



Introduction

La quatrième révolution industrielle, baptisée « Industrie 4.0 » par les Allemands en 2011, se caractérise par le virage numérique, l'intégration des processus d'affaires, des systèmes d'information, et de la gestion en temps réel des opérations, l'automatisation et la robotisation des opérations, l'optimisation et la gestion des actifs, le partage et la sécurité des données massives, le suivi du cycle de vie des pièces par le « filon numérique », l'analytique des données, l'internet des objets et l'intelligence artificielle. Comparée aux trois révolutions précédentes, elle se singularise par la connectivité en temps réel, la rapidité de mise en œuvre des changements, un profond changement de culture et le développement de nouvelles compétences.

Cette quatrième révolution industrielle est propulsée par l'avènement de nouvelles technologies et la généralisation et standardisation de technologies bien connues. Sa finalité est l'accroissement de l'efficacité opérationnelle des organisations, et l'amélioration de leurs produits et services. Les technologies numériques permettent ainsi de personnaliser les produits et services, et d'adapter et de coordonner en temps réel les opérations aux besoins des clients et des organisations.

Ainsi, comme le souligne un rapport de 2015 du *Boston Consulting Group*, l'Industrie 4.0 transformera en profondeur la main-d'œuvre de demain. Nous aurons besoin de « scientifiques des données industrielles » possédant des connaissances en technologies de l'information et de la communication (TIC) et en intelligence artificielle (IA), en conception d'interface utilisateur, en analytique de pointe, en analyse de cause fondamentale et en programmation des statistiques.

Le Réseau Innovation 4.0

La constitution du **Réseau interuniversitaire en innovation 4.0** (Réseau 4.0) a pour but d'établir une collaboration interuniversitaire de recherche et développement, et de formation de la main-d'œuvre hautement qualifiée au Québec pour les divers domaines d'application des technologies de l'Industrie 4.0. Les universités québécoises participantes sont : Université Concordia, École de technologie supérieure (ÉTS), Université Laval, Polytechnique Montréal, Université McGill, Université Sherbrooke, Université du Québec à Montréal (UQAM) et Université du Québec à Trois Rivières (UQTR).

Le Réseau 4.0 est une initiative porteuse pour laquelle les gouvernements du Québec et du Canada ont exprimés un intérêt. Face à un besoin grandissant des organisations en termes de développement technologiques et d'accompagnement dans ce virage numérique, les membres du Réseau 4.0 considère qu'il y a nécessité d'appuyer la mission universitaire dans ce domaine, afin de supporter et de consolider les initiatives déjà en place comme celles de l'ADRIQ, du CRIQ, d'IVADO, du SCALEAI, du NGen et d'ENCQOR. Le Réseau 4.0 permettra donc de fédérer des chercheurs et praticiens de diverses organisations, dont les expertises multiples et complémentaires permettront de toucher divers secteurs d'affaires. Ce Réseau sera ainsi une vitrine des réalisations et de l'expertise québécoise en Industrie 4.0.

Il s'agit donc non-seulement d'un moyen de satisfaire à une demande croissante de la part des entreprises sur le plan de la recherche et du développement technologique, mais aussi sur le plan de la formation. Ainsi, il y a un fort besoin de former de la main-d'œuvre 4.0 compétente pour s'intégrer aux centres d'excellence et PME. Le Réseau 4.0 sera finalement une plateforme importante qui favorisera la collaboration entre les universités au niveau de la recherche, le partage des connaissances, l'apport des fonds, sans oublier l'accès à des infrastructures et le partage des ressources.

Technologies 4.0 et secteurs d'affaires

Le Réseau Innovation 4.0 inclut les différentes technologies de l'Industrie 4.0 : internet des objets (IoT), analytique des mégadonnées (incluant l'intelligence artificielle et l'apprentissage machine), intégration des systèmes (incluant la simulation, l'automatisation et l'optimisation de la conception, de la production et de la chaîne d'approvisionnement, et la gestion du cycle de vie du produit), fabrication additive et intelligente, réalité augmentée et virtuelle, systèmes autonomes, transformation organisationnelle et facteurs humains. Les secteurs d'affaires adressés sont: manufacturier, aérospatiale, énergie, santé et sécurité, construction, transport et logistiques, minier, pharmaceutique, forestier et télécommunication.

Objectifs

Les objectifs du Réseau 4.0 se divisent en deux groupes concernant respectivement la recherche appliquée et sa gouvernance, ainsi que le transfert des connaissances et la formation

En recherche appliquée

- Transférer et appliquer les technologies 4.0 à l'industrie;
- Réaliser des projets collaboratifs de recherche sur les technologies de l'Industrie 4.0 et leur application dans l'industrie;
- Faire des recherches conjointes des financements de la recherche;
- Établir des partenariats nationaux et internationaux de recherche;
- Embaucher des professeurs dans le domaine du 4.0;
- Partager et améliorer des infrastructures (laboratoires et équipements) de recherche;

En transfert de connaissances et formation

- Soutenir et promouvoir les activités étudiantes (stages, clubs scientifiques, forums, visites industrielles, conférences, ateliers, concours, etc.);
- Améliorer les programmes de formation existants, partager les ressources et l'expertise, créer de nouveaux programmes collaboratifs, etc;
- Développer des cours de perfectionnement professionnel et ateliers pour étudiants, ingénieurs et professionnels;
- Développer un programme de Maîtrise et d'école d'été conjointe en Innovation 4.0;
- Partager des meilleures pratiques.

Domaines de recherche

Les domaines de recherche du réseau se concentrent principalement sur cinq aspects fondamentaux, soit :

Le développement de levier technologiques 4.0 appliquées :

- Développement d'objets industriels connectés, configurables à distance, et autonomes pour le suivi et le contrôle en temps réel des opérations;
- Développement de systèmes d'infonuagique pour le partage d'informations industrielles (ex., conception et industrialisation de produits) et la coordination de réseaux de création de valeur;
- Développement de technologies d'analyse de données appliquées et dédiées la maintenance prédictive;
- Développer des outils de standardisation et d'intégration de systèmes pour l'optimisation multidisciplinaire de la conception de produits et de systèmes de production;
- Développer des technologies de l'apprentissage machine et de la vision artificielle appliquées à l'inspection qualité dans des environnements de produits complexes;
- Développer des technologies de réalité augmentée appliquée à l'assistance aux opérations complexes;

- Développer des systèmes hybrides appliqués à la planification et au contrôle des opérations (ex, simulation, optimisation, apprentissage machine);
- Développer des technologies de sécurisation informatique des systèmes industriels distribués de pilotage des opérations;
- Développer des technologies permettant de suivre en temps réel les efforts physiques du travail humain.

Le développement d'applications de technologies 4.0 chez des partenaires :

- Développement d'un système de contrôle des opérations basé sur l'Internet des objets industriels dans une compagnie;
- Développement d'un système d'aide à la conception des pièces manufacturées chez un partenaire utilisant l'apprentissage machine pour prédire la durée de vie des pièces;
- Développement d'un système de contrôle agile de la manutention du minerai dans les mines d'un partenaire;
- Développement d'un système intelligent de distribution de produits dans un futur hôpital.

Le déploiement de technologies 4.0 dans les organisations et la société :

- Études du déploiement d'un système de contrôle des opérations basé sur l'Internet de objets industriels chez un partenaire;
- Études des stratégies et approches pour le virage numérique des PME manufacturière (ex., diagnostics, modèles d'affaires numériques, démarches de transformation, stratégies de fabrication et distribution);
- Développement de méthode de réingénierie 4.0 des organisations;
- Étude de la place des humains dans la transformation 4.0;
- Études des processus d'innovation 4.0 dans les organisations et les écosystèmes d'innovation technologique.

La conception de systèmes connectés et intelligents :

- Développement de méthodes de conception et d'évaluation de la performance de systèmes manufacturiers reconfigurables agiles;
- Principes et méthodes de conception de systèmes industriels et logistiques autonomes intelligents;
- Développement d'un cadre méthodologique à base d'agents pour la conception et la coordination des réseaux de production et logistiques agiles;
- Développement d'un cadre de modélisation pour la conception et l'évaluation de réseaux de création de valeur.

L'analyse des impacts de ces technologies :

- Études de l'impact des technologies 4.0 sur le travail des employés et les structures de communication dans les organisations;
- Études de l'impact économique de l'innovation 4.0;
- Études des impacts des technologies 4.0 sur l'ergonomie du travail humain.

Professeurs leaders de l'Innovation 4.0

Rolf Wuthrich (rolf.wuthrich@concordia.ca)

Hany Moustapha (hany.moustapha@etsmtl.ca)

Jonathan Gaudreault (jonathan.gaudreault@ift.ulaval.ca)

Yaoyao Fiona Zhao (yaoyao.zhao@mcgill.ca)

Jean-Marc Frayret (jean-marc.frayret@polymtl.ca)

Luis Antonio De Santa-Eulalia (luis.antonio.de.santa-eulalia@usherbrooke.ca)

Ygal Bendavid (bendavid.ygal@uqam.ca)

Georges Abdul-Nour (Georges.Abdulnour@uqtr.ca)