

# L'ÉCOSYSTÈME DE L'IA AU CANADA :

coup d'œil sur les compétences  
recherchées et les tendances



Recherche réalisée par



Financé en partie par le gouvernement  
du Canada par le biais du programme  
de stages pratiques pour étudiants



## PRÉFACE

Le Conseil des technologies de l'information et des communications (CTIC) est un centre d'expertise national sans but lucratif qui vise à renforcer l'avantage numérique du Canada dans l'économie mondiale. Depuis plus de 30 ans, le CTIC fournit aux personnes et aux entreprises des recherches prospectives, des conseils stratégiques pratiques et des solutions de développement des capacités. L'objectif de l'organisation est de s'assurer que la technologie est utilisée pour stimuler la croissance économique et l'innovation, et que la main-d'œuvre canadienne demeure concurrentielle à l'échelle mondiale.

 [ictc-ctic.ca](https://www.ictc-ctic.ca)

 [info@ictc-ctic.ca](mailto:info@ictc-ctic.ca)

## POUR CITER CE RAPPORT

---

Todd Legere, Sheldon Lopez et Noah Lubendo. L'écosystème de l'IA au Canada : coup d'œil sur les compétences recherchées et les tendances. Conseil des technologies de l'information et des communications (CTIC), février 2025. Ottawa, Canada. Les auteurs sont classés par ordre alphabétique.

Recherches et rédaction par Todd Legere (économiste et analyste de recherche), Sheldon Lopez (économiste et analyste de recherche) et Noah Lubendo (analyste de la recherche et des politiques), avec le soutien généreux de Mairead Matthews (gestionnaire de la politique numérique) et de l'équipe Recherche et politiques du CTIC.

## AVIS DE NON-RESPONSABILITÉ

---

Les opinions et interprétations contenues dans cette publication sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles du gouvernement du Canada.

# TABLE DES MATIÈRES

|  |    |
|--|----|
| Avant-propos.....  | 4  |
| Contexte.....  | 5  |
| Emplois et compétences clés de l'industrie canadienne de l'IA..... | 6  |
| Ingénieur en intelligence artificielle.....                        | 7  |
| Chercheur en intelligence artificielle.....                        | 8  |
| Ingénieur en vision par ordinateur.....                            | 9  |
| Ingénieur de données.....  | 10 |
| Scientifique de données.....                                       | 11 |
| Ingénieur en apprentissage automatique.....                        | 12 |
| Développeur de logiciels.....                                      | 13 |
| Connaissances et compétences transférables.....                    | 14 |
| Conclusion.....  | 16 |
| Annexe A - Méthodologie.....                                       | 17 |
| Glossaire.....   | 18 |

# AVANT-PROPOS

De mai à octobre 2024, le Conseil des technologies de l'information et des communications (CTIC) a procédé à une étude primaire visant à cerner les postes clés et les ensembles de compétences qui stimulent l'industrie de l'intelligence artificielle (IA) au Canada, laquelle « devrait connaître une croissance annuelle de 33,9 % entre 2023 et 2028<sup>1</sup> ».

Le présent exposé de politique résume les résultats de cette recherche menée par le CTIC. Il définit les postes clés dans l'industrie canadienne de l'IA (ingénieurs en IA, chercheurs en IA, ingénieurs en vision par ordinateur, ingénieurs de données, scientifiques de données, ingénieurs en apprentissage automatique, développeurs de logiciels), en plus de décrire les aptitudes et compétences essentielles que les professionnels en début de carrière doivent démontrer pour réussir. Il offre également aux étudiants, aux établissements d'enseignement postsecondaire, aux décideurs et aux intervenants de l'industrie un aperçu des compétences et des technologies qui façonnent l'industrie de l'IA au Canada.

Le CTIC a l'intention d'utiliser les résultats de cette recherche pour élaborer un cadre d'évaluation des débutants dans ces postes clés de l'IA. Ce cadre sera offert sur le portail client de la plateforme eTalent Canada du CTIC au printemps 2025.

---

<sup>1</sup> Innovation, Sciences et Développement économique Canada, « Consultations sur la puissance de calcul pour l'intelligence artificielle (IA) », Gouvernement du Canada, consulté le 14 janvier 2025, <https://ised-isde.canada.ca/site/ised/fr/consultations-publiques/consultations-puissance-calcul-pour-lintelligence-artificielle-ia>.

# CONTEXTE

L'intelligence artificielle (IA) transforme le marché du travail canadien. Un nombre croissant d'entreprises élaborent ou adoptent des solutions d'IA en raison de l'efficacité, des capacités d'innovation et des possibilités d'adaptation qu'offre l'IA. Cette adoption croissante entraîne une forte augmentation de la demande de compétences liées à l'IA, y compris l'apprentissage automatique (ou apprentissage machine), l'apprentissage profond (DL), l'éthique de l'IA et la gouvernance de l'IA<sup>2</sup>. Les ingénieurs en apprentissage automatique, les ingénieurs en vision par ordinateur et les scientifiques de données sont particulièrement recherchés. Déjà, 46 % des travailleurs canadiens déclarent utiliser l'IA générative dans le cadre de leurs fonctions, soit deux fois plus que l'année précédente<sup>3</sup>.

Bien que la demande de professionnels en IA se fasse plus criante, les entreprises canadiennes ont du mal à trouver des travailleurs compétents<sup>4</sup>. Devant composer avec une concurrence intense pour les professionnels expérimentés en IA, certaines entreprises ajustent leurs stratégies d'embauche, en se concentrant sur des candidats prêts à travailler et à s'adapter, qui peuvent développer et déployer des technologies d'IA, et ce, même sans expérience directe dans l'industrie. D'autres adoptent des approches d'embauche fondées sur les compétences, privilégiant des compétences techniques spécifiques plutôt que des titres de postes traditionnels. Quelles que soient leurs stratégies, les organisations qui souhaitent se démarquer doivent comprendre quelles professions, aptitudes et compétences sont à l'avant-garde du paysage de l'IA en constante évolution.

Pour les travailleurs débutants qui cherchent à faire carrière en technologie, il est essentiel de comprendre les besoins spécifiques du Canada en matière de main-d'œuvre dans le domaine de l'IA. À mesure que la demande de compétences liées à l'IA augmente, les travailleurs qui ne suivent pas l'évolution des nouvelles technologies et ne parviennent pas à les intégrer dans leur pratique risquent d'être laissés pour compte. Les spécialistes consultés dans le cadre de cette étude ont souligné que les outils d'IA peuvent améliorer la productivité des professionnels chevronnés, ce qui risque de réduire le nombre d'opportunités s'offrant aux débutants dans divers secteurs. Par conséquent, il est encore plus important que les travailleurs en début de carrière possèdent des compétences recherchées qui répondent aux besoins de l'industrie.

Afin d'aider les entreprises canadiennes et les professionnels débutants, ce document présente les postes clés de l'industrie canadienne de l'IA (ingénieurs en IA, chercheurs en IA, ingénieurs en vision par ordinateur, ingénieurs de données, scientifiques de données, ingénieurs en apprentissage automatique, développeurs de logiciels) et décrit les ensembles d'aptitudes et de compétences essentielles nécessaires pour mener à bien de telles carrières. Il fournit également aux étudiants, aux établissements d'enseignement postsecondaire, aux décideurs et à différentes parties prenantes de l'industrie un aperçu des compétences et des technologies qui façonnent l'écosystème de l'IA au Canada.

<sup>2</sup> Institut Vecteur, « Les talents en intelligence artificielle au Canada », 30 octobre 2024, 9,15. <https://vectorinstitute.ai/fr/canadian-ai-job-market-shifting-favouring-specialized-in-demand-skills/>.

<sup>3</sup> KPMG au Canada, « Répertoire sur l'adoption de l'IA générative », 28 novembre 2024, 2. <https://kpmg.com/ca/fr/home/services/digital/ai-services/generative-ai-adoption-index.html>.

<sup>4</sup> Institut Vecteur, « Les talents en intelligence artificielle au Canada », 30 octobre 2024, 9,15. <https://vectorinstitute.ai/fr/canadian-ai-job-market-shifting-favouring-specialized-in-demand-skills/>.



# EMPLOIS ET COMPÉTENCES CLÉS DE L'INDUSTRIE CANADIENNE DE L'IA

Ingénieur en intelligence artificielle

Chercheur en intelligence artificielle

Ingénieur en vision par ordinateur

Ingénieur de données

Scientifique de données

Ingénieur en apprentissage automatique

Développeur de logiciels



# INGÉNIEUR EN INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Les ingénieurs en IA jouent un rôle central dans le développement et le déploiement de solutions d'IA de pointe dans un large éventail de systèmes d'IA, y compris l'apprentissage automatique, l'apprentissage profond, les réseaux neuronaux, la vision par ordinateur et le traitement du langage naturel (NLP). Les candidats idéaux démontrent leurs compétences en construisant des modèles d'IA à l'aide d'algorithmes d'apprentissage automatique et de réseaux neuronaux profonds pour permettre l'utilisation de l'IA dans des scénarios concrets et comprendre comment le code interagit avec le matériel. Les employeurs accordent une grande importance à une approche disciplinée de l'expérimentation, à l'évaluation des modèles en fonction des performances et à la volonté de se tenir au courant des nouveaux outils et techniques.



## Exigences de formation

- › Maîtrise en informatique, en science des données, en NLP, en mathématiques, etc.



## Certifications

- › Les certifications liées à l'infonuagique (AWS, Azure, GCP) sont idéales.



## Compétences techniques

- › Capacité à développer des processus complets qui traitent les données et les intègrent dans une base de données
- › Ingénierie logicielle, MLOps, GitOps, DevOps et compétences en infonuagique
- › Expérience démontrée dans la mise en œuvre de transformations vectorielles et de mathématiques matricielles
- › Expérience éprouvée du travail sur des plateformes infonuagiques
- › Expérience de l'ingénierie complète (full-stack) liée à la façon dont le code interagit avec le matériel



## Outils

- › Outils de collecte et de traitement des données (Apache Hadoop, Apache Spark, Pandas)
- › Cadres et bibliothèques d'apprentissage automatique (PyTorch, scikit-learn, TensorFlow)
- › Outils de déploiement de modèles (Docker)
- › Plateformes infonuagiques (AWS, Azure, GCP)



**Conseil visant l'évaluation de débutants :** Présentez des applications concrètes des concepts et des compétences en matière d'IA en utilisant l'historique de projets antérieurs. Justifiez la logique choisie et les défis relevés.



**Conseil visant l'avancement de carrière :** Faites preuve d'autonomie et d'une capacité à contribuer à des équipes techniques et à les diriger. Faites preuve d'une expertise avancée dans la programmation de modèles et de systèmes d'IA.



# CHERCHEUR EN INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Les chercheurs en IA explorent et font progresser les méthodologies d'apprentissage automatique et d'IA pour résoudre des problèmes complexes en développant de nouveaux modèles, en peaufinant les modèles existants ou en appliquant des techniques innovantes adaptées aux besoins spécifiques de l'organisation afin d'obtenir des résultats optimaux. Contrairement aux postes appliqués (par exemple, ingénieurs en IA), les chercheurs en IA procèdent de façon plus soutenue à la vérification d'hypothèses ainsi qu'à l'expérimentation, et doivent se tenir au courant des derniers développements et tendances en matière d'IA.



## Exigences de formation

- › Des diplômes d'études supérieures (maîtrise/doctorat) en informatique, en statistiques, en mathématiques ou dans d'autres domaines quantitatifs sont préférables.



## Certifications

- › Les compétences et l'expérience pratiques sont privilégiées par rapport aux certifications.



## Compétences techniques

- › Modélisation statistique, tests d'hypothèses et langages de programmation (Python, R, Java, C++, etc.)
- › Capacité à travailler avec les mégadonnées et des cadres d'apprentissage profond
- › La connaissance des méthodes de recherche et des cadres fondés sur des hypothèses est importante.



## Outils

- › Cadres et bibliothèques d'apprentissage automatique (TensorFlow, PyTorch, scikit-learn)
- › Outils de traitement et de visualisation des données (Pandas, Matplotlib, Seaborn)
- › Collaboration, contrôle de version, infonuagique et stockage (Git, GitHub, GitLab, AWS, GCP, Azure)



**Conseil visant l'évaluation de débutants :** Démontrez votre expérience en recherche expérimentale et en milieu universitaire. Faites état de votre capacité à peaufiner des concepts théoriques et à créer ou à perfectionner des algorithmes afin de faire progresser le savoir.



**Conseil visant l'avancement de carrière :** Montrez votre capacité à développer et à définir des avancées dans les nouvelles méthodes d'IA par le biais d'algorithmes et d'expérimentations. Ces avancées prennent souvent la forme de publications réputées et/ou de collaborations industrielles approfondies.





# INGÉNIEUR EN VISION PAR ORDINATEUR

Les ingénieurs en vision par ordinateur se spécialisent dans la conception et le déploiement de systèmes qui traitent et interprètent des données visuelles, y compris des images et des vidéos. Ils développent des modèles d'apprentissage automatique utilisés notamment dans la reconnaissance d'images, la détection d'objets et les systèmes autonomes tels les véhicules autonomes. Les candidats doivent généralement avoir de l'expérience en apprentissage automatique appliqué et la capacité de faire passer les modèles de la recherche à la production.



## Exigences de formation

- › Baccalauréat ou maîtrise en informatique, en ingénierie ou dans un domaine technique connexe



## Certifications

- › Les certifications liées à l'infonuagique (AWS, Azure, GCP) sont préférables.



## Compétences techniques

- › Solides compétences en programmation (Python, Matlab, C++ ou Java)
- › Expérience des algorithmes d'apprentissage automatique et profond
- › Capacité à traiter de grands ensembles de données de manière répétée pour trouver des solutions optimales
- › Capacité à appliquer la théorie de la vision par ordinateur (réseaux neuronaux convolutifs, traitement d'images, reconnaissance des formes)



## Outils

- › Bibliothèques de traitement d'images (OpenCV)
- › Cadres d'apprentissage automatique (TensorFlow, Keras, PyTorch)
- › Collaboration et contrôle de version (Git, GitHub)
- › Plateformes infonuagiques (AWS, Azure, GCP)



**Conseil visant l'évaluation de débutants :** Constituez un portfolio de projets montrant que vous savez créer et mettre en œuvre des modèles de détection d'objets capables de détecter plusieurs objets. Discutez des étapes de prétraitement, des compromis entre les différents modèles et de la justification de l'évaluation des modèles.



**Conseil visant l'avancement de carrière :** répresentez votre expertise dans la construction, l'entraînement, l'optimisation, le déploiement et l'intégration de modèles pour le matériel. Démontrez une compréhension avancée des caméras, de l'apprentissage profond et des réseaux neuronaux, ainsi que des compétences nécessaires pour travailler dans des domaines avancés de la vision par ordinateur, tels que la reconstruction 3D et la fusion de capteurs.



# INGÉNIEUR DE DONNÉES

Les ingénieurs de données sont essentiels à la réussite des équipes de science des données et d'apprentissage automatique. Ils conçoivent, créent et maintiennent des pipelines de données fiables, qui sont les principaux intrants de l'IA. Ils veillent également à ce que les données brutes soient traitées, nettoyées et organisées dans des formats utilisables pour les applications en aval. Enfin, ils sont responsables de la mise en place de l'infrastructure nécessaire au stockage, à la transformation et à l'analyse des données.



## Exigences de formation

- › Baccalauréat ou maîtrise en informatique, en technologie de l'information, en génie logiciel ou dans tout autre domaine quantitatif



## Certifications

- › Les certifications liées à l'infonuagique (AWS, Azure, GCP) sont préférables.



## Compétences techniques

- › Expérience de l'approche de la conception en médaillon pour la préparation des données, la mise à l'échelle des données et la préservation de la lignée des données afin de remonter à la source
- › Une expérience de la gestion de systèmes distribués, du développement de processus ETC, de la supervision de l'architecture des données, du pipeline et de la garantie de l'intégrité des données est essentielle.
- › Capacité à convertir et à nettoyer de grandes quantités de données bruyantes (par exemple, des gigaoctets) en informations condensées (par exemple, des kilo-octets) et utiles
- › Capacité à effectuer la normalisation des données, l'ingénierie des caractéristiques et la réduction de la dimensionnalité



## Outils

- › Outils liés aux mégadonnées (Apache Hadoop, Apache Spark, Apache Kafka, Amazon Redshift, Databricks, Snowflake)
- › Cadres ETC (Apache NiFi, Azure Data Factory)
- › Conteneurisation (Docker, Kubernetes)
- › Plateformes infonuagiques (AWS, Azure, GCP)



**Conseil visant l'évaluation de débutants :** Constituez un portfolio de projets démontrant la maîtrise de langages de programmation tels que SQL. Montrez votre compréhension des systèmes de gestion de bases de données et des cas d'utilisation professionnelle, ainsi que votre capacité à concevoir et à maintenir des pipelines évolutifs.



**Conseil visant l'avancement de carrière :** Faites état de votre expertise dans la construction et la maintenance de systèmes de collecte de données et de pipelines rapides et évolutifs, qui nécessitent une faible latence.



# SCIENTIFIQUE DE DONNÉES

**Les scientifiques de données ressemblent aux chercheurs en IA en ce sens qu'ils donnent la priorité aux tests d'hypothèses plutôt qu'au développement et à l'exploitation (DevOps).**

Ils extraient des informations pratiques à partir des données en développant et en utilisant des modèles et des algorithmes pour résoudre les problèmes de l'entreprise et mettre en relation les équipes techniques et les autres parties prenantes. En outre, les scientifiques de données sont souvent responsables de présenter clairement des résultats complexes, souvent à l'aide d'outils de visualisation et de tableaux de bord.



## Exigences de formation

- › Baccalauréat ou maîtrise dans un domaine connexe (informatique, statistiques, mathématiques, etc.)



## Certifications

- › Les certifications ne sont pas essentielles, mais le fait de suivre des cours de science des données en ligne (par exemple, sur Coursera ou Udemy) indique une volonté d'apprentissage ainsi qu'une grande éthique de travail.



## Compétences techniques

- › Maîtrise de Python, de R, de l'apprentissage profond, de l'analyse des séries temporelles, de l'analyse prédictive et de la modélisation statistique
- › Connaissance et compréhension approfondies des modèles, des algorithmes et des mathématiques qui les sous-tendent
- › Capacité à travailler avec des données éparses ou imparfaites et à leur donner une forme pouvant être vérifiée, analysée et validée
- › Visualisation et analyse de données en vue d'en tirer des informations clés



## Outils

- › Outils liés aux mégadonnées (Apache Hadoop, Apache Spark)
- › Nettoyage et analyse de données (R, Pandas)
- › Visualisation de données (NumPy, Power BI, Tableau)
- › Outils d'apprentissage automatique (scikit-learn, PyTorch, TensorFlow, Keras)
- › Plateformes infonuagiques (AWS, Azure, GCP)
- › Outils de collaboration (Jupyter Notebook, GitHub)



**Conseil visant l'évaluation de débutants :** Exercez-vous avec des ensembles de données fictifs. Recherchez des sites de compétition tels que Kaggle pour constituer votre portfolio de projets de données. Mettez l'accent sur votre capacité à écrire un code efficace, à produire une bonne documentation et à communiquer clairement des résultats et idées clés. Procédez idéalement à un entretien de suivi pour discuter de l'approche de la résolution de problèmes.



**Conseil visant l'avancement de carrière :** Démontrez votre expertise en analyse de données statistiques et de séries temporelles, ainsi que votre capacité à utiliser des algorithmes d'apprentissage automatique et des méthodes d'apprentissage profond pour éclairer la modélisation prédictive avancée.



# INGÉNIEUR EN APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE

Les ingénieurs en apprentissage automatique sont semblables aux ingénieurs en IA, mais ils se concentrent davantage sur le développement et l'amélioration des modèles d'apprentissage automatique, un sous-ensemble de l'IA. **Ils se spécialisent dans la construction et l'optimisation de modèles d'apprentissage automatique pour résoudre des problèmes complexes.** Les responsabilités quotidiennes d'un ingénieur en apprentissage automatique impliquent une compréhension approfondie des algorithmes, des structures de données et des systèmes distribués, car il est souvent responsable de recueillir et de préparer les données, d'entraîner les modèles et de les déployer en production. En outre, les ingénieurs en apprentissage automatique doivent être des communicateurs hors pair, car leur poste nécessite de collaborer avec des équipes interfonctionnelles afin de s'assurer que leurs modèles sont précis et qu'ils s'intègrent efficacement dans les applications.



## Exigences de formation

- › Maîtrise ou doctorat en informatique, en apprentissage automatique, en science des données, en mathématiques ou dans tout autre domaine connexe



## Certifications

- › Les certifications liées à l'infonuagique (AWS, Azure, GCP) sont préférables.



## Compétences techniques

- › Maîtrise des langages de programmation (Python, R, Java)
- › Compréhension éprouvée de la conception de systèmes fiables et sécurisés
- › Expérience du déploiement de modèles d'apprentissage automatique et de la gestion de pipelines
- › Compréhension de MLOps, de GitOps, de DevOps et des plateformes infonuagiques
- › Expérience des pipelines CI/CD et des outils de surveillance, comme tels MLflow



## Outils

- › Outils de traitement des données (Pandas, NumPy, scikit-learn)
- › Cadres et bibliothèques d'apprentissage machine (PyTorch, TensorFlow, Keras)
- › Déploiement de modèles et conteneurisation (Kubernetes, Docker, Databricks)
- › Collecte et traitement des données (Apache Hadoop)
- › Plateformes infonuagiques (AWS, Azure, GCP)



**Conseil visant l'évaluation de débutants :** Constituez un portfolio de projets qui démontrent une maîtrise des langages de programmation et une connaissance approfondie des bibliothèques d'apprentissage automatique, ainsi qu'une capacité à fournir un raisonnement étayé concernant la structure des données, les algorithmes, la sélection des modèles et les techniques d'évaluation.



**Conseil visant l'avancement de carrière :** Démontrez votre capacité à prodiguer des conseils en construisant des systèmes logiciels et en développant des algorithmes qui facilitent l'apprentissage automatique en production et à grande échelle.



# DÉVELOPPEUR DE LOGICIELS

Les développeurs de logiciels sont responsables de la conception, de l'élaboration et de la maintenance de systèmes logiciels pour une grande variété de produits destinés aux utilisateurs et aux entreprises. Leur rôle consiste à développer des applications Web et à concevoir des systèmes d'arrière-plan (back-end) tout en garantissant leur évolutivité, sécurité et fiabilité. Les développeurs de logiciels jouent un rôle crucial dans le cycle de vie des logiciels, depuis l'établissement des besoins jusqu'au déploiement des solutions. Une compréhension avérée de la programmation, des algorithmes, des structures de données et des systèmes de contrôle de version est essentielle. En outre, l'acquisition d'une expertise dans des domaines spécifiques, tels que l'intégration de l'IA, peut accélérer la progression de la carrière.



## Exigences de formation

- › Baccalauréat en informatique, en génie logiciel ou dans un domaine connexe



## Certifications

- › Des certifications dans des langages de programmation ou des cadres pertinents et dans des plateformes infonuagiques sont utiles.



## Compétences techniques

- › Maîtrise des langages de programmation (Java, JavaScript, Python, C++ et C#)
- › Expérience des structures de données et des algorithmes, des bases de données, des API et des cadres de test de logiciels (JUnit, Selenium, etc.)
- › Pratiques DevOps



## Outils

- › Environnements de développement logiciel intégré
- › Plateformes CI/CD (Jenkins, GitLab CI/CD, etc.)
- › Gestion de bases de données (SQL)
- › Conteneurisation (Docker, Kubernetes)
- › Collaboration et contrôle de version (Git, GitHub)
- › Cadres et bibliothèques ML (PyTorch, TensorFlow, scikit-learn)
- › Plateformes infonuagiques (AWS, Azure, GCP)
- › Outils de gestion de projet (Jira, Trello)



**Conseil visant l'évaluation de débutants :** Attaquez-vous à des problèmes de codage et réalisez des exercices à domicile. Démontrez vos compétences en matière de résolution de problèmes et votre compréhension des algorithmes, des structures de données et des principes de conception des logiciels. Les domaines clés de l'évaluation sont la production d'un code efficace, propre et facile à maintenir, assorti d'une documentation appropriée.



**Conseil visant l'avancement de carrière :** Faites preuve d'autonomie et produisez systématiquement un code propre, facile à maintenir et efficace. Cernez les différentes améliorations à apporter aux processus.



# CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES TRANSFÉRABLES

Outre les exigences propres à leurs fonctions, les participants à cette étude ont présenté des domaines de connaissances transférables et de compétences nécessaires aux professionnels de l'IA. Les compétences transférables sont des compétences qui peuvent être utilisées dans divers postes, fonctions et industries. Dans l'économie numérique et le paysage technologique en évolution constante au Canada, ces compétences donnent un avantage aux professionnels et leur permettent de s'adapter à divers rôles, projets et besoins organisationnels. Les spécialistes qui ont pris part aux tables rondes et aux entretiens ont souligné l'importance de ces compétences pour s'adapter aux progrès technologiques rapides et passer à de nouveaux postes et secteurs.

## **Connaissance du domaine de l'IA :**

Les postes dans lesquels l'IA est utilisée exigent généralement des professionnels qu'ils aient une connaissance approfondie d'un large éventail d'outils d'IA, des forces et faiblesses de ceux-ci, ainsi que de leurs applications pratiques. De telles connaissances comprennent la capacité à jumeler l'utilisation de l'IA avec la supervision humaine. Ainsi, tirer profit de l'IA pour améliorer les capacités humaines est une tendance importante tant pour les développeurs d'IA que pour ceux qui utilisent l'IA dans leur travail.

**Compétences en matière de développement de l'IA :** Les postes visant le développement de produits et de services d'IA exigent généralement une compréhension plus technique du codage, de la création, de la maintenance et de la mise en œuvre de systèmes d'IA. La maîtrise de langages de programmation tels que Python, R, Java ou C++ est essentielle. Python se distingue par ses nombreuses bibliothèques pour la manipulation

de données (Pandas, NumPy), l'apprentissage machine (scikit-learn, TensorFlow, PyTorch) et la vision par ordinateur (OpenCV, TensorFlow). La capacité à utiliser SQL pour l'interrogation des bases de données et les compétences en matière de script pour l'automatisation améliorent davantage la productivité, tandis que la connaissance de plateformes infonuagiques (AWS, Azure, GCP) est de plus en plus bénéfique compte tenu de la tendance à la migration vers l'infonuagique.

## **Compétences en mathématiques :**

Les tendances actuelles entourant la main-d'œuvre dans le domaine de l'IA montrent l'importance de posséder des compétences en mathématiques appliquées, car l'algèbre linéaire, les probabilités, le calcul et l'optimisation constituent la base de la modélisation et de l'analyse. Ces concepts sont essentiels pour comprendre les algorithmes, concevoir des réseaux neuronaux et interpréter des résultats.



**Compétences interpersonnelles :** Dans les domaines et les postes très techniques, les compétences interpersonnelles sont essentielles pour favoriser la collaboration, stimuler l'innovation et obtenir des résultats concrets. Les personnes interrogées ont souligné l'importance croissante des compétences interpersonnelles dans l'écosystème technologique, en particulier celles liées à la communication, à la collaboration, à la résolution de problèmes et à la curiosité. Ces compétences interpersonnelles transférables sont un complément à l'expertise technique chez des professionnels présentant un profil équilibré qui sont capables de s'adapter à des environnements en évolution.

**Compétences en matière de résolution de problèmes :** Les compétences en matière de résolution de problèmes sont fondamentales dans les postes liés à l'IA, depuis le processus d'entretien jusqu'aux tâches quotidiennes. Ainsi, les professionnels travaillant dans l'écosystème de l'IA au Canada doivent être capables d'aborder des défis complexes en faisant preuve de raisonnement logique et de créativité.

**Collaboration et communication :** Étant donné la nature interdisciplinaire des postes présentés dans ce document, les professionnels visés doivent fréquemment collaborer avec différentes parties prenantes. Présenter des concepts techniques à des gens ne détenant pas d'expertise technique, par exemple pour donner des résultats de données, expliquer des décisions liées à des modèles ou plaider en faveur d'investissements technologiques et/ou de l'adoption de technologies, constitue une application essentielle des compétences en communication dans le domaine de l'IA. En outre, la capacité à collaborer de manière transversale est nécessaire à la réussite que connaîtra l'équipe ou le projet.

**Apprentissage continu :** Les professionnels de l'IA ont le devoir de se tenir au courant des dernières avancées technologiques en tirant profit de la formation continue pour développer des compétences techniques polyvalentes qui leur permettront de prospérer dans le monde en constante évolution de l'IA. En outre, se tenir au courant des tendances du secteur, s'adapter rapidement aux défis émergents, saisir de nouvelles opportunités et préserver une volonté d'apprendre sont considérés comme essentiels dans les environnements technologiques et d'IA qui évoluent rapidement. Par conséquent, les ensembles de compétences pertinentes évoluent aussi rapidement, ce qui indique que les professionnels qui veulent acquérir de nouvelles connaissances, remettre en question leur savoir actuel et renforcer leurs points forts seront les mieux placés pour réussir.

**Portfolios personnels :** Les diplômes officiels ne suffisent pas pour obtenir un poste dans le domaine de l'IA. Il est important que les candidats soient en mesure de présenter leurs compétences par le biais de l'historique de leurs projets. Les professionnels de l'IA doivent non seulement faire preuve de solides compétences techniques, mais également se distinguer par leurs portfolios et leurs projets personnels, lesquels peuvent indiquer aux employeurs leur intérêt sincère et leur compréhension des subtilités du domaine.

# CONCLUSION

Dans le secteur de l'IA qui évolue rapidement au Canada, les postes de débutants sont de plus en plus influencés par les compétences et l'expérience démontrables.

Les spécialistes consultés dans le cadre de cette étude soulignent qu'il est essentiel que les candidats détiennent des connaissances fondamentales, de grandes compétences interpersonnelles et une passion pour l'IA, ce qui implique naturellement une volonté d'apprendre. De plus en plus, les employeurs recherchent des candidats qui maîtrisent de nombreuses fonctions organisationnelles, ce qui indique qu'ils possèdent les compétences recherchées ainsi qu'une connaissance du domaine ou un sens aigu des affaires.

En ce qui concerne les certifications, les employeurs ont souligné l'importance de compléter l'enseignement traditionnel par des ressources d'apprentissage supplémentaires, telles que des cours en ligne et des microcertifications. Ils ont toutefois noté que les candidats les plus brillants ne se contentaient pas d'avoir les « bons » diplômes et certifications; plutôt, ils présentaient des portfolios professionnels impressionnants qui mettaient en valeur leurs compétences.

En fin de compte, les personnes les mieux placées pour exceller dans l'écosystème de l'IA au Canada sont celles qui détiennent des compétences fondamentales pertinentes à l'IA - comme les mathématiques, la programmation et la visualisation de données - ainsi qu'un ensemble équilibré de compétences interpersonnelles. En raison du rythme soutenu de l'évolution du domaine, il est essentiel que les débutants se fassent un point d'honneur de favoriser l'apprentissage continu.



# ANNEXE A - MÉTHODOLOGIE

Pour cartographier l'évolution du paysage de l'emploi en IA, le CTIC a utilisé les données de Vicinity pour analyser les emplois affichés entre janvier 2022 et juillet 2024<sup>5</sup>. L'équipe a filtré ces offres d'emploi à l'aide de codes spécifiques de la Classification nationale des professions (CNP) relatifs à l'économie numérique, puis a affiné les résultats en sélectionnant les postes comportant des mots-clés liés à l'IA<sup>6</sup>.

Cette analyse a permis de découvrir des postes clés à l'industrie de l'IA : ingénieurs en IA, chercheurs en IA, ingénieurs en apprentissage machine, ingénieurs en vision par ordinateur, ingénieurs de données, scientifiques de données et développeurs de logiciels. Entre mai 2024 et

octobre 2024, le CTIC a déterminé les besoins en matière de talents dans l'industrie en menant des recherches primaires partout au Canada, y compris en procédant à des entretiens avec 16 spécialistes de l'industrie et en organisant des tables rondes réunissant 40 professionnels de l'IA. Leurs réponses permettront de présenter aux débutants les aptitudes et compétences nécessaires pour réussir dans chacun de ces postes.

Au-delà des objectifs du présent document, le CTIC a l'intention d'utiliser les résultats de cette recherche pour élaborer un cadre d'évaluation de débutants dans ces postes clés de l'IA. Ce cadre sera déposé sur le portail client eTalent Canada du CTIC au printemps 2025.

**Tableau 1 : Codes et catégories de la CNP utilisés pour le moissonnage de données sur les emplois visés**

| Code/Catégorie | Titre/Description   |
|----------------|---|
| CNP 21211      | Scientifiques de données  |
| CNP 21231      | Ingénieurs/ingénieures et concepteurs/conceptrices en logiciel  |
| CNP 22313      | Mécaniciens/mécaniciennes, techniciens/techniciennes et contrôleurs/contrôleuses d'avionique et d'instruments et d'appareillages électriques d'aéronefs |
| CNP 21300      | Ingénieurs civils/ingénieures civiles   |
| CNP 92100      | Mécaniciens/mécaniciennes de centrales et opérateurs/opératrices des réseaux électriques  |
| CNP 21311      | Ingénieurs informaticiens/ingénieures informaticiennes (sauf ingénieurs/ingénieures et concepteurs/conceptrices en logiciel)                            |
| CNP 20010      | Directeurs/directrices des services de génie  |
| CNP 21223      | Analystes de bases de données et administrateurs/administratrices de données  |
| CNP 21301      | Ingénieurs mécaniciens/ingénieures mécaniciennes  |
| CNP 21232      | Développeurs/développeuses et programmeurs/programmeuses  |
| Sous-catégorie | Sciences naturelles et appliquées   |

<sup>5</sup> Vicinity Jobs Inc. Données générées le 6 septembre 2024.

<sup>6</sup> Mots clés utilisés pour améliorer les résultats du moissonnage de données : intelligence artificielle, IA, apprentissage machine, NLP, requête, génératif.



# GLOSSAIRE

**Amazon Redshift** : Entrepôt de données infonuagique rapide et évolutif permettant l'analyse de téraoctets de données en quelques minutes.

**Apache Hadoop/Spark** : Outils ouverts permettant le traitement de grands ensembles de données.

**Apache Kafka** : Plateforme de diffusion de données distribuées permettant de s'abonner à des flux d'enregistrements en temps réel, ainsi que d'en publier, d'en stocker et d'en traiter.

**Apache NiFi** : Plateforme ouverte de gestion de transfert de données entre différentes sources et systèmes de destination.

**Apprentissage machine (ML)** : Algorithmes permettant de discerner des modèles et de faire des prédictions.

**Architecture de médaille** : Modèle de conception de données impliquant le traitement de données par étapes (bronze, argent et or).

**Azure Data Factory (ADF)** : Solution d'intégration de données sans serveur, entièrement gérée, pour l'ingestion, la préparation et la transformation de données à l'échelle.

**Conteneurisation** : Processus de déploiement de logiciels qui regroupe le code d'une application avec tous les fichiers et bibliothèques qui lui sont nécessaires.

**Databricks** : Plateforme analytique unifiée et ouverte pour créer, déployer, partager et maintenir à l'échelle des données, des analyses et des solutions d'IA de qualité professionnelle.

**Développement et exploitation (DevOps)** : Pratiques intégrant le développement de logiciels et les opérations informatiques.

**Docker/Kubernetes** : Outils de conteneurisation et de gestion des applications distribuées.

**Environnement de développement intégré** : Application logicielle combinant divers outils tels qu'un éditeur de code, un compilateur, un débogueur et un terminal en une seule interface graphique, permettant aux développeurs d'écrire, d'éditer, de compiler et de déboguer le code.

**Extraire, transformer, charger (ETL)** : Processus de collecte, d'affinage et de stockage des données en vue de leur utilisation.

**GitHub** : Plateforme permettant aux développeurs de créer, de stocker, de gérer et de partager leur code.

**GitLab** : Plateforme Web aidant les équipes à développer, à sécuriser et à déployer des logiciels.

**Infonuagique** : Services informatiques, tels que le stockage et les logiciels, offerts en ligne.

**Intégration continue/déploiement continu (CI/CD)** : Ensemble de pratiques qui automatisent le processus de développement de logiciels, le rendant plus rapide et plus efficace.

**Intelligence artificielle (IA)** : Technologie permettant aux machines d'effectuer des tâches nécessitant une intelligence humaine.

**Interface de programmation d'applications (API)** : Outil permettant aux programmes logiciels d'interagir.

**Jira/Trello** : Outils de gestion de projet permettant le suivi des tâches et la collaboration.

**JUnit** : Cadre conçu pour faciliter les tests unitaires en Java.

**Jupyter Notebook** : Application Web ouverte permettant aux utilisateurs de créer et de partager des documents interactifs comprenant du code, du texte et d'autres éléments.

**Keras** : Bibliothèque Python de haut niveau utilisée pour l'apprentissage profond, qui offre une interface conviviale pour construire et former des réseaux neuronaux.

**Langage d'interrogation structuré (SQL)** : Langage de gestion et d'interrogation de bases de données.

**Matplotlib** : Bibliothèque Python permettant de créer des visualisations statiques, animées et interactives.

**MLflow** : Plateforme ouverte permettant le développement de modèles et d'applications d'IA générative.

**NumPy** : Bibliothèque ouverte de calcul mathématique et scientifique pour Python.

**OpenCV** : Bibliothèque logicielle ouverte et gratuite pour la vision par ordinateur et l'apprentissage automatique, utilisée pour traiter les images et les vidéos.



**Opérations d'apprentissage automatique (MLOps) :**

Pratiques combinant l'apprentissage automatique ainsi que le développement et l'exploitation pour gérer des modèles en production.

**Opérations Git (GitOps) :** Cadre tirant profit des dépôts Git pour automatiser les changements d'infrastructure et les déploiements.

**Pandas :** Bibliothèque Python utilisée permettant le travail avec des ensembles de données.

**Plateformes infonuagique :** Services informatiques en ligne, comme Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure et Google Cloud Platform (GCP).

**Python :** Langage de programmation polyvalent largement utilisé dans l'IA et l'apprentissage automatique.

**Réseaux neuronaux :** Algorithmes de reconnaissance de modèles, inspirés du cerveau humain.

**Scikit-learn :** Bibliothèque Python visant l'apprentissage automatique et l'analyse de données.

**Seaborn :** Bibliothèque visant la création de graphiques statistiques en Python.

**Selenium :** Outil permettant de tester des applications Web.

**Snowflake :** Entrepôt de données infonuagique offrant une évolutivité et une flexibilité dans la gestion et l'analyse de données.

**Systèmes de contrôle de version :** Outils tels que Git permettant de suivre et de gérer des modifications au code.

**Systèmes distribués :** Systèmes en réseau travaillant ensemble pour des tâches partagées.

**TensorFlow/PyTorch :** Cadres d'apprentissage automatique permettant la création et le déploiement de modèles d'IA.

**Traitement du langage naturel (NLP) :** Sous-domaine de l'IA tirant profit de l'apprentissage machine pour permettre aux ordinateurs de reconnaître, de comprendre et de générer du langage humain afin de communiquer par le biais de textes et/ou de la parole.

**Vision par ordinateur :** IA interprétant des données visuelles telles que des images et des vidéos.

**Visualisation de données :** Représentation graphique de données visant une meilleure compréhension.





**ICTC**  **CTIC**  
[www.ictc-ctic.ca/fr](http://www.ictc-ctic.ca/fr)