



Les compétences à développer pour la gestion de projets en IA : part de soi, part d'autrui

The Skills Needed to Manage AI Projects: Personal Contributions, Contributions of Others

Las competencias necesarias para gestionar proyectos de IA: contribución propia, contribución de los demás

<https://doi.org/10.52358/mmm.vi17.386>

Valéry Psyché, professeure
Université TÉLUQ, Canada
valery.psyche@teluq.ca

Diane-Gabrielle Tremblay, professeure
Université TÉLUQ, Canada
diane-gabrielle.tremblay@teluq.ca

Valérie Payen Jean Baptiste, postdoctorante
Université TÉLUQ, Canada
valerie.payen@teluq.ca

RÉSUMÉ

Dans un contexte où l'intégration de l'IA dans les processus, produits et services des organisations devient cruciale, nous avons conduit une recherche centrée sur le développement des compétences en gestion de projets d'IA et avons constaté l'importance croissante des compétences transversales (*soft skills*). L'objectif était de saisir les dimensions collaboratives versus les dimensions individuelles dans l'acquisition de ces compétences, traditionnellement acquises dans un environnement collectif de travail, du point de vue des gestionnaires de projets IA. Notre texte traite du processus de développement d'un référentiel





de compétences, coconstruit avec les experts du domaine, ainsi que des analyses dégagées de ce processus sur le plan des compétences requises et du mode d'acquisition de ces compétences pour le développement de l'identité professionnelle. Ce référentiel vise à orienter les stratégies de formation en gestion de l'IA des établissements de formation, afin qu'ils puissent concevoir des formations adaptées à la réalité du milieu du travail, incluant des besoins d'apprentissage collaboratif.

Mots-clés : développement de compétences, identité professionnelle, intelligence artificielle, formation, développement professionnel

ABSTRACT

In a context where the integration of AI into organizations' processes, products and services is becoming crucial, we carried out a study focused on the development of AI project management skills and noted the growing importance of soft skills. As these skills are traditionally acquired in a collective work environment, our aim was to capture the collaborative versus individual dimensions in the development of these skills from the point of view of AI project managers. Our text deals with the process of developing a skills repository, co-constructed with experts in the field, as well as the analyses that emerged from this process in terms of the skills required and how these skills are acquired for the development of professional identity. This repository aims to guide training institutions' AI management training strategies so that they can design training adapted to the reality of the workplace, including collaborative learning needs.

Keywords: competency development, professional identity, artificial intelligence, training, professional development

RESUMEN

En un contexto en el que la integración de la IA en los procesos, productos y servicios de las organizaciones es cada vez más crucial, llevamos a cabo una investigación centrada en el desarrollo de las competencias de gestión de proyectos de IA y observamos la creciente importancia de las competencias transversales (*soft skills*). Dado que estas competencias se adquieren tradicionalmente en un entorno de trabajo colectivo, el objetivo era comprender las dimensiones colaborativas frente a las individuales, en el desarrollo de estas competencias desde el punto de vista de los gestores de proyectos de IA. Nuestro texto aborda el proceso de elaboración de un repositorio de competencias, co-construido con expertos en la materia, así como los análisis surgidos de este proceso en cuanto a las competencias requeridas y cómo se adquieren estas competencias para el desarrollo de la identidad profesional. Este repositorio pretende orientar las estrategias de formación en gestión de IA de las instituciones de formación, para que puedan diseñar una formación adaptada a la realidad del puesto de trabajo, incluyendo las necesidades de aprendizaje colaborativo.

Palabras clave: desarrollo de competencias, identidad profesional, inteligencia artificial, formación, desarrollo profesional



Introduction : le contexte de l'IA dans les organisations

Selon de nombreux experts, l'IA entraînerait des changements bénéfiques pour les entreprises et les individus (Davet *et al.*, 2022; Dilhac *et al.*, 2018) et une forte croissance économique est à prévoir. Plusieurs études soulignent que l'IA est une technologie qui augmentera la richesse globale, comme la richesse publique. Comme le souligne Accenture (2018),

[...] l'IA pourrait apporter 939 milliards de dollars de valeur supplémentaire aux secteurs publics de 16 grands pays développés (soit une augmentation d'environ 25 % de la productivité rendue aux contribuables) (Accenture, 2018).

Parce que l'IA se caractérise par ses capacités prédictives dans des domaines très variés : économiques, politiques, scientifiques..., c'est ce potentiel prédictif qui intéresse les entreprises et les managers (Kiron 2017). En effet, l'ère des systèmes d'IA a progressé à des niveaux où les véhicules autonomes, les agents conversationnels, la planification autonome, les jeux, la traduction, les diagnostics médicaux et même la lutte contre le *spam* peuvent être réalisés par des machines intelligentes. (Dwivedi *et al.*, 2019, p. 2).

Notre projet de recherche (PIA-C01) sur la définition des compétences pour la gestion de projets en intelligence artificielle (IA) visait à déterminer les compétences essentielles à la gestion de l'intelligence artificielle au sein des organisations.

Transformation du marché du travail et des professions

Selon le Mckinsey Global Institute (2017), l'automatisation des tâches basée sur l'IA, notamment grâce aux techniques d'apprentissage automatique, remplacera plusieurs emplois dans divers secteurs économiques. De nouvelles professions importantes dans l'économie de l'IA se développent également, telles que les fournisseurs de solutions d'IA (Mantha *et al.* 2019) et les gestionnaires de la technologie d'intelligence d'affaires, un corps professionnel du monde des affaires qui regroupe différentes professions : des cadres informatiques, des analystes et des consultants, des responsables du développement commercial/des ventes, etc., et dont la tâche principale est de combler le fossé entre les équipes informatiques et les équipes commerciales (Ticoll, 2020, p. 34).

Au Canada, on s'attend à une explosion de ce type d'emplois, déjà très demandés, pour que les avancées théoriques en IA aient un impact considérable sur l'économie (Ticoll, 2020, p. 22). Cependant, comme partout dans le monde, les derniers mois ont vu s'accroître la connaissance et la sensibilisation sur les effets de l'IA, ne serait-ce qu'avec les avancées en IA générative, notamment avec l'apparition de ChatGPT 4 d'Open AI, qui a été annoncé dans pratiquement tous les médias du monde (Cadot et Arouche, 2023), suivi de Bard de Google et de Claude AI d'Anthropic (McKenna, 2023)

Toutefois, les analyses ont bien mis en évidence le fait que si l'IA peut effectuer des tâches précises, les effets se traduiront davantage par une transformation des tâches. Déjà, une récente étude de Gartner relatée dans ZDNET démontre que l'expansion de l'IA dans presque tous les secteurs entraîne la disparition d'emplois existants et la création de nouveaux principalement basés sur la gestion du fonctionnement de l'autonomisation (Auffrey, 2023). Selon le même auteur, d'ici 2025, la majorité des leaders du secteur des logiciels auront à gérer de l'IA générative dans leur travail quotidien. Cela implique de meilleures connaissances non seulement sur le plan technologique, mais également sur le plan éthique dans l'application de l'IA. C'est donc dans ce contexte que nous nous intéressons aux compétences nécessaires pour assumer la fonction de gestionnaire de projet en IA.



Par ailleurs, le domaine des technologies connaît lui aussi plusieurs évolutions. Par exemple, les experts en IA sont eux-mêmes le produit de la métamorphose d'une profession antérieure : celle des spécialistes des technologies numériques ou spécialistes en technologies de l'information (TI), qui ont dû et doivent encore acquérir de nouvelles compétences pour obtenir leur nouveau statut.

L'évolution de la profession de spécialiste des technologies numériques vers celle d'expert en IA n'est cependant pas facile à réaliser. Par exemple, un spécialiste traditionnel des technologies numériques, tel qu'un programmeur ou ingénieur en informatique, doit acquérir les compétences suivantes pour être qualifié de « spécialiste de l'apprentissage automatique » : « apprentissage automatique, statistiques, données non structurées et plusieurs langages de programmation peu familiers » (Ticoll, 2020, p. 25). L'énorme quantité de travail nécessaire pour acquérir une expertise en IA requiert un investissement considérable de la part de l'individu et cette difficulté peut à juste titre être considérée comme un « défi » à l'essor de l'IA (Ticoll, 2020, p. 25). De plus, l'offre de formations n'est pas toujours au rendez-vous, puisque les formateurs doivent eux-mêmes actualiser leurs connaissances sur des sujets en constante évolution. On parle aussi de plus en plus des défis du formateur 4.0 (Psyché *et al.*, 2023).

Les compétences en gestion de projets d'IA

À mesure que l'on assiste à l'évolution du marché des IA, on se rend compte que le succès du secteur repose bien plus que sur des aspects techniques et technologiques, mais également sur des facteurs d'éthique, de partenariats et de collaborations. L'approche de développement de compétences des gestionnaires d'IA met donc de plus en plus l'accent sur les compétences transversales (travail en équipe, communication, éthique)

Pour s'assurer de concevoir des systèmes d'IA intégrant une préoccupation éthique, les gestionnaires doivent s'assurer que :

- Toute décision prise par le système d'IA respectera les droits de la personne;
- Les données sur les personnes ne sont pas biaisées;
- Les équipes de conception reflètent la diversité des personnes;
- La conception des systèmes d'IA limite les biais de conception.

À ce propos, Jacob et Ouellet (2019) mentionnent qu'en ce qui concerne la planification des projets avec les données détaillées fournies aux systèmes sur les tâches des employés, le système d'IA peut effectuer des simulations pour prédire la durée du projet, les objectifs de gestion et les actions de contrôle. Sur la base de ces informations, le système peut aussi générer un calendrier optimal pour le projet et affecter les membres de l'équipe aux tâches qui leur conviennent le mieux, de manière à réduire à la fois les coûts et le temps nécessaire à la réalisation des activités (Nobre, 2020). Dans ce cas précis, si on observe une automatisation et une réallocation de certaines tâches au système d'IA, il incombe au gestionnaire de les contrôler afin de s'assurer que le processus respecte des règles de gestion responsable de l'AI.

Les gestionnaires qui travaillent avec l'IA doivent être dotés de nombreuses qualités personnelles pour pouvoir s'adapter aux nouvelles exigences de leur travail. Parmi ces compétences, il y a la capacité de concevoir une vision stratégique, la capacité d'adaptation, les capacités à faire face à l'incertitude, les capacités axées sur le jugement et les capacités de réflexion éthique (Jacob et Ouellet, 2019). Face au développement de l'IA et de l'automatisation des processus, les gestionnaires doivent cultiver des compétences plus humaines, comme la sensibilité sociale, l'empathie, l'intelligence émotionnelle et l'intelligence interculturelle (Jacob et Ouellet, 2019).



Tout comme le référentiel que nous avons développé, la plupart des référentiels consultés, notamment celui du CRHA (2018) et de la AUNEGE-FNEGE (2019) et celui de la (Commission des partenaires du marché du travail, 2022), identifient aussi les compétences humaines nécessaires pour les gestionnaires de projet. Par exemple, CRHA (2018) identifie la pensée critique, la curiosité, l'écoute active, la créativité, l'ouverture d'esprit, la communication écrite et orale, l'intelligence émotionnelle, etc. Concernant les compétences transversales du CRHA (2018), nous citons comme exemple l'intelligence relationnelle, l'accompagnement et la communication.

En ce qui concerne les compétences techniques, TECHNOCompétences (2016) mentionne que les technologies numériques transforment la majorité des domaines d'affaires, qu'ils soient utilisateurs ou producteurs de ces technologies. De plus, les algorithmes de prédiction s'appuient fortement sur les données. On attend donc des gestionnaires de projet d'IA qu'ils comprennent le fonctionnement des algorithmes et qu'ils aient les compétences nécessaires pour garantir la qualité des données, notamment en s'assurant qu'elles sont exemptes de biais et représentatives.

Ainsi, la multiplication des créneaux d'affaires dont parlait TECHNOCompétences (2016) dans son étude sur les compétences et les besoins de formation en TI se poursuit dans tous les domaines d'affaires, y compris ceux hors du secteur traditionnel des TI.

La gestion de projet d'IA ou utilisant des technologies d'IA ajoute un niveau de complexité à la gestion de projets en technologie de l'information (TI). Il est important que les gestionnaires en prennent conscience de façon à anticiper cette complexité qu'ils doivent gérer. Par exemple, en ce qui concerne le suivi et l'exécution des projets, des méthodes telles que l'évaluation du statut Red-Amber-Green (RAG)¹ sont utilisées pour suivre l'avancement des tâches et l'allocation des ressources (Jacob *et al.* 2019). Elles indiquent la progression d'un projet via le traitement du langage naturel et les algorithmes génétiques (Nobre, 2020). Dans un tel cas, le gestionnaire doit comprendre les méthodes et les processus techniques en jeu.

L'identité professionnelle

Dans le but de saisir la manière dont se construit l'identité professionnelle à travers le développement de compétences du gestionnaire de projet en IA, nous avons également analysé cet aspect dans le cadre de ce projet. Selon la littérature scientifique, l'identité professionnelle (Caza et Creary, 2016, cités dans Bérastégui, 2021) se définit comme un mécanisme cognitif qui influence les attitudes, les sentiments et les comportements des personnes au travail, mais aussi en dehors du travail (Bérastégui, 2021). On note que cette identité s'acquiert par la formation bien sûr, mais aussi en lien avec les autres, dans le travail. Tout comme le souligne (Wenger, 2009), un des auteurs préceptes de ce concept, les interactions entre individus et leur milieu, leur engagement et leur participation aux activités courantes de leur communauté conduit à une construction d'une identité en lien avec elle (Wenger, 2009). Chaque milieu de travail élabore ses normes et ses règles de fonctionnement auxquels le professionnel se réfère afin de tisser son appartenance et de construire, dans le temps, une identité par rapport à elle, à savoir « sa propre façon de faire et d'agir » (Le Boterf, 2018, p. 27) La construction de l'identité professionnelle est donc un processus à la fois interrelationnel et situationnel, puisqu'il est inséré dans un milieu qui comprend des pratiques propres et se réalise dans l'échange avec les autres, la communication, la négociation et aussi

¹ Dans la gestion de projets, RAG (rapport RAG, statut RAG ou *delivery confidence assessment*) est un acronyme qui signifie *red*, *amber*, *green*. Il concerne le rapport sur l'état du projet et est utilisé par les chefs de projet pour indiquer les performances d'un certain projet.



par des tensions dont l'aboutissement est l'intégration et l'acceptation de l'individu comme membre légitime à part entière (Lave, 1991) Ce processus révèle donc le moyen par lequel un professionnel se forge une identité dans son activité professionnelle.

Cette approche permet de considérer l'affordance du milieu de travail à favoriser ou pas le développement de l'identité professionnelle. Billett (2008) stipule à ce propos que les besoins et les attentes personnels des individus rentrent en interaction avec les objectifs de l'organisation et cette relation interdépendante provoque les changements de pratiques et la construction de nouvelles cultures : c'est uniquement grâce à leur participation et à l'apprentissage au travail que les transformations culturelles qui englobent chaque modification des pratiques de travail peuvent être mises en œuvre (Billett, 2008, p. 4). Le Boterf (2018) souligne également que dans le milieu du travail, la gestion de nombreux flux d'informations, de projets et d'activités conduisent les professionnels à travailler en réseau, à mettre en commun et à partager leurs savoirs (Le Boterf, 2018). Comme le soulignent Brougère et Brézille (2007), l'environnement de travail offre un ancrage important à l'analyse du développement de l'identité professionnelle. Cette identité est également liée à la culture organisationnelle de l'entreprise (Brougère et Bézille, 2007). Les valeurs et les normes de l'entreprise peuvent influencer la manière dont les employés perçoivent leur rôle et leur contribution à l'entreprise. Les organisations qui encouragent la participation active des employés à la prise de décisions et à l'innovation ont tendance à favoriser un sentiment d'appartenance et de confiance en soi chez les employés.

Pour Sun *et al.* (2016, cités dans Bérastégui, 2021), cette identité professionnelle peut aussi réduire ou avoir un effet médiateur sur les effets négatifs des milieux de travail à haute intensité ou à haut niveau de stress (Bérastégui, 2021). Comme nombre de milieux de travail sont aujourd'hui caractérisés par une forte intensité de travail (Tremblay, 2015; Tremblay et Soussi, 2020), et c'est notamment le cas dans le secteur des TI et de l'IA, l'identité professionnelle est d'autant plus importante si elle peut jouer un rôle protecteur. En ce sens, il serait intéressant d'observer et d'analyser la manière dont l'organisation du travail dans les secteurs des IT et de l'IA favorise le développement de l'innovation des pratiques et des usages de leurs professionnels. Il est sans conteste que l'intégration et l'appropriation des technologies numériques a favorisé, entre autres, l'ouverture du travail en réseau. La nature interactive des logiciels de réseautage social, par exemple, permet aux acteurs professionnels de s'y référer pour le partage d'expériences, le perfectionnement d'une activité ou pour le développement de compétences liées à l'apprentissage dans ces espaces de communications (Thompson, 2011). Les données de recherche de Wihack *et al.* (2011) sur l'apprentissage en milieu de travail démontrent comment l'avènement des outils informatiques a facilité les réseautages professionnels au sein des institutions, ce qui constitue une source importante de partage et d'acquisition de connaissances entre collègues (Wihak et Hall, 2011). En effet, grâce à l'utilisation grandissante de médias sociaux qui facilitent les interactions et le partage d'informations, les travailleurs peuvent plus facilement solliciter l'aide de leurs collaborateurs, sélectionner et contrôler un contenu de formation, interagir avec des experts ou accompagner des jeunes cadres dans l'exécution d'un projet, sans contrainte de temps ni d'espace. L'usage des TI sur le lieu de travail a donc contribué à enrichir les expériences de travail collaboratif et le développement professionnel. Les plateformes de réseautage qui peuvent être qualifiées de « systèmes d'experts » constituent de vrais groupes de soutien collectif : le professionnel peut chercher à combler les savoirs qui lui manquent en accédant aux ressources et aux informations disponibles dans son réseau qu'il combinera à ses propres connaissances en vue de développer ses compétences (Le Boterf, 2018). De plus, cet auteur souligne que l'usage des TI dans le lieu de travail facilite le partage ou la coconstruction de savoirs; elles augmentent, par exemple, la possibilité de collaboration dans la gestion d'un projet, la rédaction d'un document, le partage de notes, d'instruments, de pratiques, etc. (Le Boterf, 2018). Déjà dans son rapport d'enquête de 2003 sur l'éducation des adultes « for work-related reasons », le National Household Education Survey Programs



(NHESP) soulignait l'impact important des technologies numériques sur une demande de travailleurs hautement qualifiés :

Out of necessity, workers are adapting their skills and knowledge to meet the needs of today's changing workplace ... the growth of knowledge and technology have meant that much of what adult learned five years ago is now obsolete or at least modified in content ... workers require training and education to achieve and maintain success in their career fields (Kleiner *et al.*, 2005, p. 1)

Toutefois, l'utilisation des technologies numériques dans le lieu de travail entraîne également des exigences dont il faut tenir compte. Les innovations technologiques ont des conséquences sur l'acquisition de compétences et l'adaptation des acteurs professionnels. En effet, les technologies numériques ont un effet sur la demande de professionnels hautement qualifiés, ouverts à la nécessité pour les travailleurs de s'adapter en permanence et de se former pour réussir dans leur domaine. En plus des connaissances spécialisées, il est de plus en plus exigé des individus d'acquérir un savoir déjà constitué et de contribuer à la création de savoirs sur leurs lieux de travail (Le Boterf *et al.*, 2016, p. 39). Alors, les employés doivent non seulement posséder des connaissances nécessaires à leur poste, mais aussi des connaissances transversales de haut niveau telles que : l'autogestion, l'autorégulation, la communication, la recherche d'informations, des compétences numériques en traitement de l'information, la capacité d'apprendre seul à surmonter les incertitudes d'un marché du travail en constante mutation (Organisation de coopération et de développement économiques, 2013, p. 48) Ainsi, la transformation numérique a un impact important sur la manière dont les acteurs professionnels développent leur identité et interagissent avec leur environnement de travail. La capacité à savoir en profiter dans son milieu de travail peut être une opportunité de développement professionnel ou une source de contraintes due aux exigences constantes d'adaptation et de reconversion.

Ces considérations conduisent à mener une réflexion sur les interactions entre le professionnel et son environnement de travail. Ces interactions doivent pouvoir contribuer au bien-être au travail pour que se produise l'épanouissement au travail. L'identité professionnelle est un élément clé de ce processus, car elle influe sur les attitudes, les sentiments et les comportements des personnes au travail et en dehors du travail. En ce sens, le développement de l'identité professionnelle est appréciable, car il permet d'atteindre cet idéal de bien-être des personnes (Tajfel et Turner, 1978, cités dans Bérastégui, 2021), tout en renforçant une certaine estime de soi, un sentiment de compétence (Ervin et Stryker, 2001, cité dans Bérastégui, 2021). Elle est donc déterminante dans l'exercice des compétences, notamment les compétences relationnelles, dont nous verrons qu'elles sont considérées comme étant très importantes pour les gestionnaires de projets en IA.

En somme, la transformation numérique et les évolutions du marché du travail sont des éléments à prendre en compte dans le développement de l'identité professionnelle. Cependant, le développement de l'identité professionnelle ne s'arrête pas là. Il se poursuit tout au long de la carrière professionnelle et est influencé par l'expérience, les interactions avec les collègues et les clients, les évolutions du marché du travail et les nouvelles technologies. Les interactions sociales sont essentielles dans le développement de l'identité professionnelle. Les collègues, les supérieurs hiérarchiques et les clients contribuent tous à la perception de soi en tant que professionnel. Le développement de l'identité professionnelle est en soi un processus continu qui nécessite une réflexion constante sur ses compétences, ses expériences et ses valeurs dans l'interaction avec les autres. Dans cet article, nous avons voulu définir un référentiel pour les gestionnaires de projets IA, voir comment ces gestionnaires « se construisent » et déterminer dans quelle mesure ces compétences peuvent s'acquérir isolément, par soi-même, ou plutôt en collaboration, avec autrui. Nous prenons en compte le fait que la construction de l'identité professionnelle se fait souvent en collaboration



avec d'autres, dans un groupe de travail. Par conséquent, le développement des compétences en gestion de projets d'IA se réalise également dans le collectif, en mettant l'accent sur la collaboration et le travail d'équipe. Le travail de gestionnaire de projet en IA se construit collectivement, dans un groupe de travail, au-delà de la formation de base. Le référentiel vise aussi à orienter les stratégies de formation en gestion de l'IA des établissements de formation, afin qu'ils puissent concevoir des formations adaptées à la réalité du milieu du travail, incluant des besoins d'apprentissage collaboratif.

En conclusion, la transformation numérique a des répercussions importantes sur les compétences requises pour la gestion de projets d'IA. Les compétences transversales sont de plus en plus importantes dans ce domaine, et leur développement doit se faire en collaboration avec d'autres. Le référentiel développé par les experts en IA vise à orienter les stratégies de formation en gestion de l'IA, en mettant l'accent sur l'apprentissage collaboratif et la construction de l'identité professionnelle. En regard de ces différents postulats, la question de recherche posée cherchait à identifier *les compétences à enseigner aux gestionnaires afin de soutenir la transformation numérique via l'IA*.

Le référentiel pour les gestionnaires de projets IA

Objectifs du référentiel

Ce référentiel est conçu pour répondre aux besoins des organisations 4.0 qui sont au cœur de la transformation numérique avec l'IA, ainsi qu'à ceux des établissements d'enseignement supérieur et des organismes de formation professionnelle qui doivent s'aligner avec les organisations pour fournir des formations qui répondent au besoin pressant en raison de l'essor exponentiel de l'IA. Plus spécifiquement, il vise à informer les organisations sur l'état des lieux des compétences nécessaires au gestionnaire de projet en IA et ainsi faciliter des tâches comme le recrutement ou l'évaluation de la performance des gestionnaires. Parallèlement, il vise aussi à orienter les stratégies de formation en gestion de l'IA des établissements d'enseignement et des organismes de formation afin qu'ils puissent concevoir des formations adaptées à la réalité du milieu du travail à tous les niveaux : collégial, universitaire ou professionnel. Il a été développé à partir d'entrevues et de groupes de discussion avec des experts en IA. L'objectif est de fournir des orientations pour la formation en gestion de l'IA, en tenant compte des besoins d'apprentissage collaboratif.

Processus de coconstruction du référentiel avec des experts gestionnaires en IA (entrevues et groupes de discussion)

Nous avons utilisé une méthode qualitative (Miles et Huberman, 1994; Paillé, Mucchielli, 2008) pour construire le référentiel pour les gestionnaires de projets IA et voir comment l'identité professionnelle et les compétences des gestionnaires « se construisent ». Nous adoptons une approche exploratoire, inductive et prospective d'analyse de la gestion de l'IA, ce qui nous permet de nous adapter à la réalité des experts consultés. En effet, ce processus de coconstruction du référentiel a lui-même dû être développé par le biais d'entrevues et de groupes de discussion en collaboration avec des experts gestionnaires de projet, mais aussi avec d'autres parties prenantes du développement de ce type de projets comme des experts techniques, juridiques et en gestion de ressources humaines dans un contexte d'équité, de diversité et d'inclusion.



Le travail de construction du référentiel de compétences étant itératif, nous nous sommes laissés la possibilité d'effectuer des allers-retours entre la théorie et le terrain. Voici donc comment nous avons procédé :

- D'abord, la veille stratégique, la revue de littérature et la recherche qualitative (entrevues semi-dirigées et groupes de discussion) nous ont permis de dégager une analyse transversale de la situation du marché du travail suivant les secteurs d'activité (bloc 1 du guide de l'Organisation internationale de la francophonie (2009));
- La situation des métiers émergents liés à la gestion de projet IA dans l'industrie 4.0 (bloc 2 du guide de l'Organisation internationale de la francophonie (2009) – l'analyse de la situation de travail a été réalisée au moyen d'entrevues de groupe et individuelles avec les experts;
- Les compétences des métiers émergents liés à la gestion de projet IA dans l'industrie 4.0 (bloc 2 du guide de l'Organisation internationale de la francophonie (2009) – cette analyse des compétences a été réalisée au moyen d'entrevues en groupe et d'entrevues individuelles avec les experts, dans la perspective d'une coconstruction du référentiel de compétences.

Entretiens

Nous avons mené des entrevues avec des experts en IA, en utilisant un échantillon aussi représentatif et varié que possible de l'écosystème d'affaires en IA au Québec (entrepreneurs, consultants, fournisseurs de solutions en IA, organisation, ministères traitant de l'Industrie 4.0, chercheurs, etc.). Afin d'adapter les entretiens à cette diversité, nous avons créé deux guides d'entretien : un pour les entreprises, le second pour les organisations privées et publiques et les autres acteurs intermédiaires. Pour sélectionner les participants experts, nous avons procédé à un recensement des acteurs clés de l'IA à partir de notre réseau de connaissances et du bouche-à-oreille, mais surtout par les connexions observées sur LinkedIn.

Les entretiens se sont déroulés de mars 2020 à septembre 2020. Nous avons mené des entretiens semi-dirigés approfondis (1 à 2 heures; cf. Kaufmann, 2016) avec 25 experts de l'IA et de l'Industrie 4.0. Tous les entretiens ont été enregistrés et transcrits. Nous avons utilisé le logiciel NVivo pour l'analyse qualitative des verbatim pour la répartition thématique des données et la création de nœuds, puis nous avons soumis le matériel d'enquête à une analyse de contenu (Miles, Huberman, 1994) pour identifier les thèmes clés et émergents à partir de l'analyse des verbatim (2020-2021).

Groupes de travail

Nous avons organisé trois groupes de travail (GT1 : Compétences d'un chef de projet IA, 29 avril 2020; GT2 : Gouvernance des données, cybersécurité et éthique, 26 mai 2020, et GT3 : Gouvernance des données, cybersécurité et éthique, 10 juin 2020) en visioconférence sur Zoom (trois heures par session) avec des spécialistes. Dans chaque groupe de travail, des experts ont fait des présentations orales, puis nous avons animé des groupes de discussion sur les sujets évoqués pendant les présentations.

LES ANALYSES DÉGAGÉES DU PROCESSUS DE DÉVELOPPEMENT DU RÉFÉRENTIEL

Puisque nous nous intéressons au profil et aux compétences ainsi qu'à la construction de l'identité professionnelle des gestionnaires de projet en IA, nous exposons donc ici des éléments issus des échanges avec les experts mentionnés plus haut, qui nous permettent de saisir cette construction des compétences et de l'identité professionnelle de ces gestionnaires.



Les sous-titres que nous avons définis pour traiter les données renvoient à diverses composantes de l'identité professionnelle des gestionnaires de projets en IA : ils sont gestionnaires de données, mais doivent être attentifs au nettoyage des données ainsi qu'à l'éthique et à l'absence de biais dans les données entrées dans les systèmes. Ainsi, dans les échanges avec les experts, dont la majorité a été consultée en groupe (en *focus group* ou groupe de travail), nous pouvons voir comment la construction de la compétence se fait en groupe dans les milieux de travail. En effet, des questions comme le nettoyage des données, l'éthique et l'absence de biais donnent lieu à des discussions, tant dans nos échanges en groupe que dans les milieux de travail. Nous passons maintenant à des extraits d'entretiens et de groupes de travail qui illustrent la construction du référentiel de compétences, et surtout l'identification des éléments clés construisant l'identité professionnelle des gestionnaires de projet en IA.

Les compétences requises pour la gestion de projets d'IA

Le gestionnaire de projets en IA, un gestionnaire de données

Pour plusieurs interviewés, l'IA existe depuis longtemps. « Lorsqu'on parle de machine learning, deep learning on parle de moteurs d'inférences, ça date des années 80 » (Ent2). La technologie a fait un bond avec l'Internet, l'essor de nouvelles entreprises et de nouveaux écosystèmes technologiques appuyant leurs modèles d'affaires sur l'économie numérique et des plateformes, tel que les GAFAM par exemple (Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft). Ce qui change aujourd'hui et qui provoque « un engouement vers l'IA » (Ent2), ce sont les ressources et les matériels, « la rapidité et la réseautique », la puissance « des serveurs qui peuvent tourner à plein régime » (Ent2), l'exécution de programmes à une vitesse exponentielle, la capacité de stockage, l'accès à « des banques d'images, des milliers d'images pour entraîner les réseaux [de neurones] » (Ent2).

Les solutions développées en IA se distinguent principalement sur deux points : d'une part, la prédiction utilisant les probabilités permet de prendre une décision qu'un humain ne pourrait prendre, du moins pas aussi facilement ou pas aussi rapidement. D'autre part, l'automatisation de processus est « des centaines de milliers de fois mieux qu'un humain » (Ent1). « Donc, là on va être sur un autre domaine qui va être typiquement l'analyse sémantique » (Ent1). Par exemple l'IA peut lire « en deux heures tout Internet » alors qu'un humain peut le faire en 25 ans (Ent1). Toutefois,

« Ce qu'on connaît de l'IA en ce moment, c'est des réseaux neuronaux qui prennent des données en input, qui ont un output et tout le reste dans le milieu c'est une black box. Ça, c'est notre IA actuelle. Et c'est parfait, ça repousse les frontières de ce qui était possible avant, mais dans 30 ans, peut-être qu'on ne parlera même plus de ça » (Ent3).

Plusieurs de nos experts interviewés nous rappellent que pour faire de l'IA, il faut d'abord détenir des données, c'est une condition au déploiement de l'IA.

« Sans données, personne ne fait rien » (Ent1) et « ce n'est pas l'algorithme qui donne l'avantage concurrentiel d'une entreprise, ça va être les données » (Ent5). Les « algorithmes d'apprentissage » sont en effet « gourmands en termes de données » (Ent2). Aujourd'hui, « [on] peut calculer 1 million de fois plus vite qu'il y a 70 ans et c'est vraiment ça le changeur de jeu. C'est que dans les années 2000, d'un coup, il y a eu énormément de données, énormément d'infrastructures informatiques qui ont été mises à la disposition du monde de l'entreprise. Donc ça a fait un boum. Donc Google a fait un boum, etc. Ils ne sont pas apparus par hasard dans les années 1999-2000. C'est qu'ils ont profité en fait de ce boom-là » (Ent1).



Les données sont devenues le nouvel or noir du technocapitalisme (Kellner, 1989) avec 60 % de population mondiale connectée (Sojae, 2020). C'est grâce aux données collectées que Facebook, Amazon,

« [finissent] par faire beaucoup d'argent [...] c'est parce qu'ils collectent de l'information liée à l'utilisateur, pis ça permet, au fond d'automatiser et d'améliorer le service, ben les produits-services qu'ils livrent » (Ent5).

Beaucoup de données sont du domaine public et elles sont gratuites. C'est ce qui constitue « un patrimoine de données » (Ent1) disponible et exploité par les entreprises. C'est l'exemple du domaine du changement climatique.

« Toutes les données climatiques — presque toutes — sont des données ouvertes. Donc elles ne sont pas monétisables [...] Donc quand nous on va travailler sur des modèles, quand on va essayer de prédire des inondations [...] sur un endroit géographique précis, en fait les données existent déjà parce que c'est des données publiques qui sont mises à jour tous les jours par les agences des gouvernements dans chacun des pays » (Ent1).

Néanmoins, comme le rappelle un expert, il faut nettoyer ces données, faire attention à leur qualité, car si l'on entre n'importe quoi, on obtient n'importe quoi.

Le gestionnaire de projets en IA : une sensibilité éthique et une attention au nettoyage de données

Comme le rappelle un expert : « *Garbage in, garbage out* » ou, en d'autres mots, de mauvaises données produisent de mauvais résultats. Selon les mots d'un autre expert interviewé : « on ne fait pas n'importe quoi avec [les données] » (Ent1). Plusieurs défis apparaissent : la protection des données, la cybersécurité et l'application des réglementations en vigueur dans les pays (Ent1), etc. Par exemple dans le secteur de la santé, « c'est le ministère de la Santé, les agences gouvernementales de santé, qui régissent [les données] » (Ent1). Cela demande aux entreprises offrant des solutions IA d'avoir des experts pour assurer que les solutions ne comportent pas de « failles informatiques [c'est-à-dire pour] ne pas se faire hacker pour ensuite que les données soient fuitées » (Ent1). Quant aux « fuites des données », c'est surtout le client qui peut « se faire fuiter ses données » (Ent1).

Un fournisseur de solutions IA nous explique comment son entreprise gère les données client : un expert technicien se consacre aux différentes tâches liées à la « sécurité [la] protection des données, l'architecture [des] solutions [...], la gestion big data » (Ent6).

« Dans notre entente client, il est spécifié que le client est propriétaire de ses données. Elles sont présentes dans notre logiciel, mais s'ils veulent les avoir ou qu'on les leur envoie, c'est possible. Par contre, on a un droit d'utiliser des données agrégées et anonymisées, de sorte à faire des tendances dans l'industrie [...] S'il y avait maintenant une fuite, le client pourrait se retourner contre nous. Le piratage industriel serait grave. Nous par exemple, on utilise Microsoft [Azur]. Nous sommes conformes aux normes de sécurité internet et de protocoles de communication. On prend ça très au sérieux » (Ent6).



Un autre problème avec les données est de pouvoir assurer d'avoir des données éthiques en les nettoyant et en les corrigeant afin « que les biais humains ne [soient] pas présents » et qu'on puisse obtenir à la sortie « un modèle plus juste » (Ent5). « Ce qui n'empêche pas qu'on puisse se retrouver avec d'autres types de biais » (Ent5).

Le gestionnaire de données, directeur de l'analyse et de la création de nouvelles données

Une fois ces données récoltées et nettoyées, on procède à l'analyse des données et à la création de nouvelles connaissances (Org1).

« Par exemple, une usine qui possède un système automatisé de production qui va produire des données. Ces données si je les analyse avec mes algorithmes de l'IA, c'est sûr que je vais avoir de l'information, de la connaissance pour améliorer ma production. Donc, l'intelligence artificielle peut être appliquée à n'importe quel secteur avec de la robotique aussi » (Org1).

On voit bien combien les données sont au cœur de la gestion de projet en IA :

« il y a quatre niveaux de complexité en intelligence artificielle : les données [...], s'assurer qu'on a les bonnes données qui représentent la réalité, etc. [Et il faut] nettoyer tout ça » (Ent5). Pour finir, « quand on parle de données, il faut avoir un système TI qui soit solide, robuste, avec beaucoup d'historiques, propre » (Ent1).

Ces citations illustrent donc bien la complexité du travail de gestion de données, qui consiste à la fois en une récolte et une description de données, un nettoyage des données collectées, une analyse et une sélection des « bonnes » données, soit des données pertinentes pour le contexte ou l'objectif de travail précis. Le travail du gestionnaire consiste également à sélectionner et à gérer les sources ainsi que le traitement des données pour le projet d'IA. Comme l'indique aussi un intervenant, ceci contribue à créer de nouvelles connaissances grâce à une nouvelle articulation ou à une combinaison de données². Ceci rejoint d'ailleurs le concept d'innovation, qui renvoie notamment à de nouvelles combinaisons, d'après l'économiste et spécialiste de l'innovation Joseph Schumpeter (Tremblay, 2014).

Le gestionnaire de projet en IA, garant de l'éthique et de la sécurité

La gestion des données est au cœur des défis pour l'avenir. Il y a deux grands axes, celui de l'éthique et celui de la sécurité.

« Si par exemple, je veux mettre en place un robot pour analyser les dossiers à la place d'un humain, donc, ça c'est la composante éthique. Par la suite, pour mettre en place ce robot-là, quels sont les contrôles ou les mesures de sécurité à mettre en place pour que mon robot, mon système soit mis en place de façon sécuritaire » (Ent2).

« D'un point de vue de la sécurité des données, il y a toute la question de la cybersécurité. Comme nous l'avons vu dans les sections précédentes, il est important de penser en amont le traitement des données : nettoyer et analyser les données, mais aussi d'être responsable des algorithmes qu'on développe. C'est pourquoi il y a des règlements auxquels chaque développeur de solutions

² Par exemple : bases de données, fichier, entrepôt de données, capteurs, etc. Ou en encore : méthodologie CRISP-DM.



doit se référer, mais aussi des référentiels qui permettent de programmer et coder de manière sécuritaire. Ce sont de bonnes pratiques à connaître » (Ent2).

D'un point de vue éthique, il faut s'assurer que les banques de données avec lesquelles les entreprises travaillent ne soient pas elles-mêmes déjà biaisées, introduisant ainsi des biais dans les analyses et produits. Les données doivent refléter la réalité, mais ce n'est pas facile à traiter. Par exemple,

« [il] y a 30 % aux États-Unis de noirs, mais dans les prisons, il y a 50 % des prisonniers qui sont noirs... Si moi je n'ai pas d'éthique, je n'ai pas d'intégrité, ce que je vais faire, je vais donner des chiffres erronés à mon algorithme. Et là, il va dire qu'aux États-Unis, tout va bien... Mais c'est l'éthique qui rentre en jeu. Parce qu'on peut faire apprendre à notre algorithme, n'importe quoi. On peut dire, par exemple, sur cette planète, il n'y a que des blancs. Mais ce n'est pas vrai » (Ent2).

Malheureusement, ces problèmes ne sont pas résolus, car les développements en intelligence artificielle sont très rapides et peuvent donner lieu à des erreurs ou à de la négligence à l'endroit des enjeux d'éthique, puisque le travail doit se faire rapidement : « ce que je constate, aussi, tellement ça va vite, qu'il y a les gens qui doivent analyser ces enjeux-là, ils n'ont pas le temps de suivre » (Ent2).

Un autre exemple nous est donné pour une compagnie de technologie financière (*fintech*) :

« je faisais un outil de validation du crédit pour l'octroi de prêt, et il y avait beaucoup de nettoyage à faire, parce qu'il y avait des prêts qui étaient faits par des humains, donc des prêts manuellement, donc, souvent, quand on fait de l'IA, faut partir avec des données qui [...] ont déjà été générées par l'humain. Il y avait beaucoup, beaucoup de prêts qui étaient basés sur, par exemple, le nom. Des noms musulmans, des choses comme ça, avaient généralement une moins grande propension à obtenir des prêts, donc ils se faisaient souvent refuser. Puis ça, ben l'entreprise semblait tout à fait à l'aise à faire ça, mais par contre, si, dans le fond, si un algorithme va générer ou renforcer des biais, donc un humain n'est pas capable d'entrevoir cela ; on n'est pas habitués à voir ça, pis on n'est pas habitué à gérer ça. On s'attend à ce que l'intelligence artificielle soit 100 % précise, pis c'est pas le cas, pis c'est difficile à justifier » (Ent5).

Cette citation renvoie au fait que les humains vont considérer que le résultat ou le produit de l'IA est correct par définition. Au contraire, nous constatons de plus en plus que des biais (racistes, sexistes ou autres) peuvent être introduits par les données et que les gestionnaires de projet et les travailleurs de l'IA doivent être conscients de ceci, et idéalement tenter de corriger ces biais.

C'est en partie le rôle des scientifiques de données de garantir qu'il n'y ait pas de biais humains dans les données et de les corriger s'il y en a. Toutefois, même si on corrige les biais dans un algorithme, même si le modèle semble plus juste, il se pourrait qu'il y ait d'autres biais qui apparaissent (Ent5). L'exemple donné est toujours dans le domaine du prêt bancaire. Si, dans les données disponibles, l'âge des emprunteurs « se situe entre 18 ans et 89 ans » et si par exemple une personne de 105 ans souhaite demander un prêt, le « modèle ne saurait pas comment réagir ou il devient très instable, parfois, quand cela arrive. Ça, ça va créer d'autres biais » (Ent5). Donc c'est le type de tâches à effectuer à l'avenir, soit de stabiliser les modèles et d'éviter la reproduction automatique de biais humains issus du fonctionnement même des organismes, entreprises, etc. Cela est important, car on va :

« [avoir] plus de modèles [...], d'intelligence artificielle dans nos processus et procédures de travail [...]. Il va falloir s'assurer [qu'on] comprenne bien c'est quoi [...] qui est utilisé pour générer une



décision et s'assurer que ce qui est utilisé demeure toujours très pertinent puis que le modèle demeure toujours aussi bon. Et ça, ça va faire partie des rôles et responsabilités dans le futur » (Ent5).

C'est pourquoi ces nouveaux défis sont à prendre très au sérieux dans le développement des compétences et de l'identité professionnelle des gestionnaires de projets en IA. Spontanément un gestionnaire de projet ou un travailleur qui commence en IA pourrait faire confiance aux résultats de l'IA, et c'est au fil du temps, au fil des échanges avec les collègues que les techniciens comme les gestionnaires développeront leur expertise et leur capacité à intervenir pour corriger les biais.

Par ailleurs, on s'attend à ce qu'il y ait de plus en plus de législations et de règlements entourant la gestion de ces données. C'est notamment le cas dans le domaine médical, car au fil des ans on a pu repérer des problèmes dans les diagnostics en lien avec les différences de genre, de race, d'origine ethnique, alors que les bases de données semblent reposer sur un « cas type », plus souvent masculin et blanc. Cela pose donc des enjeux majeurs, comme le disait un expert interviewé. En effet :

« [il] va falloir repenser la sécurité d'entreprise, [...] repenser l'éthique en entreprise, [...] dans le fond, repenser tout ce qu'on pensait qui était plus stable, parce que c'est de bonnes pratiques qui existent quand-même depuis assez longtemps [comme par exemple] la question de la gestion des accès, en termes de sécurité c'est assez stable. Mais là, c'est de savoir est-ce que les données de mes clients sont à risque parce qu'elles interagissent avec des algorithmes? Est-ce que j'ai le droit d'utiliser toute la donnée disponible pour faire des prédictions ? [...] Est-ce que je fais de mauvaises prédictions ? Est-ce que j'ai le droit à l'erreur dans certaines décisions ? Par exemple au niveau de la médecine, il y a encore une bonne question, sachant si on peut utiliser des modèles, dans certains cas. Parce que dans certains cas, on n'a pas le droit à l'erreur. Donc, il faut absolument qu'il y ait une validation qui soit faite constamment. Donc, on va parler de plus d'analytique je dirais, avec des algorithmes d'intelligence artificielle » (Ent5).

Si certaines organisations ont commencé à donner des formations sur les différences de genre, de race, d'origine ethnique, et leur prise en compte ou non dans les algorithmes, il reste que le repérage n'est pas toujours évident et implique généralement un nettoyage et une analyse plus approfondis des données. Cela pose des enjeux majeurs et, à ce jour, il semble que la sensibilisation à ces enjeux commence à peine à se faire dans les formations initiales, mais se fait surtout en contexte de travail, en confrontation avec les données et avec les collègues.

Construction des compétences professionnelles : importance du travail « avec l'autre »

Le concept de compétence revêt plusieurs définitions selon la discipline considérée. Ainsi, en psychologie de l'orientation, la compétence s'évalue en fonction du parcours personnel et professionnel d'un individu, et répond à un objectif particulier : faciliter l'insertion ou la réinsertion d'une personne sur le marché du travail (Gilbert, 2006). Les compétences sont un savoir-faire nécessaire à la réalisation d'une tâche particulière, elles réfèrent au savoir théorique et pratique que détient un individu, à « ce que sait et sait faire une personne » (Gilbert, 2006, p. 69).

De plus, la notion de compétence peut faire l'objet d'une méta-analyse. En psychologie sociale des organisations, la compétence se conçoit comme une construction sociale et dans le monde de l'entreprise, elle est un outil d'évaluation de la performance des employés (Gilbert, 2006, p. 72).



Selon le programme de formation à la méthode DACUM de l'Association canadienne de la formation professionnelle (ACFP), la compétence professionnelle est la démonstration par un individu qu'il possède la capacité – c'est-à-dire les savoirs, les savoir-faire et les savoir-être – d'accomplir un acte professionnel ou une tâche conformément à une norme et/ou à toute exigence prédéterminée.

Nous nous appuyons sur ces visions de la compétence pour dire qu'elle se construit de manière isolée dans le cadre de formations personnelles et de processus réflexifs sur ses pratiques professionnelles, mais de plus en plus aussi de façon collective, voire collaborative avec autrui.

Acquisition des compétences en gestion de projets d'IA

La gestion de l'intelligence artificielle (IA) est devenue une compétence cruciale pour les gestionnaires dans de nombreux secteurs. En raison de la complexité de l'IA, les gestionnaires doivent non seulement posséder des compétences techniques, mais aussi des compétences collaboratives, ce qui implique d'avoir la capacité à s'engager, à participer aux activités et à développer ses productions en équipe. Ceci leur confère la capacité de développer leur identité professionnelle tout en maintenant un système de travail qui engage les autres en tant que collaborateurs. En effet, être en mesure de développer ses compétences en collaboration avec les autres permet aux gestionnaires de comprendre leur rôle dans l'entreprise et de mieux diriger leur équipe. Cette capacité à travailler en collaboration est liée au dynamisme du contexte de travail dans lequel les gestionnaires de l'IA sont intégrés. Ils doivent continuellement développer leurs compétences techniques en suivant des formations pour se spécialiser et être à jour sur les dernières tendances et les meilleures pratiques de l'industrie. Ils doivent aussi maintenir un certain rythme de réseautage avec d'autres professionnels de l'IA : cela peut inclure des participations régulières à des échanges sur des réseaux d'experts pour partager leurs expériences et apprendre les uns des autres. Développer ses compétences en collaborant avec les autres facilite non seulement le partage de savoirs, mais également la connaissance des besoins des acteurs avec qui ils interagissent et par voie de conséquence de mieux diriger leur équipe. Rappelons que selon nos entretiens et observations, la compétence à s'engager dans une réflexion éthique, individuelle ou collective est également importante, selon ce qui est indiqué précédemment.

Implications pour les établissements d'enseignement supérieur et les organismes de formation

Utilisation du référentiel pour orienter les stratégies de formation

Le référentiel de compétences pourra aider les établissements qui forment les gestionnaires et les technologues de demain à développer des offres de formations qui ne prennent pas seulement en compte une combinaison de compétences managériales et de métiers, mais aussi d'autres éléments précédemment (éthique, créativité, diversité, communication, collaboration). Bien sûr, les compétences techniques en IA restent importantes pour un gestionnaire de projet en IA, qui n'est pas un technicien du domaine, mais comme l'ont indiqué nos experts et comme en témoigne le référentiel, il est important d'y ajouter les compétences humaines (personnelles, interpersonnelles, sociales), incluant des compétences en matière d'intelligence émotionnelle et de gestion humaine, ainsi que des compétences en gouvernance éthique et responsable de l'IA (législation, normes éthiques et inclusives), notamment celles relevant du jugement, de l'éthique.



Concevoir des formations adaptées à la réalité du milieu du travail, incluant des besoins d'apprentissage collaboratif

Compte tenu de nos échanges et du fait qu'il en est ressorti un constat d'importance concernant la formation tout au long de la vie dans la majorité des domaines d'affaires, puisqu'ils sont transformés par les technologies, il apparaît important de concevoir des formations plus adaptées à la réalité du milieu du travail, notamment des microprogrammes pluridisciplinaires, intégrant d'autres dimensions que les aspects techniques ou de gestion. Par exemple, il s'agit de s'assurer de la présence de compétences humaines, de travail en équipe, de collaboration, en plus des compétences techniques propres au secteur (Psyché *et al.*, 2023).

Ainsi, suivant notre démarche méthodologique (voir figure 1, bloc 3), un cours a été conçu à partir de notre référentiel et il intègre les aspects suivants, qui ressortaient comme étant importants selon nos experts, mais qui sont aussi présents dans le Cadre de référence de la compétence numérique du ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur du Québec (Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, 2019) : éthique, créativité, diversité, leadership, gestion, communication, collaboration.

Sans aller dans le détail de chaque cours qu'il faudrait pour ce type de formation, on peut imaginer des cours sur l'éthique de l'IA et les enjeux associés, les questions de diversité et d'inclusion, les enjeux du point de vue de l'emploi et de l'évolution des tâches et de la recomposition des postes. Il faut noter que ce n'est pas que le contenu des formations qui est en cause, bien qu'il faille ajouter des contenus dans les disciplines des sciences sociales et de la gestion, mais aussi penser à la nature des formations elles-mêmes.

Ainsi, il est aussi recommandé de fournir des formations plus engageantes basées sur l'apprentissage expérientiel et professionnel, par exemple des formations courtes sur un sujet spécifique plutôt qu'un domaine entier, le recours à une pédagogie active, dynamique, ou encore des stages en entreprise, etc.

Compte tenu des particularités du domaine technique, et notamment du domaine de l'IA toujours en développement, il est recommandé de se former continuellement, régulièrement et le plus souvent possible pour en conserver l'habitude et pour maintenir à jour ses connaissances métiers et ajouter d'autres types de connaissances : techniques, humaines, etc.

Il faut donc retenir qu'il faut adapter les contenus à la complexité de la gestion de l'IA (recueil, nettoyage, analyse et sélection de données), mais aussi ne pas oublier les enjeux qui y sont associés, en particulier les enjeux humains, d'éthique et d'équité-diversité dans la gestion des données et des algorithmes retenus. Les formations que nous avons conçues intègrent donc ces dimensions³. D'autres formations seraient aussi utiles en littératie de l'IA.

Conclusion

Dans une économie et une technologie émergente, les compétences à développer pour la gestion en matière d'IA est un enjeu essentiel pour poser les bases d'un écosystème d'affaires pour une IA responsable (Dwivedi *et al.*, 2019; Dilhac *et al.*, 2018), d'autant plus que nous sommes confrontés à de nombreuses incertitudes quant à l'avenir de l'IA. L'axe environnemental, par exemple, nécessite de rester

³ Voir les cours EDU 1033 et 6133 de l'Université TÉLUQ.



attentif au développement numérique et à l'IA. En effet, l'IA et les nouvelles technologies ont, à ce jour, une forte empreinte écologique. De nombreuses activités spécifiques à l'IA nécessitent une énorme quantité d'énergie pour fonctionner, comme l'entraînement des algorithmes de reconnaissance vocale ou ceux qui permettent le développement des voitures autonomes. Cette gestion problématique de l'empreinte écologique de l'IA serait due à un manque de régulation internationale du développement global d'une IA responsable qui, à long terme, pourrait devenir profondément nuisible à l'environnement (van Steenberghe, 2020).

D'autre part, l'axe éthique de l'IA renvoie à des défis. En effet, les défis éthiques consistent à prévenir les biais (DeBrusk, 2018) et les préjugés véhiculés par les nouvelles technologies, par exemple : « Responsabilité et explication de la décision prise par l'IA; processus relatifs à l'IA et au comportement humain, compatibilité du jugement de valeur de la machine par rapport à celui de l'homme, dilemmes moraux et discrimination de l'IA » (Dwivedi *et al.*, 2019, p. 6). Ces biais, ou préjugés, sont souvent le résultat d'un conditionnement social qui crée, à long terme, des habitudes mentales involontaires, ou biais inconscients (Observatoire international sur les impacts sociétaux de l'intelligence artificielle et du numérique⁴, 2020). Les critères sur lesquels reposent ces biais font l'objet d'un consensus général : l'âge, l'identité sexuelle, l'orientation sexuelle, les capacités physiques, mentales ou intellectuelles, l'apparence physique, la religion et le milieu socioéconomique (OBVIA, 2020). On constate également que les emplois consacrés à la conception de l'IA sont largement occupés par des hommes et très peu par des femmes et des minorités. Seuls 12 % des chercheurs en IA sont des femmes (Bruno, 2020), ce qui entraîne des biais dans le comportement des algorithmes qui peuvent occasionner des conséquences négatives importantes (OBVIA, n. d.).

En définitive, si l'algorithme prescrit une ligne de conduite au programme qu'il supporte, il s'agit plutôt des préjugés du concepteur qui se reflètent pendant la phase d'apprentissage dans le comportement de l'algorithme (Curium Mag, 2020). L'imperfection des algorithmes est souvent le résultat des préjugés de leurs créateurs; on parle alors de discrimination algorithmique (Lambic, 2020). C'est l'exemple de l'algorithme de recrutement professionnel d'Amazon qui, après un an d'activité, n'a retenu que des candidats masculins dans son processus de sélection. La cause en est les données fournies à l'algorithme dans sa phase d'apprentissage. Afin d'établir des critères de sélection des meilleurs candidats pour le poste, l'algorithme a analysé les CV de professionnels qui occupaient ce poste depuis dix ans et qui étaient majoritairement des hommes. L'algorithme a donc conclu que le sexe masculin était un critère déterminant dans le choix d'un candidat (Bruno, 2020; Lambic, 2020).

Les solutions proposées par les spécialistes pour contrer la reproduction des biais humains par les algorithmes consistent non seulement à porter une attention particulière aux choix des données qui sont utilisées lors de l'apprentissage de l'algorithme, mais aussi à favoriser intentionnellement des individus ou des groupes de personnes généralement desservis par l'injustice systémique (OBVIA, n. d.; Bruno, 2020); on parle alors de développer un algorithme inclusif. En somme, il n'y a pas de neutralité possible dans la conception des algorithmes, ou plutôt pas d'objectivité absolue : le comportement de l'algorithme est toujours déterminé par une ou plusieurs personnes conditionnées par un certain nombre de facteurs sociologiques et de valeurs. Il importe d'ailleurs que les gestionnaires soient conscients de ces enjeux, de biais, d'éthique, d'effets de discrimination ou d'exclusion, et qu'au-delà de leur formation technique ou de gestionnaire ils soient aussi sensibilisés à ces questions afin d'y réfléchir avant de mettre en place des outils de l'IA.

⁴ OBVIA



Dans cette perspective, l'action à entreprendre est d'inclure volontairement dans le comportement des algorithmes des comportements qui favoriseraient, ou du moins qui n'excluraient pas les femmes et les minorités entre autres, ceci dans un souci d'équité et d'égalité (OBVIA, n. d.; Bruno, 2020). D'autres solutions sont également proposées. Un rapport de l'UNESCO intitulé *Piloting AI and Advanced ICTs for Knowledge Societies* conclut par exemple sur la nécessité d'établir des lois pour protéger les citoyens des injustices de la discrimination algorithmique (Lambic, 2020). C'est pourquoi nous retenons d'une part l'importance d'une gestion responsable de la gouvernance de l'IA et d'autre part les bonnes pratiques en matière de gouvernance de l'IA favorisées par l'existence d'un écosystème.

Il faut donc que l'on s'assure que les gestionnaires de projets travaillent bien avec d'autres, mais surtout avec d'autres différenciés, d'autres qui peuvent soulever les enjeux de diversité et de biais possibles.

Liste de références

- Accenture. (2018, 4 avril). Intelligence artificielle, des conséquences réelles : les services publics à l'ère de l'intelligence artificielle. Accenture Consulting, Intelligence Artificielle.
- Auffray, C. (2023, 5 mai). *Face aux perturbations mondiales, Gartner prescrit des usages technologiques responsables – ZDNet*. ZDNET. <https://tinyurl.com/26ftvvr4>
- AUNEGE-FNEGE. (2019, juillet). Référentiel prospectif des compétences management et gestion des affaires. <https://fr.calameo.com/read/001930171b6ed76373316>
- Bérestégui, P. (2021). *Exposure to Psychosocial Risk Factors in the Gig Economy: A Systematic Review*. Rapport de recherche ETUI. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3770016>
- Billett, S. (2008). Learning throughout working life: A relational interdependence between personal and social agency. *British Journal of Educational Studies*, 56(1), 39-58. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8527.2007.00394.x>
- Brougère, G., et Bézille, H. (2007). Using the notion of "informal" in the field of education. *Revue française de pédagogie*, 158, 117-160. <https://doi.org/10.4000/rfp.516>
- Bruno, C. (2020, 23 mai). *L'IA appliquée au processus de recrutement : comment la rendre plus juste et inclusive?* Generation-nt, Technologies nouvelles. <https://www.generation-nt.com/ia-recrutement-intelligence-artificielle-actualite-1976288.html>
- Cadot, J., et Arouche, A. (2023, 13 juillet). *ChatGPT, c'est quoi? On a laissé ChatGPT répondre à la question*. Numerama. <https://www.numerama.com/sciences/1200230-cest-quoi-chatgpt-on-a-laisse-chatgpt-repondre-a-la-question.html>
- CRHA. (2018). *Guide des compétences des CRHA et CRIA*. Ordre des conseillers en ressources humaines agréés. <https://guide.ordrecrha.org/fr>.
- Commission des partenaires du marché du travail. (2022). *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. Gouvernement du Québec. https://www.cpmpt.gouv.qc.ca/fileadmin/fichiers_cpmpt/Publications/RA_referentiel_CPMT.pdf
- Curium Mag. (2020, 24 jan.). *IA : des algorithmes inclusifs? – Le HubIA, épisode 4* [vidéo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=mhgCFW896Ws>
- Davet, J., Doat, D., Farley, M. E., Hubert, A.-M., deMarcellis-Warin, N. et Salobir, E. (2022). *Gouverner la Technologie en temps de crise : aide à la décision dans le cadre du COVID-19*. <https://www.human-technology-foundation.org/fr-news/gouverner-la-technologie-en-temps-de-crise>
- DeBrusk, C. (2018, 26 mars). *The risk of machine-learning bias (and how to prevent it)*. Risk Journal, Rethinking Tactics. <http://tinyurl.com/mr486cmp>



- Dilhac, M.-A., Abrassart, C., Bengio, Y., Gautrais, V., Gambs, S., Gibert, M., Langlois, L., Chicoisne, G. et Lehoux, P. (2018). *La Déclaration de Montréal pour un développement responsable de l'intelligence artificielle*. <https://declarationmontreal-iaresponsable.com/la-declaration/>
- Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., Duan, Y., Dwivedi, R., Edwards, J., Eirug, A., Galanos, V., Vigneswara Ilavarasan, P., Janssen, M.F., Jones, P., Kumar Kar, A., Kizgin, H., Kronemann, B., Lal, B., Lucini, B., Medaglia, R., et Williams, M. D. (2019). Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 57, 1-47. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.002>
- Ervin L. H. et Stryker S. (2001) Theorizing the relationship between self-esteem and identity. Dans T. J. Owens, S. Stryker, N. Goodman (dir.), *Extending self-esteem theory and research: sociological and psychological currents* (p. 29-55). Cambridge University Press.
- Gilbert, P. (2006). La compétence : concept nomade, significations fixes. *Psychologie du Travail et des Organisations*, 12(2), 67-77.
- Jacob, S. et Ouellet, S. (2019). Transformation du travail et évolution des compétences dans la fonction publique à l'ère numérique. *Cahiers de recherche sur l'administration publique à l'ère numérique*, 1, 1-36.
- Kaufmann, J. (2016). *L'entretien compréhensif*. Armand Colin.
- Kellner D., 1989, *Critical Theory, Marxism and Modernity*, Cambridge, Polity Press.
- Kleiner, B., Carver, P., Hagedorn, M., et Chapman, C. (2005). *Participation in Adult Education for Work-Related Reasons: 2002-03 Statistical Analysis Report*.
- Kiron, D. (2017). *What Managers Need to Know About Artificial Intelligence*. MIT Sloan Management Review. <https://sloanreview.mit.edu/article/what-managers-need-to-know-about-artificial-intelligence/>
- Lambic, R. (2020). *L'intelligence artificielle renforce-t-elle le sexisme?* Urelles. <https://urelles.com/lintelligence-artificielle-renforce-t-elle-le-sexisme/>
- Lave, J. (1991). Acquisition des savoirs et pratiques de groupe. *Sociologie et sociétés*, 23(1), 145–162. <https://doi.org/10.7202/001418ar>
- Le Boterf, G. (2018). *Construire les compétences collectives*. Groupe Eyrolles.
- Mantha, Y., Yune, Y. J., Henderson, P. et Lin, W-W. (2019). Cartographie de l'écosystème de l'IA en 2019. Jfgagne.ai. <https://jfgagne.com/carte-de-lecosysteme-de-lia-en-2019/?lang=fr>
- McKenna, A. (23 octobre 2023). L'expansion du secteur de l'intelligence artificielle s'accélère sans le Canada. *Le Devoir*. <http://tinyurl.com/2zcwa8y9>
- Mckinsey Global Institute (MGI). (2017, décembre). *Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation*. Mckinsey & Company.
- Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur. (2019). *Cadre de référence de la compétence numérique*. https://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/ministere/Cadre-reference-competence-num.pdf
- Nobre, R. M. S. (2020). *How Artificial Intelligence Can Provide Support in Project Resource Management* [thèse de doctorat, Instituto Universitário de Lisboa, Portugal]. Repositório Iscte. <http://hdl.handle.net/10071/21310>
- Miles, M. B. et Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2e éd.). Sage Publications, Inc.
- Observatoire international sur les impacts sociétaux de l'intelligence artificielle et du numérique. (2020, 6 mars). *Biais inconscients et recrutement* [vidéo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?time_continue=14&v=MhLmhvJ0Xy4
- Organisation de coopération et de développement économiques. (2013). *OECD Skills Outlook 2013: First Results from the Survey of Adult Skills*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264204256-en>
- Organisation internationale de la francophonie. (2009). *Conception et réalisation d'un référentiel de métier-compétences. Guide n° 2 de 6, Guides méthodologiques d'appui à la mise en œuvre de l'approche par compétences en formation professionnelle*. https://www.inforoutefpt.org/ministere_docs/cooperation/guideMetho/guide2.pdf.
- Sojae, E. (2020, January 30). *Digital Report 2020 – We Are Social France*. <https://wearesocial.com/fr/blog/2020/01/digital-report-2020/>



- Paillé, P. et Mucchielli, A. (2008). *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales*. Armand Colin, Paris.
- Psyché, V., Tremblay, D. G., Miladi, F., et Yagoubi, A. (2023). A Competency Framework for Training of AI Projects Managers in the Digital and AI Era. *Open Journal of Social Sciences*, 11(5), 537-560.
- Tajfel, H. (1978). The achievement of inter-group differentiation. Dans H. Tajfel (dir.). *Differentiation between social groups: studies in the social psychology of intergroup relations*, (p. 77-100). Academic Press.
- TECHNOCompétences. (2016). *Étude sur les compétences et les besoins de formation sur six professions clés en technologie de l'information*. <http://tinyurl.com/87cypz65>
- Thompson, T. L. (2011). Work-learning in informal online communities: Evolving spaces. *Information Technology and People*, 24(2), 184-196. <https://doi.org/10.1108/09593841111137359>
- Ticoll, D. (2020, may). *Skilling Canadians for Leadership in the AI Economy*. Technation Canada.
- Tremblay, D.-G. et Soussi, S. (dir.) (2020). *Le travail à l'épreuve des nouvelles temporalités*. Presses de l'Université du Québec.
- Tremblay, D.-G. (2014). *L'innovation technologique, organisationnelle et sociale*. Presses de l'Université du Québec.
- Tremblay, D.-G. (2015). *Emploi et gestion des ressources humaines dans l'économie du savoir*. Presses de l'Université du Québec.
- van Steenberghe, É. (2020). La profonde empreinte écologique de l'intelligence artificielle. *Relations*, 808. <https://id.erudit.org/iderudit/93368ac>
- Wenger, E. (2009). *La théorie des communautés de pratique : apprentissages, sens et identité* (2e éd.). Les Presses de l'Université Laval.
- Wihak, C., et Hall, G. (2011). *L'apprentissage informel lie au travail : recherche et pratique dans le contexte canadien*. Conseil canadien sur l'apprentissage.