutes les composantes de l'écosystème font partie de l'architecture
- L'architecture définit comment ces composantes interagissent



Les données

- Les données sont des représentations d'éléments (des faits par exemple). Elles peuvent être présentées sur une grande variété de support. Ce peut être dans une base de données, sur du papier, par la voix, un vidéo, ou tout autre moyen de communiquer la donnée.
- Les données sont donc des mesures ou représentations de faits qui peuvent être un chiffre, une lettre, une coordonnée, un élément multimedia, etc.

Les données peuvent être structurées ou non structurées

- Les données structurées ont une forme bien définie
 - Par exemple, une base de données avec la liste des produits, les prix, ou les noms des clients contient des données structurées
 - Ces données sont faciles à combiner, utiliser, et mettre en relation
 - Ce sont souvent des données quantitatives ou texte
- Les données non structurées n'ont pas de forme standardisée
 - Par exemple, un son, une image, ou un vidéo constitueraient des exemples de donnée non structurée
 - Ces données sont plus difficiles à manipuler. On peut comparer deux photos pour savoir si elles sont identiques, mais on ne peut pas en faire une moyenne par exemple



Les traitements informatiques

Le traitement représente la séquence d'activités que suit un appareil informatique (ordinateur, mobile, tablette, objet connecté) pour exécuter des commandes

L'appareil informatique reçoit un intrant, le traite, produit un extrant, et conserve un résultat en mémoire si nécessaire



Intrants

- Dans un traitement informatique, les intrants peuvent être fournis par plusieurs outils: clavier, micro, souris, joystick, caméra, etc. Tous ces outils envoient des signaux à l'appareil informatique. Tous les signaux que nous envoyons à l'appareil informatique sont des intrants
- Certains intrants sont reçus sans que nous ayons à faire quoi que ce soit.
 - Par exemple, des applications en arrière plan peuvent envoyer en continu la position géographique de l'appareil au processeur pour que nous ayons notre distance parcourue. Ces positions géographiques sont des intrants pour l'application de localisation
- On peut limiter les intrants que chaque application peut recevoir (permissions accordées ou non)
- Ces intrants déclenchent des opérations informatiques



Annexe 3 – Analyse multivariée

Si on fait une analyse multivariée en comparant l'évolution des groupes dans le temps avec les différentes vidéos présentées, on note que :

Il n'y a pas de différence significative entre les groupes (intersujets).

Tableau 15 Effets intersujets

Source	Mesure	Somme des carrés	Degrés de liberté	Carré moyen	F	Sig.
Type	Données	,041	3	,014	,422	,737
	Traitement	,291	3	,097	1,609	,191
	Architecture	,201	3	,067	1,650	,181

Les scores sont plus élevés pour la seconde évaluation, pour toutes les variables. Les évaluations des questions sur les données, qui sont hautes dès le départ, ne sont pas influencées par la vidéo qui est visionnée.

Par contre, l'augmentation des scores sur le traitement ou sur l'architecture dépend de la vidéo visionnée. Les scores augmentent beaucoup plus fortement quand les personnes visionnent du contenu relié au sujet testé.

Tableau 16 Tests des effets intrasujets (univariés)

Source	Mesure	F	Sig.
Temps	Données	27,561	<,001
	Traitement	19,677	<,001
	Architecture	88,742	<,001
Temps *	Données	1,038	,378
Type	Traitement	3,909	,010
	Architecture	3,154	,027

Tableau 17 Tests des effets intrasujets (multivariés)

		Valeur	F	Degrés de liberté	Erreur ddl	Sig.
Temps	Trace de Pillai	,491	41,234	3,000	128,000	<,001
	Lambda de Wilks	,509	41,234	3,000	128,000	<,001
	Trace de Hotelling	,966	41,234	3,000	128,000	<,001
Temps * Type	Trace de Pillai	,170	2,602	9,000	390,000	,006
	Lambda de Wilks	,837	2,619	9,000	311,669	,006
	Trace de Hotelling	,185	2,609	9,000	380,000	,006