

RAPPORT DE PERSPECTIVES DE PROJET

Analyse des opportunités et des enjeux de l'adoption des jumeaux numériques



PARTENAIRES

University of Victoria



EMPLACEMENTS

Colombie Britannique



FONDS VERSÉS

\$54 315



PUBLIÉ

Août 2026



COLLABORATEUR

Auteur du rapport :

Katie McLaren

Reviewers/approvers:

Anita Dubey, Laura

McDonough

Sommaire

Alors que le Canada s'engage dans l'ère de la transformation numérique, les technologies émergentes comme les jumeaux numériques pourraient avoir des retombées considérables sur la main-d'œuvre. Les plateformes de jumeaux numériques constituent une technologie émergente permettant d'intégrer des données en temps réel afin de créer des représentations virtuelles et dynamiques d'environnements physiques. Elles peuvent aider les organisations à optimiser l'utilisation des données, la prise de décision et l'efficacité opérationnelle dans divers secteurs, notamment l'agriculture, l'exploitation minière, la foresterie, les services publics et la construction. Malgré une croissance rapide à l'échelle mondiale, l'adoption des jumeaux numériques au Canada demeure limitée en raison de lacunes sur le plan de la sensibilisation, des connaissances systémiques et des capacités de la main-d'œuvre.

Cette étude menée par l'Université de Victoria a examiné les possibilités et les défis liés à l'adoption des jumeaux numériques dans des secteurs clés de la Colombie-Britannique. Cette étude repose sur une approche mixte, s'appuyant sur des entrevues semi-dirigées avec des représentants du secteur et un sondage auprès de 143 professionnels. Bien que 60 % des répondants connaissent la notion de « jumeaux numériques », seulement 11 % d'entre eux ont déjà travaillé avec cette technologie. Notamment, de nombreux professionnels ont indiqué utiliser des outils liés aux jumeaux numériques, comme les systèmes d'information géographique (SIG), les capteurs, les drones et l'analyse de données.

Ce constat indique que le principal frein à leur adoption n'est pas le manque de compétences techniques, mais plutôt leur intégration systémique à l'échelle des organisations. Les autres freins à l'adoption comprennent les coûts technologiques ainsi que la capacité organisationnelle limitée en matière de formation. Parallèlement, une forte demande s'exprime en faveur d'approches d'apprentissage pratiques et expérientielles, ce qui met en lumière un décalage entre les modèles de formation actuels et les besoins du secteur.

Face à ce constat, l'équipe de projet a élaboré un cadre de formation en cinq étapes axé sur la collaboration, la co-conception et l'adaptation continue. Cette recherche met en lumière le fait que l'adoption des jumeaux numériques exige une action coordonnée entre le milieu de l'éducation, l'industrie et les décideurs politiques. Il sera essentiel de renforcer les systèmes de formation, d'investir dans le renforcement des capacités et de favoriser les partenariats intersectoriels afin de bâtir une main-d'œuvre résiliente et prête pour l'avenir.

PERSPECTIVES CLÉS

- 1** Bien que 60 % des professionnels connaissent la notion de « jumeaux numériques », seulement 11 % d'entre eux indiquent utiliser cette technologie dans le cadre de ce sondage.
- 2** Les organisations se heurtent à des freins financiers, notamment les coûts d'équipement et une capacité organisationnelle limitée pour appuyer l'adoption de la technologie des jumeaux numériques.
- 3** Pour satisfaire aux exigences du marché, la formation liée aux jumeaux numériques se doit d'être souple, évolutive et élaborée en partenariat avec le milieu de l'enseignement et les leaders de l'industrie.

L'enjeu

Alors que le Canada s'engage dans l'ère de la transformation numérique, les technologies numériques émergentes et leurs avancées pourraient avoir des retombées considérables sur la main-d'œuvre. Les nouvelles technologies peuvent faciliter la collecte de données au sein des organisations afin d'améliorer la prise de décision et d'optimiser les opérations. Le jumeau numérique se définit comme la représentation virtuelle et dynamique d'un objet, d'un système ou d'un procédé physique utilisant des données en temps réel afin de simuler son fonctionnement, de surveiller sa performance et d'en anticiper les résultats. Cette technologie peut soutenir les organisations de nombreux secteurs, comme l'agriculture, le secteur minier, la foresterie, les services publics et la construction.

Les jumeaux numériques se composent de quatre éléments principaux : la collecte de données pouvant être modélisées en représentations 3D de structures réelles; le déploiement de technologies de l'Internet des objets (IdO), comme des capteurs environnementaux; le recours à des analyses fondées sur l'apprentissage automatique et des algorithmes d'exploration de données; et l'utilisation d'applications de visualisation immersive, telles que la réalité virtuelle ou augmentée. Bien que la technologie des jumeaux numériques soit encore en pleine évolution, elle connaît une croissance accélérée. Le marché mondial de la technologie des jumeaux numériques devrait passer de 17,7 milliards de dollars à 259,3 milliards de dollars entre 2024 et 2032.

Malgré leur potentiel, l'adoption des jumeaux numériques reste inégale à travers le Canada. Peu de recherches ont été menées sur les jumeaux numériques afin d'en comprendre les utilisations et les avantages pour les organisations canadiennes. Bien que de nombreuses organisations connaissent ces technologies, leur mise en œuvre accuse un retard attribuable à la méconnaissance de leurs avantages, au manque d'accès à la formation et aux contraintes de capacité en milieu de travail. Cet écart est particulièrement évident en Colombie-Britannique, où les leaders du secteur ont exprimé leur intérêt pour les jumeaux numériques, mais se heurtent à des freins à la mise en œuvre liés à ces enjeux.

La recherche pourrait répondre à ce besoin en examinant l'état de l'adoption des jumeaux numériques, l'élaboration de modèles de formation souples et réactifs, ainsi que la mise en place de cadres d'intervention applicables en Colombie-Britannique et partout au Canada.



Ce que nous examinons

Ce projet de recherche s'est penché sur les opportunités et les défis associés à l'adoption des technologies de jumeaux numériques en Colombie-Britannique dans des secteurs clés comme le secteur minier, l'agriculture, la construction, la foresterie, les interventions d'urgence et l'acquisition de données. Ce projet visait à recenser les pratiques actuelles, les freins et les opportunités liés à la formation de la main-d'œuvre ainsi qu'à l'intégration des technologies de jumeaux numériques. En s'appuyant sur ces résultats, l'équipe de recherche a également cherché à élaborer un cadre de requalification professionnelle axé sur les besoins de l'industrie pour la formation liée à l'adoption des jumeaux numériques.

Selon une approche mixte, l'équipe a mené des entrevues semi-dirigées auprès de représentants de cinq organisations et réalisé un sondage auprès de 143 professionnels de divers secteurs. Cette étude s'est articulée autour de trois questions principales :

1. Quelles sont les compétences et aptitudes essentielles en matière de jumeau numérique, tous secteurs confondus ?
2. Quels sont les obstacles à la formation et à l'adoption de cette pratique ?
3. Comment concevoir des programmes de formation qui soient souples, accessibles et adaptés aux besoins de l'industrie ?

✓ Ce que nous apprenons

Il existe un écart entre la connaissance de la technologie du jumeau numérique et son utilisation

Bien que 60 % des répondants aient indiqué connaître le terme « jumeaux numériques », seulement 11 % ont affirmé avoir déjà travaillé avec cette technologie. Parmi tous les secteurs, ce sont les professionnels de l'acquisition de données qui possédaient le plus d'expérience en matière de jumeaux numériques. Si l'adoption intégrée des jumeaux numériques reste encore limitée, une majorité de répondants affirme maîtriser plusieurs de leurs composantes et outils sous-jacents, notamment les plateformes de systèmes d'information géographique (SIG), les drones, les capteurs et l'analyse de données. Certains répondants ont indiqué qu'ils utilisaient activement ces outils. Ce constat suggère que le retard dans l'adoption des technologies de jumeaux numériques ne découle pas d'un manque de compétences techniques, mais plutôt d'un manque d'intégration à l'échelle du système.

Malgré un vif intérêt pour l'adoption des technologies de jumeaux numériques, les organisations se heurtent à des freins à la mise en œuvre

Selon le sondage, les coûts d'équipement et le temps consacré à la formation représentaient les principaux obstacles à l'adoption des jumeaux numériques. Pour favoriser leur adoption, deux éléments sont nécessaires : un investissement financier et un accroissement de la capacité organisationnelle afin de soutenir le transfert de connaissances et la formation.

Des modèles de formation souples et axés sur les compétences sont essentiels

Les organisations accordent une grande valeur à l'expérience de terrain et aux compétences pratiques. Les programmes de formation devraient donc accorder la priorité à l'apprentissage expérientiel et à la formation axée sur les tâches, afin d'aider les travailleurs à s'adapter à l'évolution des technologies. Ce résultat soulève des enjeux majeurs pour le milieu postsecondaire, dont les programmes risquent de s'écarter des exigences du marché du travail, les parcours académiques classiques n'offrant pas les compétences et l'expérience requises pour l'apprentissage des jumeaux numériques.

Un cadre d'action en cinq étapes pour la formation liée aux jumeaux numériques propose une feuille de route pour le développement des compétences à l'échelle sectorielle

Ce cadre vise à appuyer les établissements d'enseignement postsecondaire et les organismes de formation pour qu'ils s'alignent davantage sur les besoins du secteur. Les cinq étapes sont les suivantes :

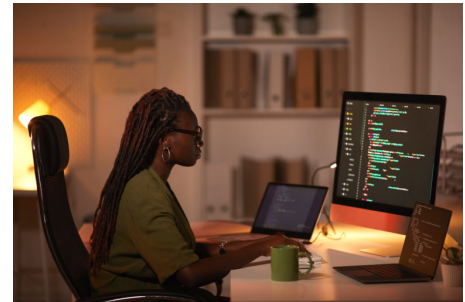
1. Établir un réseau engagé regroupant apprenants de la communauté, corps professoral et partenaires sectoriels pour jeter les assises de la démarche.
2. Co-crée des formations sur les jumeaux numériques avec des partenaires sectoriels qui saisissent les défis concrets de la mise en œuvre et les besoins en compétences.
3. Lancer la plateforme de formation sur les jumeaux numériques qui met en relation les apprenants, les formateurs et les partenaires de l'industrie.
4. Adapter et enrichir le programme d'études en fonction des rétroactions du secteur, du gouvernement et des fournisseurs de technologies, afin de veiller à ce que la formation réponde aux évolutions technologiques.
5. Personnaliser la formation sur les jumeaux numériques en fonction de chaque organisation et de ses besoins particuliers.

Cette approche offre une feuille de route pour concevoir une formation agile, visant à soutenir l'adoption des jumeaux numériques et à mieux répondre aux besoins du secteur.

★ Pourquoi c'est important

Les constats issus de ce projet témoignent de défis plus vastes quant à la capacité des systèmes de développement de la main-d'œuvre à s'adapter aux mutations technologiques rapides. La technologie transforme les emplois et accélère le rythme auquel de nouvelles compétences sont requises. Par conséquent, il appert qu'un besoin croissant se fait sentir pour des démarches plus intégrées, collaboratives et flexibles en matière de développement des compétences, en mesure de s'adapter aux technologies émergentes et aux exigences changeantes du marché du travail.

L'une des principales implications est la nécessité d'aligner les programmes et les plans d'études de formation sur les attentes et les besoins des employeurs. Les programmes de formation doivent rehausser les compétences de la main-d'œuvre et combler les lacunes de compétences émergentes. Cependant, ces modèles sont souvent en décalage avec les besoins du secteur et peinent à suivre le rythme des mutations technologiques. Il importe d'intégrer un apprentissage pratique et expérientiel qui permette de développer des compétences concrètes et directement applicables sur le marché du travail.



État des compétences: Outils numériques dans l'écosystème des compétences

Le rôle que les outils numériques et les services de carrière virtuels peuvent jouer pour améliorer l'accès à la formation et au développement de carrière est très prometteur, en particulier pour les personnes confrontées à des obstacles géographiques ou à des contraintes telles que la garde d'enfants ou d'autres responsabilités professionnelles.

Ces résultats font aussi ressortir les freins systémiques qui entravent l'appropriation technologique à l'échelle sectorielle, peu importe le niveau d'intérêt ou les compétences fondamentales. Parmi les défis à relever, on peut citer les coûts et la capacité organisationnelle, notamment le temps et les ressources nécessaires à la formation.

[Lire le rapport](#)

En fin de compte, ce projet démontre que la réussite de l'adoption des technologies émergentes n'est pas uniquement une question technique, mais bien une question systémique. Pour combler le fossé entre la sensibilisation et la mise en œuvre, il faudra harmoniser les systèmes d'éducation, les pratiques de l'industrie et les cadres stratégiques. En accordant la priorité à l'apprentissage expérientiel, en investissant dans les capacités organisationnelles et en stimulant la collaboration intersectorielle, les parties prenantes seront mieux positionnées pour s'adapter aux technologies émergentes et bâtir une main-d'œuvre plus résiliente et préparée pour l'avenir.

► Prochaines étapes

L'Université de Victoria met sur pied un centre d'excellence sur les jumeaux numériques en partenariat avec Ocean Networks Canada. Le centre offrira des formations sur les jumeaux numériques et les technologies connexes, et s'appuiera sur le cadre de formation en cinq étapes pour soutenir la formation dans tous les secteurs. Des partenariats ont été établis avec la First Nations Emergency Services Society et le ministère des Terres, de l'Eau et de la Gestion des ressources de la Colombie-Britannique afin de mettre à l'essai l'utilisation du cadre.

Des questions sur notre travail ? Souhaitez-vous avoir accès à un rapport en anglais ou en français ? Veuillez contacter communications@fsc-ccf.ca.

Comment Citer Ce Rapport

McLaren, K. (2026). Rapport sur les perspectives du projet : Analyse des opportunités et des enjeux de l'adoption des jumeaux numériques, University of Victoria. Toronto : Centre des Compétences futures : <https://fsc-ccf.ca/fr/recherche/technology-adoption/>

Analyse des opportunités et des enjeux de l'adoption des jumeaux numériques est financé par le gouvernement du Canada dans le cadre du programme Compétences futures. Les opinions et les interprétations contenues dans cette publication sont celles de l'auteur et ne reflètent pas forcément celles du gouvernement du Canada.

Remerciements aux communautés autochtones

Le Centre des Compétences futures est conscient du fait que les Anishinabés, les Mississaugas et les Haudenosaunee entretiennent une relation spéciale avec le territoire dans le cadre du pacte « plat à une cuillère » (Dish With One Spoon) où est situé notre bureau, et qu'ils sont tenus de partager et de protéger le territoire. À titre d'initiative pancanadienne, le CCF exerce ses activités sur le territoire traditionnel de nombreuses nations autochtones de l'île de la Tortue, nom donné au continent nord-américain par certains peuples autochtones. Nous sommes reconnaissants de pouvoir travailler sur ce territoire et nous nous engageons à apprendre notre histoire commune et à contribuer à la réconciliation.

© Copyright 2026 – Future Skills Centre / Centre des Compétences futures