RESSOURCES HUMAINES, INDUSTRIE électrique DU CANADA
electricity HUMAN RESOURCES CANADA

La transformation **du travail**

L'incidence de la technologie

pwc

Canada

À propos de **Ressources humaines, industrie électrique du Canada**

Ressources humaines, Industrie électrique du Canada (RHIEC) est une organisation nationale à but non lucratif qui étudie les défis et les opportunités liés aux ressources humaines dans le secteur de l'électricité et développe des outils pour y répondre. L'organisation produit et diffuse des recherches pertinentes de haute qualité sur l'industrie de l'électricité. Elle est particulièrement bien placée pour réunir les parties prenantes de l'industrie afin de donner une perspective nationale globale des problèmes qui affectent le secteur. Il s'agit de la seule organisation nationale de l'électricité à soutenir les ressources humaines et le développement des compétences et à donner une voix aux parties prenantes de l'industrie à travers le Canada.

Les objectifs de RHIEC :

- Mener et diffuser des recherches utiles sur les ressources humaines dans le secteur de l'électricité au Canada
- Aider l'industrie à créer et à maintenir une main-d'oeuvre qualifiée et diversifiée
- Faire mieux connaître les opportunités de carrière et d'emploi dans l'industrie
- Développer des partenariats qui permettent au secteur de mieux répondre à ses besoins en ressources humaines

Pour plus d'information sur RHIEC, visitez electricityhr.ca.

This report also available in English under the title: Work Transformed: The Impact of Technology.

Les opinions et interprétations présentées dans cette publication sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement celles du gouvernement du Canada.

RESSOURCES HUMAINES, INDUSTRIE électrique DU CANADA electricity HUMAN RESOURCES CANADA

Ce projet a été financé en partie par le Programme d'appui aux initiatives sectorielles du gouvernement du Canada

Canada

electricityhr.ca

Copyright © 2020 Ressources humaines, Industrie électrique du Canada

Tous droits réservés. L'utilisation de cette publication, en tout ou en partie, qu'elle soit reproduite, stockée dans un système de récupération ou transmise sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit (y compris électronique, mécanique, photographique, de photocopie ou d'enregistrement), sans l'autorisation écrite préalable de Ressources humaines, Industrie électrique du Canada constitue une infraction à la loi sur le droit d'auteur.

Un **message** de RHIEC et PwC Canada

Toutes les industries sont à même de constater l'incidence de la technologie sur leur main-d'œuvre et leurs activités opérationnelles. Alors que l'innovation peut certainement apporter d'excellentes possibilités au chapitre de l'efficacité et de la qualité, ces perturbations posent également des défis en ce qui a trait à l'amélioration des compétences et à la constitution d'une main-d'œuvre capable de continuellement s'adapter à un milieu en évolution rapide. Pour une industrie aussi essentielle que l'électricité, nous ne pouvons pas nous permettre d'interrompre la production, le transport et la distribution de notre alimentation électrique.

C'est pour cette raison que Ressources humaines, industrie électrique du Canada (RHIEC), financé en partie par le Programme des initiatives sectorielles du gouvernement du Canada et appuyé par PwC Canada, a entrepris des travaux de recherche de façon à s'assurer que le secteur canadien de l'électricité est fin prêt à prendre part au monde numérique. Par ailleurs, RHIEC est la source la plus fiable d'informations, de programmes et d'outils en matière de ressources humaines ayant comme objectif de soutenir l'industrie canadienne de l'électricité. Quant à eux, et forts de plus de 110 années d'expérience au sein de plusieurs industries au Canada, PwC Canada veille à ce que les économies soient florissantes et que les organisations réalisent ce qui leur tiennent réellement à cœur. Ensemble, nous sommes fiers de présenter *La transformation du travail : l'incidence de la technologie*, un document que nous considérons comme une ressource indispensable pour le secteur canadien de l'électricité et ses partenaires.

On pourrait difficilement trop insister sur les répercussions qu'aura la technologie sur l'électricité, et ce, dans un avenir rapproché. Les technologies émergentes changeront à la fois la taille de la main-d'œuvre du secteur et sa composition. La modernisation du système améliorera non seulement la façon dont nous générons et stockons l'électricité, mais elle fournira également des emplois aux travailleurs qui possèdent les compétences et les connaissances pertinentes, ainsi que la capacité de s'adapter en permanence.

Quiconque souhaite se tailler une place au sein du monde numérique doit savoir qu'il devra investir dans son personnel afin que celui-ci soit en mesure de contribuer à préparer l'avenir. Cependant, il s'avère qu'un décalage croissant existe entre les compétences dont les travailleurs disposent et les habiletés numériques et les compétences en analyse de données qui seront nécessaires pour participer au travail de l'avenir. Bien que certains employeurs soient tentés de faciliter le passage vers les technologies émergentes par l'entremise de l'embauche de travailleurs de la nouvelle génération, le recrutement ne constitue pas la seule solution. Le perfectionnement des compétences joue ici un rôle majeur. Il s'agit plutôt de cerner les compétences appropriées et d'élaborer des programmes et des plans stratégiques visant à dynamiser les entreprises. Dans l'ensemble, très peu d'employeurs ont mis en place un plan de perfectionnement des compétences, et près d'un tiers n'en possède aucun. Comme le dit l'adage, « l'échec de la planification équivaut à la planification de l'échec ».

Préparer les gens au monde numérique représente un défi multisectoriel qui requiert une collaboration fructueuse entre les employeurs, les éducateurs, les syndicats et les gouvernements. Aucune organisation ne peut réaliser cette transition seule; il sera donc essentiel de mettre en place une coordination minutieuse, d'entretenir des communications fréquentes et de définir clairement les responsabilités de chacun, et ce, afin de garantir que la main-d'œuvre de demain dispose de toutes les compétences dont elle a besoin pour réussir. Nous sommes fermement convaincus que ce rapport deviendra une ressource précieuse pour toutes les parties lors de l'élaboration d'un plan d'amélioration des compétences, et en vue de préparer le terrain pour les années à venir.

Explorer l'avenir du travail ne sera pas simple, mais en nous appuyant sur une vision nette et une planification rigoureuse, nous sommes persuadés que le Canada demeurera un chef de file mondial en matière d'électricité et de croissance économique. Il n'y a pas d'autre choix que de s'adapter et d'évoluer – un défi que cette industrie parviendra sans l'ombre d'un doute à relever.

Michelle Branigan
Directrice générale
Ressources humaines,
industrie électrique du Canada

James Strapp
Associé, Services conseils sur l'énergie et les services publics
PwC Canada

Contenu

Sommaire 4

Introduction 7

Comment la technologie transforme-t-elle le secteur de l'électricité 8

Les technologies qui transforment la nature du travail 9

Les facteurs à l'origine des changements technologiques 18

L'incidence de la technologie sur la taille de la main-d'œuvre et sa composition 22

Les répercussions sur les besoins en main-d'œuvre 23

L'incidence sur la composition de la main-d'œuvre 29

Compétences nécessaires aux travailleurs pour réussir dans une industrie en évolution 32

Les compétences nécessaires à la main-d'œuvre en électricité de demain 33

L'avenir de la formation et du perfectionnement des compétences 37

Nos recommandations 45

Références 49

Annexe A : Table des figures 51

Annexe B : La conception de la recherche 52

Questions de recherche 52

Méthodologie 54

Échantillon de l'enquête 55

Annexe C : Remerciements 57

Comité consultatif national 57

Liste des participants à l'étude 57

Sommaire

Les technologies nouvelles et émergentes engendrent une évolution importante de la façon dont le travail est effectué, et ce, dans tous les secteurs de l'économie canadienne. Bien que l'on parle beaucoup de la façon dont ces technologies rendront les *milieux de travail* plus efficaces et productifs, l'incidence éventuelle sur la *main-d'œuvre* du secteur canadien de l'électricité n'a pas été examinée en profondeur.

Des réseaux intelligents jusqu'aux énergies renouvelables, en passant par les mégadonnées et l'automatisation, les effets des changements technologiques se font déjà sentir dans l'ensemble du secteur, transformant ce que nous faisons, ainsi que notre façon de travailler. Et comme des perturbations encore plus importantes devraient survenir au cours des trois prochaines années, il est essentiel que les organisations du secteur de l'électricité comprennent bien comment ces changements s'opèreront.

C'est pour cette raison que Ressources humaines, industrie électrique du Canada (RHIEC) a mené ces recherches sur la façon dont les rapides innovations numériques et technologiques affecteront : les besoins de travailleurs au sein du secteur de l'électricité; la composition de la main-d'œuvre du secteur; ainsi que les profils de compétences et les exigences en matière de formation des futurs travailleurs du secteur. Munies des résultats et des recommandations issus de ces recherches, les organisations du secteur de l'électricité seront mieux à même d'anticiper les effets de l'évolution technologique sur leurs effectifs et de mieux se préparer à l'avenir du travail.

Prévoir les changements dans la main-d'œuvre

Les implications des changements technologiques sur le secteur ne sont pas claires – et il ne semble pas y avoir de véritable consensus quant aux effets sur la main-d'œuvre de l'industrie électrique.

Bien que la plupart des répondants (46 %) à notre enquête croient que la demande de main-d'œuvre augmentera dans l'ensemble du secteur, plus du tiers (35 %) sont en désaccord, s'attendant à une baisse globale de la demande de main-d'œuvre. Cela étant, lorsque l'on examine les grands groupes professionnels du secteur, il est clair que davantage de travailleurs seront nécessaires pour répondre à la croissance de la demande en énergies renouvelables, et que les experts des technologies de l'information et de la communication (TIC) ainsi que les ingénieurs spécialisés seront également en forte demande. En ce qui concerne les gestionnaires, les superviseurs et les travailleurs qualifiés, la demande de main-d'œuvre devrait diminuer ou demeurer la même suite aux changements technologiques.

Les nouvelles technologies novatrices transformeront non seulement la taille de la main-d'œuvre du secteur, mais également sa composition. Si l'automatisation et l'intelligence artificielle (IA) peuvent supplanter certaines professions, l'adoption à grande échelle de nouvelles technologies pourrait éventuellement engendrer la transformation de nombreuses autres professions. Cela pourrait même mener à la création de nouveaux types d'emplois, en particulier dans les groupes professionnels des TIC et des énergies renouvelables. Les professions numériques, notamment les analystes de données, les spécialistes en intelligence artificielle et les experts en cybersécurité ou en sécurité des réseaux, pourraient devenir plus courantes. Les gestionnaires des changements seront tenus d'anticiper, de planifier et de diriger leur organisation tout au long de ces transformations, puis de répéter le processus alors que nous allons de l'avant.

Compétences futures pour une industrie en pleine évolution

Le secteur de l'électricité de demain nécessitera des travailleurs dotés de solides habiletés numériques et de compétences en analyse de données.

Pour être en mesure d'utiliser efficacement les technologies qui transforment le secteur, les travailleurs de l'électricité auront besoin de nouvelles compétences et connaissances numériques relativement à la programmation informatique, l'analyse statistique, la manipulation de mégadonnées et plus encore. Pourtant, la plupart des travailleurs du secteur ne disposent que de compétences numériques peu ou légèrement développées; en fait, seulement 18 % des intervenants que nous avons interrogés ont déclaré que les compétences des travailleurs sont très ou fortement développées en ce qui a trait aux technologies numériques spécifiques au secteur (p. ex., les réseaux intelligents).

Alors que les compétences spécialisées dynamiseront la main-d'œuvre du secteur, les employeurs recherchent également des personnes qui possèdent une combinaison de compétences – surtout pour intégrer les compétences numériques aux connaissances techniques traditionnelles. La combinaison de compétences souhaitées comprend également de solides compétences personnelles, interpersonnelles et professionnelles, lesquelles permettent aux individus d'interagir efficacement avec leurs collègues et les clients en milieu de travail. Pour ce faire, les employeurs, les institutions de formation et les établissements d'enseignement postsecondaire doivent partager la responsabilité visant à former les travailleurs actuels et futurs du secteur de l'électricité.

Les nouvelles technologies novatrices

transformeront non seulement la taille de la main-d'œuvre du secteur, mais également sa composition.

La voie à suivre : une option proactive

Il existe de nombreux désaccords quant à la manière dont le secteur devrait s'adapter aux changements technologiques, en particulier en ce qui concerne les responsabilités des entreprises en matière de perfectionnement ou de mise à jour des compétences de leurs employés, ainsi que sur la question à savoir si les employeurs devraient être réactifs ou proactifs face à des changements perturbateurs.

Les employeurs envisagent deux scénarios pour effectuer la transition du secteur. Le premier décrit une transformation numérique rapide, laquelle exigera une augmentation du nombre de professions dans des domaines très différents de ceux de la main-d'œuvre actuelle. Dans ce scénario, plutôt que d'offrir de la formation d'appoint à ses travailleurs, les employeurs s'attendent à ce que leur main-d'œuvre se transforme par l'entremise des nouvelles embauches. L'alternative prévoit un changement sur plusieurs années, en plus d'une période de chevauchement technologique importante, ce qui obligera les travailleurs à interagir et à exploiter à la fois les anciennes technologies et les nouvelles. Ce deuxième scénario confirme la croyance selon laquelle la formation aux compétences futures pour les travailleurs actuels n'est pas seulement la responsabilité de l'employeur, mais est également sensé sur le plan des affaires.

Nous croyons que le maintien de la compétitivité et de la fiabilité du secteur canadien de l'électricité alors qu'il se trouve face à d'importants changements technologiques nécessite des investissements élevés, en plus d'un engagement solide à l'égard du développement des compétences. Pourtant, nos recherches ont révélé que très peu d'employeurs ont mis en place un plan de formation visant à répondre pleinement aux besoins de compétences pour leurs travailleurs suite aux changements technologiques. Près d'un tiers ne dispose d'aucun plan de formation.

Que leurs emplois soient supplantés ou transformés par la technologie, les travailleurs auront besoin de formation ou de perfectionnement afin de s'adapter aux nouvelles exigences. Les entreprises ne peuvent pas se permettre de retourner l'ensemble de leur main-d'œuvre sur les bancs d'école; ainsi, une grande partie de cette formation devra donc être offerte par le biais de programmes éducatifs en milieu de travail, soutenus par des partenariats plus étroits entre les établissements d'enseignement postsecondaire et de formation et le milieu du travail.

Les employeurs, les éducateurs, les autorités de réglementation, les gouvernements et les syndicats ont tous un rôle à jouer pour garantir aux travailleurs les compétences dont ils ont besoin pour réussir. À mesure que les technologies émergentes deviennent monnaie courante, les programmes d'enseignement et de formation devront être adaptés en conséquence. Pour faire ne sorte que tous les acteurs évoluent de concert, les intervenants du secteur doivent envisager de mettre en place un écosystème d'apprentissage fondé sur des partenariats solides et des objectifs communs.

Introduction

Dans tous les secteurs de l'économie, les nouvelles technologies innovantes et perturbatrices sont sur le point de changer radicalement le déroulement du travail. Les progrès de l'intelligence artificielle, de l'automatisation et de certains autres domaines rendront les milieux de travail plus efficaces, productifs et collaboratifs. Mais comment ces progrès affecteront-ils la main-d'œuvre? Quelles sont les implications quant aux nouveaux besoins en travailleurs ou quant aux exigences relatives à la formation et aux compétences? Il s'agit là de quelques-unes des grandes questions que posent les employeurs du secteur canadien de l'électricité.

Nous, chez Ressources humaines, industrie électrique du Canada (RHIEC) cherchons à apporter des réponses — et, ce faisant, fournir aux organisations de l'ensemble du secteur des renseignements et des conseils visant à prévoir les conséquences des changements technologiques sur leurs effectifs, et à s'y préparer adéquatement au préalable.

Le présent rapport présente les résultats de la recherche qui consistait à : effectuer une revue exhaustive de la littérature et des documents; mettre en place une enquête nationale auprès des intervenants du secteur de l'électricité (notamment les services publics et les entrepreneurs, ainsi que le gouvernement, les établissements d'enseignement postsecondaire et autres); et à mener des entrevues avec les grands penseurs et dirigeants du secteur.[1] Grâce à ces intervenants et leaders d'opinion, on en apprend beaucoup sur la façon dont les rapides innovations numériques et technologiques auront probablement une incidence sur la taille et la composition de la main-d'œuvre, le profil de compétences des professions du secteur de l'électricité, ainsi que les besoins en matière de formation pour les travailleurs de demain.

1 Voir l'annexe B pour plus de détails sur la méthodologie de ce projet, notamment les questions fondamentales guidant notre recherche, notre stratégie de collecte de données, ainsi qu'une description de notre échantillon d'enquête.

Comment la **technologie transforme-t-elle** le secteur de l'électricité

Pour déterminer l'incidence des technologies nouvelles et émergentes sur la main-d'œuvre en électricité, il est nécessaire d'avoir une compréhension approfondie de ce que sont ces technologies, en plus de saisir adroitement les facteurs qui motivent leur adoption et provoquent de tels changements radicaux dans le secteur.

Les technologies qui transforment la nature du travail

Au cours de nos recherches, nous avons regroupé les innovations technologiques nouvelles et émergentes en deux grandes catégories :

1. Celles qui affecteront la façon dont les entreprises font **des affaires dans tous les secteurs** de l'économie
2. Celles qui auront une incidence précise sur les opérations **du secteur de l'électricité**

L'analyse de données, l'intelligence artificielle (IA), l'automatisation, les drones, l'Internet industriel des objets (IIdO) et l'impression 3D font partie des technologies logicielles et matérielles qui toucheront toutes les industries, pas seulement le secteur de l'électricité. (Cela dit, notre intérêt pour ce projet de recherche particulier cible à comprendre comment ces innovations affecteront expressément le secteur de l'électricité.)

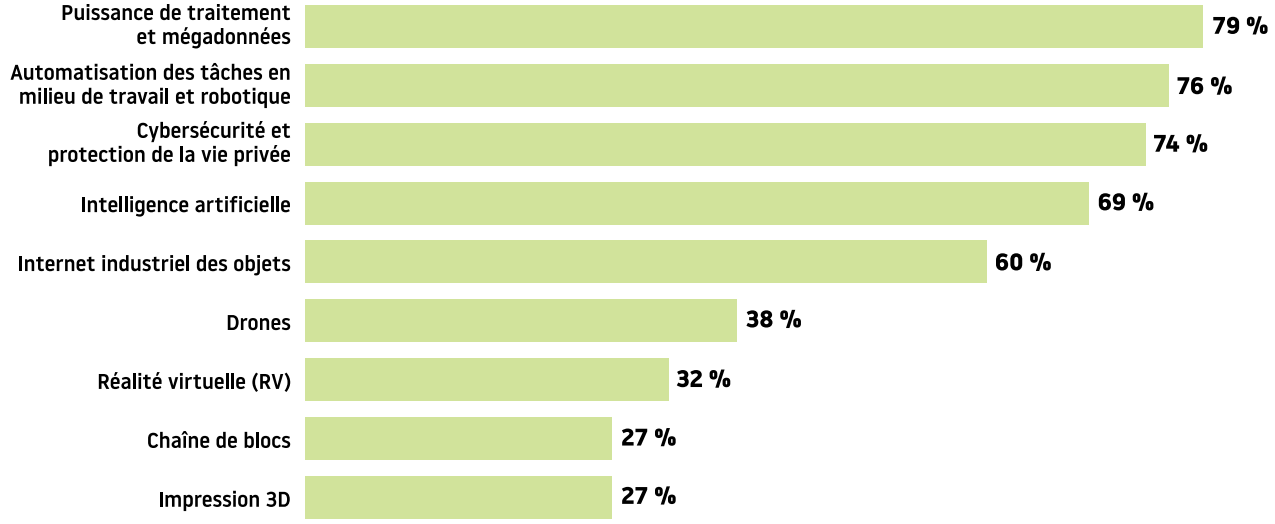
D'autres innovations, telles que les compteurs intelligents, les énergies renouvelables, le stockage d'énergie, la biotechnologie et les biocarburants, sont propres au secteur de l'électricité et sont susceptibles de transformer fondamentalement la façon dont les organisations génèrent, distribuent et contrôlent la consommation d'électricité.

Les innovations touchant toutes les entreprises

Bien qu'elles soient largement applicables dans de multiples secteurs de l'économie, les innovations dans des domaines tels que l'informatique, la mise en réseau et la robotique auront une incidence profonde sur la façon dont le secteur de l'électricité fait des affaires.

Comme le montre la Figure 1, nous avons demandé aux répondants du sondage d'indiquer la possibilité relative que ces innovations opérationnelles transforment le secteur de l'électricité. Les mégadonnées, l'automatisation et la cybersécurité arrivent en tête de liste.

Figure 1. Technologies susceptibles de transformer les processus opérationnels du secteur de l'électricité



Remarque : Les données de cette figure représentent des sommes pondérées, exprimées en proportion par rapport à la somme pondérée maximale possible pour chaque catégorie (N* nombre d'éléments). Les valeurs plus élevées correspondent à un plus grand nombre de répondants classant la technologie comme ayant un fort potentiel de transformation.

Puissance de traitement et mégadonnées

La puissance de traitement des ordinateurs est la vitesse à laquelle il manipule les données et effectue des calculs. Des croissances exponentielles de la puissance de traitement et de la capacité de mémoire des ordinateurs ont permis aux organisations du secteur de l'électricité d'analyser rapidement d'énormes volumes de données, permettant aux services publics de dégager de toutes nouvelles perspectives sur le comportement des consommateurs ainsi que le rendement du système.

En analysant les données de l'ensemble de leur base de consommateurs, par exemple, les services publics peuvent mieux prédire la quantité d'électricité qui sera consommée et à quel moment; il s'agit là d'informations essentielles à la gestion de l'approvisionnement et de la charge en électricité. Ce type d'analyse de « données massives » offre au secteur des occasions d'améliorer a fiabilité de l'approvisionnement en électricité et d'accroître l'exactitude des prévisions de demande en énergie.

Automatisation des tâches en milieu de travail

L'automatisation fait référence à l'utilisation d'un logiciel qui permet aux machines d'effectuer des tâches répétitives et facilement reproductibles, avec peu ou pas d'interaction humaine. Ces dernières années, les progrès convergents de l'IA, de la robotique et du traitement informatique ont exposé un nombre croissant de professions à un risque d'être complètement substituées par l'automatisation, en particulier celles liées aux transports, à la fabrication et à la construction. Les professions qui dépendent fortement de l'interaction humaine et sociale, comme celles des milieux des services de santé et de l'éducation, sont les moins susceptibles d'être affectées par l'automatisation (Hawksworth, Berriman et Goel; 2018).

L'automatisation pourrait avoir des retombées économiques importantes pour le secteur de l'électricité. À l'heure actuelle, les perturbations inattendues du système coûtent à l'industrie environ 10 milliards de dollars en perte de production chaque année, et environ 40 % de tous les événements anormaux étant attribuables à une erreur humaine. Ces problèmes pourraient être éliminés grâce à une utilisation accrue de l'automatisation basée sur l'IA, améliorant ainsi considérablement l'efficacité globale du secteur (Annunziata et Bell, 2016).

Cybersécurité et protection de la vie privée

Alors que le secteur évolue vers un approvisionnement énergétique interconnecté et décentralisé, il deviendra encore plus difficile qu'il ne l'est déjà de maintenir la sécurité et la fiabilité du réseau électrique. L'un des principaux défis découle du fait que les technologies conventionnelles encore utilisées aujourd'hui n'ont jamais été conçues pour être intégrées à des réseaux de partage de données comme l'IIdO. À ce titre, la mise en œuvre d'un système de cybersécurité rigoureux visant à protéger le réseau intelligent et ses données constitue l'une des préoccupations les plus pressantes pour le secteur de l'électricité de l'avenir.

Intelligence artificielle

Bien que l'IA (la simulation de processus cognitifs tels que l'apprentissage, le raisonnement et la résolution de problèmes) ne soit pas une nouveauté en soi, un certain nombre de facteurs – notamment les progrès de la puissance de traitement et l'accès à de plus grandes quantités de données – ont contribué à accélérer le rythme et la portée de son évolution et adoption.

Le secteur de l'électricité tire déjà parti de l'IA, car les réseaux intelligents s'appuient fortement sur elle pour prédire le prix et la charge en électricité. Dans un contexte de microréseau, où l'offre et la demande sont décentralisées, l'IA a le potentiel d'améliorer considérablement la précision des prévisions journalières de la demande d'électricité, en prenant des décisions en fonction de l'historique des données de consommation, des variables météorologiques et des variations quotidiennes et hebdomadaires de l'utilisation (Ma et Zhai, 2019).

Internet industriel des objets

L'Internet industriel des objets (IIdO) est le réseau interconnecté de machines intelligentes, de capteurs, d'instruments et de dispositifs qui surveillent et analysent les systèmes et les processus dans un environnement industriel ou de fabrication. Les données générées par les dispositifs de l'IIdO peuvent être utilisées pour coordonner et automatiser les activités sur un grand nombre de nœuds, permettant ainsi d'augmenter la productivité et de réduire les coûts; par exemple, en suivant le rendement de l'équipement en temps réel et permettre une maintenance prédictive et à distance.

La plus grande [perturbation] à laquelle la majorité de l'industrie est confrontée est qu'elle doit mettre l'accent sur les données et les logiciels, alors qu'avant, l'attention était davantage portée sur les produits matériels. À mon avis, c'est là où se situe le problème dans le secteur de l'électricité parce que [nous] ne savons vraiment pas comment faire cela. Lorsque vous commencez à constater ce que signifie le fait d'intégrer des données et de nouvelles connaissances au sein de votre organisation, et ce que le passage du matériel aux logiciels fait réellement pour une organisation, c'est à ce moment-là que l'on réalise où la plus grande perturbation se produira au niveau de la main-d'œuvre.

Informateur clé

Drones

Les drones (aussi connus sous le nom de systèmes d'aéronefs pilotés à distance) sont des véhicules aériens qui sont contrôlés à distance par un pilote au sol ou de manière autonome par un ordinateur de bord. La sophistication croissante de la technologie des drones en a fait un outil précieux pour le secteur de l'électricité. En utilisant un drone pour aller recueillir des données, des photos et des vidéos de haute qualité, les travailleurs sont en mesure de détecter les équipements défectueux, de surveiller les parcs solaires et éoliens à distance, et de localiser les lignes électriques qui sont tombées, et ce, sans compromettre leur propre sécurité.

Réalité virtuelle (RV)

La réalité virtuelle (RV) offre aux utilisateurs une expérience immersive, leur permettant de visualiser un environnement sans y être physiquement présents. Semblable aux drones, la RV a le potentiel d'améliorer la sécurité des travailleurs du secteur de l'électricité ainsi que des étudiants souhaitant acquérir de l'expérience dans le secteur en simulant des scénarios potentiellement dangereux. Cette approche permet d'offrir des expériences d'apprentissage plus efficaces et plus stimulantes, notamment dans des contextes qui seraient trop difficiles ou dangereux à recréer dans la réalité.

Chaîne de blocs

La technologie de la chaîne de blocs permet l'échange et le stockage de données essentielles, grâce à l'intégrité sécurisée d'un « grand livre distribué qui conserve de manière autonome et transparente un registre chronologique des opérations » (Olson, 2018). Couramment utilisée pour gérer les transactions en Bitcoins, la chaîne de blocs s'est révélée comme possible solution viable pour gérer les opérations au sein d'un système d'approvisionnement électrique décentralisé. En utilisant la chaîne de blocs, les producteurs et les consommateurs d'électricité pourraient ne plus avoir besoin des services publics pour acheter et vendre de l'électricité.

La chaîne de blocs offre une confiance et une transparence, en plus d'une validation en temps réel; et c'est pourquoi plusieurs personnes tournées vers l'avenir s'y intéressent. Mais, quelle que soit la technologie sous-jacente, l'idée est de créer un marché ouvert auquel les fournisseurs et les consommateurs peuvent se connecter.

Informateur clé

Impression 3D

L'impression 3D (aussi connue sous le nom de fabrication additive) permet la construction d'objets et de modèles tridimensionnels en superposant des couches de matière. De la création de prototypes à la production grand public, l'impression 3D a des répercussions importantes pour le secteur de l'électricité. Pour donner un exemple extrême de son potentiel, le procédé a été utilisé pour imprimer un champ solaire entier en Australie. On l'a également employé pour imprimer des batteries au lithium-ion, ce qui pourrait entraîner la décentralisation de la fabrication de stockage d'énergie à petite échelle (GlobalData Energy, 2019).

Échéancier des changements dans les processus opérationnels du secteur de l'électricité

Alors que certaines technologies nouvelles et émergentes ont déjà une incidence transformatrice sur le secteur, l'ensemble des effets des autres technologies ne se feront sentir que dans quelques années.

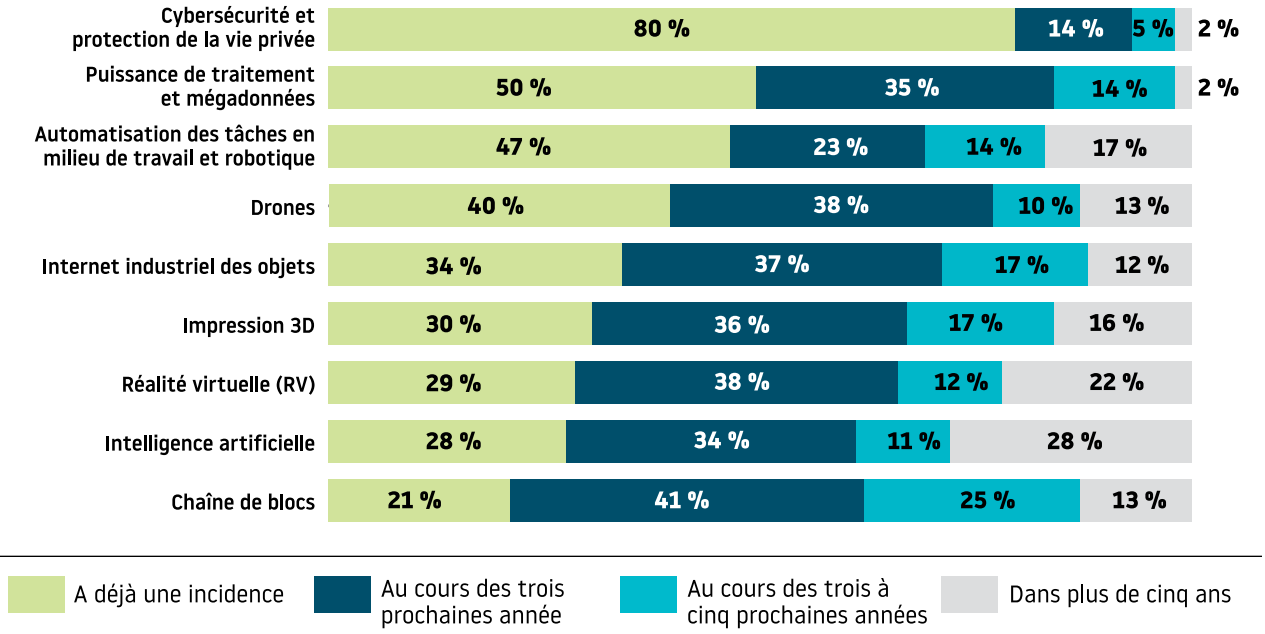
Comme le montre la Figure 2, la grande majorité (80 %) des répondants au sondage estiment que les technologies liées à la sécurité du réseau et à la vie privée des consommateurs affectent déjà le secteur, bien plus que toute autre innovation au niveau de l'entreprise. La plupart des répondants ont déclaré que les effets liés à la puissance de traitement et l'analyse des mégadonnées (50 %), ainsi qu'à l'automatisation des tâches en milieu de travail (47 %), se font déjà sentir dans le secteur.

Alors que 40 % des personnes interrogées ont déjà commencé à voir les drones changer le mode de fonctionnement de leur entreprise, une proportion presque équivalente (38 %) s'attend à ce que le véritable impact des drones ne soit visible qu'au cours des trois prochaines années.

Enfin, la plupart des répondants s'attendent à ce que les autres technologies aient une incidence au cours des trois prochaines années, bien qu'il y ait un certain désaccord concernant les délais exacts.

Ces résultats indiquent que, outre les technologies instaurant la cybersécurité et la protection de la vie privée, les délais en ce qui a trait à l'incidence des innovations sur l'entreprise demeurent incertains. Cela dit, les répondants qui ne constatent pas encore les répercussions de ces technologies s'attendent à le faire bientôt.

Figure 2. Échéancier des répercussions sur les processus opérationnels du secteur de l'électricité



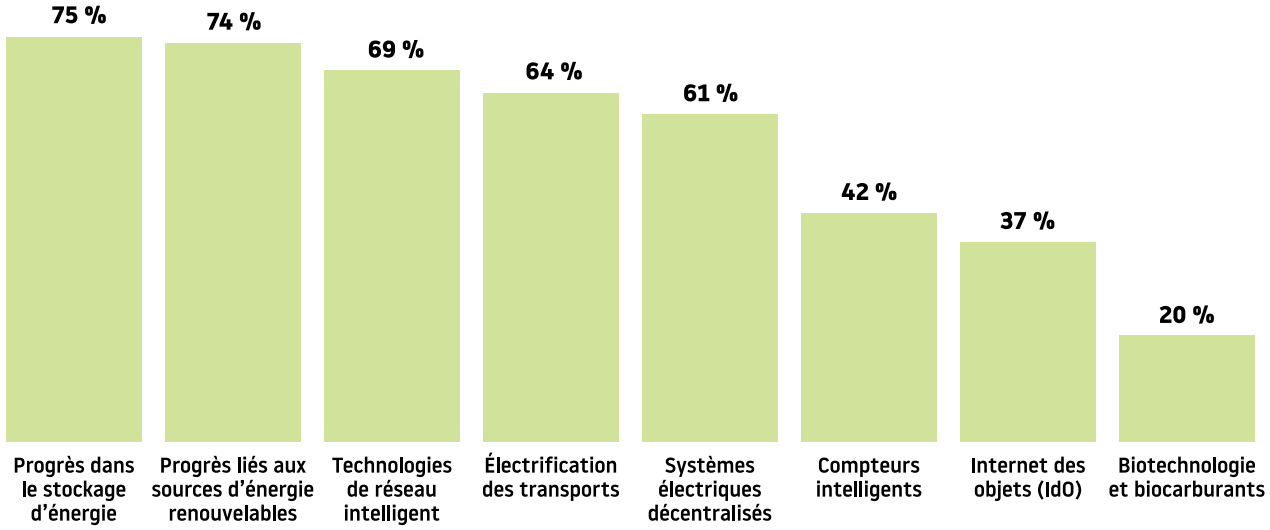
Remarque : Par souci de précision, la catégorie avec la plus forte proportion de répondants pour chaque technologie n'est pas ombrée, tandis que toutes les autres catégories sont ombrées.

Innovations spécifiques au secteur de l'électricité

De nombreuses technologies et innovations numériques émergentes ont des applications propres au secteur de l'électricité: il s'agit de technologies plus intelligentes et plus vertes qui permettent l'adoption de nouvelles sources d'énergie et contribuent à mieux intégrer les systèmes de production, de transport et de distribution.

Nous avons invité les répondants de notre enquête nationale à classer les technologies les plus susceptibles de transformer les opérations du secteur. La Figure 3 démontre que les technologies relatives au stockage d'énergie, aux énergies renouvelables et aux réseaux intelligents figurent en tête de liste.

Figure 3. Technologies susceptibles de transformer les opérations du secteur de l'électricité



Remarque : Les données de cette figure représentent des sommes pondérées, exprimées en proportion par rapport à la somme pondérée maximale possible pour chaque catégorie (N* nombre d'éléments). Les valeurs plus élevées correspondent à un plus grand nombre de répondants classant la technologie comme ayant un fort potentiel de transformation.

Stockage d'énergie et sources d'énergie renouvelables

Les améliorations apportées au stockage d'énergie et les progrès liés aux sources d'énergie renouvelables devraient avoir l'incidence la plus transformatrice sur le secteur. Ces deux domaines sont étroitement liés : à mesure que les technologies de stockage d'énergie s'améliorent, le secteur pourra augmenter son utilisation des sources d'énergie renouvelables.

La contribution des sources d'énergie renouvelables non hydroélectriques demeure faible par rapport à la composition actuelle du bouquet énergétique au Canada. Alors que les énergies renouvelables représentent 67 % de l'approvisionnement en électricité au pays, un faible 7 % de cette énergie provient de sources non hydroélectriques tirées notamment de l'énergie solaire, des éoliennes et de la biomasse (Ressources naturelles Canada [RNCan], 2017).

Les énergies renouvelables représentent **67 %** de l'approvisionnement en électricité

7 % de cette énergie provient de sources non hydroélectriques

Le stockage de l'énergie sera essentiel à l'adoption à grande échelle de sources d'énergie renouvelables non hydroélectriques. Bien que les coûts de ces technologies continuent de devenir plus viables sur le plan financier, la nature intermittente et très variable de l'énergie éolienne et solaire, ainsi que d'autres sources renouvelables, pose des défis importants aux systèmes énergétiques qui en dépendent. Aujourd'hui, les parcs éoliens et les panneaux solaires ne peuvent fournir de l'énergie que lorsqu'elle devient disponible, ce qui ne coïncide pas forcément au moment où les consommateurs en ont besoin.

Le stockage de l'énergie excédentaire visant à compenser les périodes de faible production pourrait éventuellement résoudre les problèmes associés à un approvisionnement énergétique intermittent et irrégulier. Des pistes de solutions novatrices dans ce domaine se dessinent, par exemple en utilisant des batteries de véhicules électriques pour stocker l'énergie et approvisionner ainsi le réseau lorsque ces batteries ne sont pas utilisées.

Technologies de réseau intelligent

Le réseau intelligent est la « nouvelle génération » du réseau électrique, intégrant un large éventail de technologies de l'information et des communications (comme les compteurs intelligents et les appareils intelligents) pour permettre l'échange de données en temps réel entre les fournisseurs d'électricité et les consommateurs (Park, Kim, et Kim, 2014; Commission fédérale de réglementation de l'énergie, 2016).

En plus de jouer un rôle important dans les efforts de conservation de l'énergie, les technologies de réseaux intelligents sont une force motrice dans la décentralisation et l'électrification de l'approvisionnement énergétique. Ces technologies devraient augmenter la qualité et la fiabilité de l'alimentation électrique tout en élargissant le déploiement des énergies renouvelables (Naber et al., 2017).

Électrification des transports

Il existe actuellement plus de 100 000 véhicules électriques au Canada, incluant des véhicules électriques à batterie et des véhicules hybrides rechargeables. Bien que ce nombre ne représente qu'une petite proportion de l'ensemble du parc automobile du pays, le nombre de véhicules électriques vendus au Canada a augmenté d'année en année, grâce en partie aux subventions gouvernementales et aux politiques favorables.

+ de 100 000

véhicules électriques au Canada… et ce nombre augmente chaque jour

La croissance rapide du nombre de véhicules électriques augmentera radicalement la demande globale d'électricité. Selon l'ampleur de l'adoption de ces véhicules, la demande d'électricité devrait passer de quelques térawattheures en 2017 à entre 118 et 733 térawattheures d'ici 2030 (Narayan, 2018). Pour faire face à l'augmentation des besoins en matière de charge, il faudra procéder à des modifications et des mises à niveau importantes de l'infrastructure du réseau existante.

Systèmes énergétiques décentralisés

La décentralisation fait référence à l'utilisation de sources de production, de stockage et de distribution d'énergie plus petites et plus localisées. Alors que le prix des énergies renouvelables continue de baisser, un plus grand nombre de ménages pourront produire leur propre énergie – et même vendre leur énergie excédentaire au réseau pour qu'elle soit utilisée par d'autres consommateurs. De concert avec les technologies du réseau intelligent, les consommateurs d'énergie auparavant passifs, deviennent des producteurs actifs d'énergie (ou « prosommateurs ») au sein d'un réseau électrique décentralisé (John, 2018).

Le résultat est un système où les centrales électriques centralisées ne sont plus les seules sources génératrices d'énergie. On observe que les tendances actuelles évoluent vers une combinaison de sources d'énergie dont la production est centralisée (p. ex., gaz naturel, nucléaire) et décentralisée (p. ex., solaire, éolienne) (General Electric Power, 2019). En fin de compte, le système énergétique décentralisé signifie que les consommateurs obtiendront leur énergie à partir d'un certain nombre de sources différentes à des moments variés.

Compteurs intelligents

Grâce aux compteurs intelligents, les consommateurs et les services publics peuvent voir et contrôler, en temps réel, quand, où et comment l'électricité est utilisée. Le simple fait de voir la façon dont leur consommation affecte les coûts énergétiques devrait inciter les consommateurs à devenir plus efficaces, tout en permettant aux services publics de mieux surveiller les modèles de consommation d'énergie. En effet, cette technologie transforme la relation entre l'utilisateur et le fournisseur d'énergie, car les consommateurs se doivent de devenir des agents actifs pour décider de la quantité d'énergie qu'ils consomment et du moment où ils la consomment.

Internet des objets

Le processus de numérisation a permis d'intégrer une infrastructure physique à une infrastructure numérique, ce qui a donné naissance à l'Internet des objets (IdO) : un réseau interconnecté de dispositifs physiques (notamment les appareils électroniques personnels, les véhicules, les appareils électroménagers et les compteurs intelligents) qui peuvent recueillir et partager des données les uns avec les autres en temps réel. Les communications entre les dispositifs de l'IdO peuvent aider les consommateurs à améliorer la fonctionnalité de ces appareils, à optimiser leur utilisation en l'électricité et à simplifier divers aspects de leur vie. Mais l'IdO est également responsable dans une certaine mesure de répercussions en matière de cybersécurité, lesquelles ont engendré un besoin important de travailleurs qualifiés capables d'assurer la sécurité de l'infrastructure du réseau – d'autant plus que les systèmes conventionnels sont intégrés à des technologies plus modernes.

Biotechnologie et biocarburants

Les biotechnologies sont utilisées dans le but d'imiter les processus utilisés par les organismes vivants pour produire et stocker l'électricité – et, dans certains cas, les organismes vivants sont directement utilisés en vue de produire de l'électricité. Par exemple, les chercheurs ont exploré le potentiel des cellules solaires microbiennes, ainsi que des technologies qui utilisent des micro-organismes photoautotrophes ou des plantes, pour récolter l'énergie solaire et générer du courant électrique, puisant essentiellement dans l'électricité produite lors de la photosynthèse (Strik et al., 2011).

La bioénergie est une source d'énergie renouvelable dérivée des organismes vivants et de leurs sous-produits. Au Canada, la biomasse comprend les déchets des secteurs forestier et agricole, les résidus d'animaux et les déchets solides municipaux qui sont convertis en bioénergie solide, liquide ou gazeuse. Cette bioénergie peut ensuite être brûlée pour produire de la chaleur ou de l'électricité, ou encore être utilisée dans la création de biocarburants comme l'éthanol ou le diesel renouvelable (RNCan, 2016). À l'heure actuelle, les biocarburants représentent environ 6 % de l'approvisionnement énergétique total du Canada.

Malgré ces progrès, peu d'intervenants de notre étude nationale croient que les biocarburants et la biotechnologie auront un effet perturbateur sur le secteur à la même échelle que d'autres innovations émergentes.

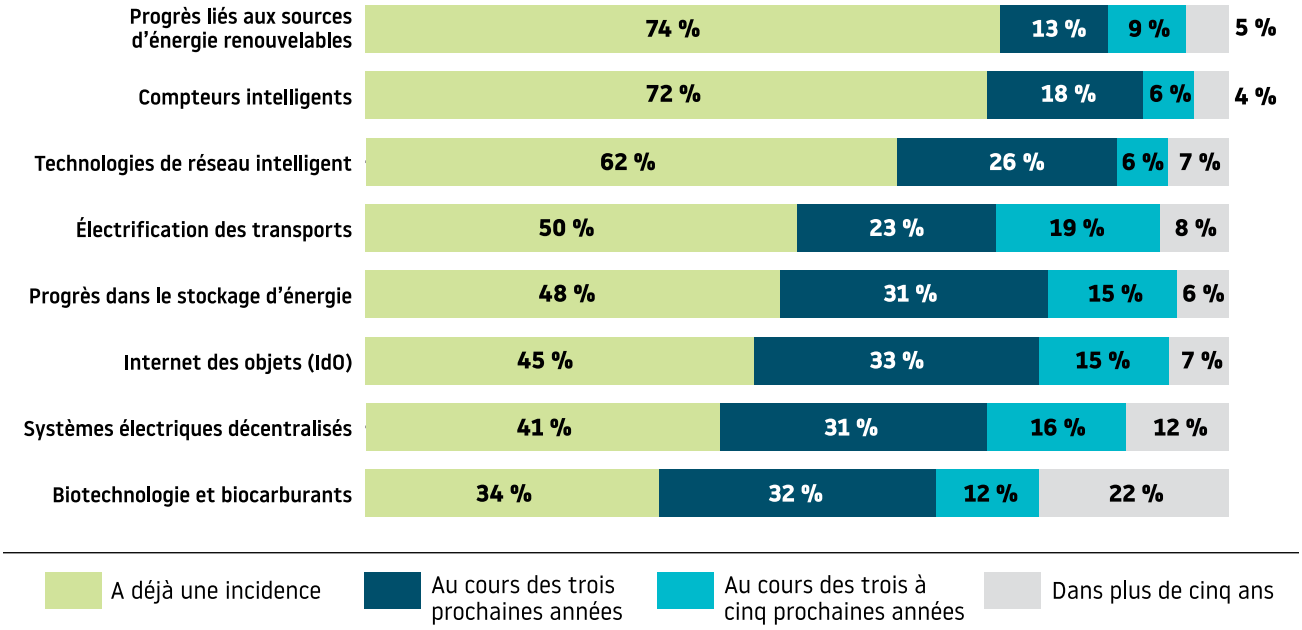
Échéancier des changements pour les activités du secteur de l'électricité

Plusieurs des technologies émergentes spécifiques au secteur de l'électricité ont déjà une incidence. Une majorité de répondants soulignent l'importance des sources d'énergie renouvelables (74 %), des compteurs intelligents (72 %) et des technologies de réseaux intelligents (62 %). Cependant, il n'y a pas de consensus clair quant au moment où les effets de l'électrification des transports, des améliorations du stockage de l'énergie, de l'IdO et des systèmes électriques décentralisés se feront sentir. Bien que la plupart des répondants conviennent que toutes ces technologies ont déjà affecté le secteur, entre un quart et un tiers de ceux-ci pensent que l'incidence réelle se verra au cours des trois prochaines années plutôt que dans l'immédiat.

La plupart des répondants conviennent que toutes ces technologies ont déjà affecté le secteur, entre **un quart** et **un tiers** de ceux-ci pensent que l'incidence réelle se verra au cours des trois prochaines années plutôt que dans l'immédiat.

Enfin, il existe une grande incertitude quant au moment exact où l'incidence de la biotechnologie et des biocarburants sera observée dans l'ensemble du secteur, avec une proportion à peu près équivalente de répondants indiquant que ces technologies affectent déjà le secteur (34 %) ou l'affecteront au cours des trois prochaines années (32 %). Les autres répondants croient que les répercussions de cette technologie se produiront à plus long terme, certains s'attendant à des changements au cours des trois à cinq prochaines années (12 %) et d'autres estimant que l'incidence se verra dans plus de cinq ans (22 %).

Figure 4. Échéancier des répercussions sur les activités du secteur de l'électricité



Remarque : Par souci de précision, la catégorie avec la plus forte proportion de répondants pour chaque technologie n'est pas ombrée, tandis que toutes les autres catégories sont ombrées.

Les facteurs à l'origine des changements technologiques

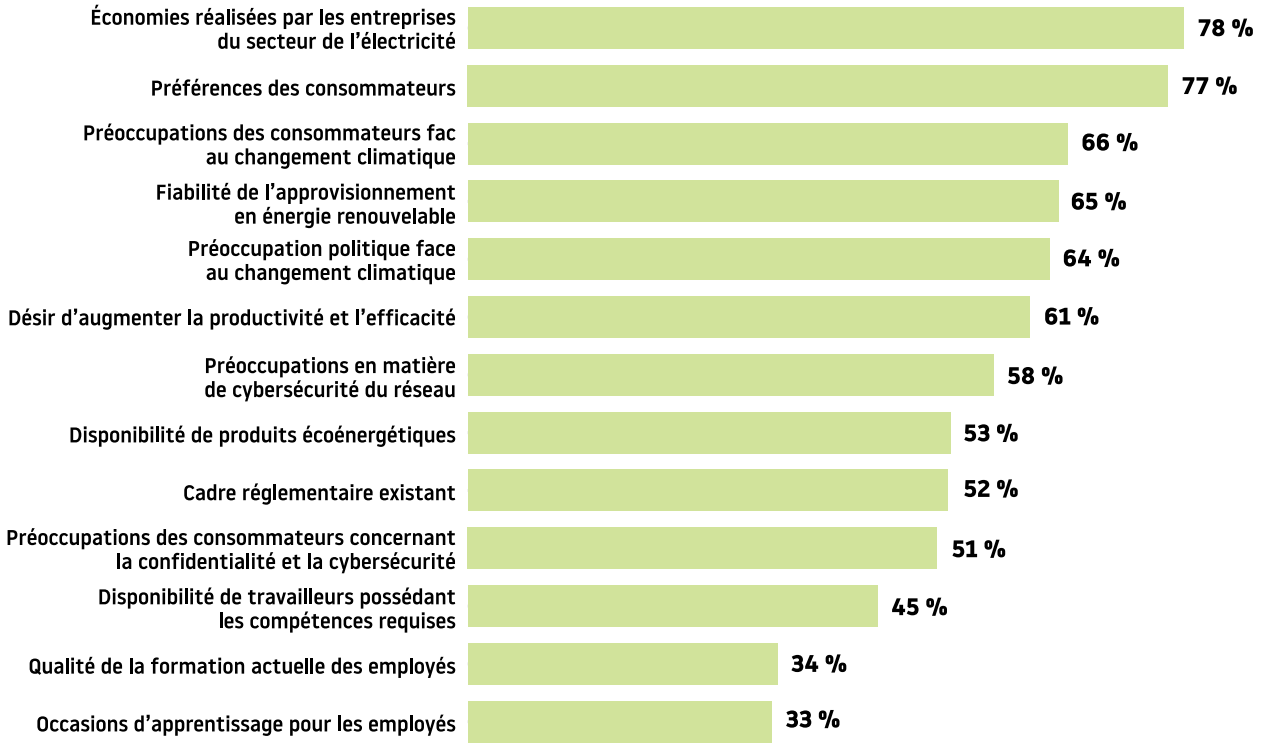
Un certain nombre de facteurs interreliés contribuent aux changements technologiques qui affectent actuellement le secteur de l'électricité ou qui l'affecteront bientôt. De façon générale, ces changements sont principalement motivés par la nécessité d'améliorer l'efficacité énergétique, la durabilité, la fiabilité et l'accessibilité – autant d'objectifs clés visant l'avenir de la production, la distribution et la consommation d'électricité.

Comme on peut le constater à la Figure 5, lorsque l'on a interrogé les répondants de notre enquête nationale sur les facteurs possibles à l'origine des changements technologiques dans le secteur, ils ont ciblé les économies de coûts et les préférences des consommateurs comme principales causes de l'innovation.

Parmi les moteurs de changement les plus importants figurent les mêmes innovations déjà évoquées dans le présent rapport, telles que les préoccupations en matière de cybersécurité et la disponibilité des produits écoénergétiques. D'autres facteurs affectent la vitesse à laquelle les changements technologiques se produisent, notamment la disponibilité de main-d'œuvre qualifiée ainsi que la capacité des établissements d'enseignement postsecondaire et de formation à offrir les compétences requises pour une main-d'œuvre en évolution. Ces facteurs (et la manière dont ils affectent le secteur) sont étudiés en détail plus loin dans le présent rapport.

Dans les pages qui suivent, nous mettons en évidence les quatre facteurs relevés par les intervenants comme étant les facteurs les plus importants à l'origine des changements technologiques dans le secteur de l'électricité.

Figure 5. Facteurs de changements technologiques dans le secteur de l'électricité



Remarque : Les données de cette figure représentent des sommes pondérées, exprimées en proportion par rapport à la somme pondérée maximale possible pour chaque catégorie (N* nombre d'éléments). Les valeurs plus élevées correspondent à un plus grand nombre de répondants classant le facteur comme un facteur important du changement.

Marchés et prix

MLes forces du marché et les prix des technologies émergentes seront d'importants moteurs de changement dans l'industrie de l'électricité, tout comme ils le seront dans tous les autres secteurs de l'économie canadienne.

Alors que les prix de l'énergie solaire, du stockage dans des batteries, de l'énergie éolienne, des véhicules électriques, des bâtiments intelligents, des flux d'énergie bidirectionnelle et d'autres technologies continuent de chuter brusquement, le marché des produits électriques deviendra de plus en plus concurrentiel. À leur tour, de nouveaux joueurs feront leur apparition pour fournir et distribuer de l'énergie via un réseau décentralisé. Le cycle vertueux d'une concurrence accrue et de prix de plus en plus bas continuera de contribuer à accélérer le rythme des transformations au sein du secteur.

Comment pouvons-nous garantir que nous serons là pour nos clients pour les aider à faire face aux nouveaux choix énergétiques? C'est une question d'engagement des intervenants, de points de vue des clients, et d'analyse des données. Il faut mettre en place ces éléments de telle sorte qu'un scénario qui profite à tous est créé, et que le client puisse bénéficier des bonnes occasions engendrées.

Informateur clé

Préférences et attitudes des consommateurs

À mesure que les attitudes des consommateurs à l'égard des changements climatiques évoluent, la demande de sources renouvelables d'électricité et de produits et services écoénergétiques pourrait emboiter le pas, accélérant ainsi le rythme auquel les changements se succèdent et élargissant la portée au sein du secteur de l'électricité.

Cependant, il est possible que les consommateurs soient peu enclins à changer. Le simple fait de mettre à la disposition des consommateurs des technologies émergentes telles que les compteurs intelligents ou les véhicules électriques ne se traduit pas forcément à son adoption généralisée. Même lorsque les prix sont pris en compte, les préférences des consommateurs sont influencées par un certain nombre d'autres facteurs, notamment les attitudes personnelles, les normes sociales et l'aisance face au changement (Gangale, Mengolini et Onyeji, 2013).

Les individus peuvent choisir d'aller plus vite que les politiques ou les prix. Ils peuvent avoir d'autres raisons, que ce soit parce que c'est cool ou qu'ils se soucient de l'environnement ou encore parce qu'ils veulent avoir le contrôle.

Informateur clé

Atténuation du changement climatique et décarbonisation

La « décarbonisation » décrit le processus de transition des sources d'énergie émettrices de gaz à effet de serre (GES) à forte intensité de carbone vers des sources renouvelables ou non émettrices de GES. Les efforts visant à atténuer les effets du changement climatique sont concrétisés par l'accélération du processus de décarbonisation des systèmes énergétiques mondiaux : les économies du monde entier électrifiant leurs systèmes de transport, de chauffage et de refroidissement.

Le Canada représente l'une des nombreuses juridictions nationales et infranationales engagées dans le processus de décarbonisation qui contribue aux innovations en matière de production énergétique, tout en imposant simultanément des normes d'émission strictes. Le Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques caractéristique bien la politique du Canada à l'égard de la décarbonisation, offrant aux gouvernements provinciaux, territoriaux et fédéral la possibilité de collaborer et de coordonner leurs stratégies de décarbonisation.

De nombreuses activités de décarbonisation sont déjà en cours au Canada. En 2014, l'Ontario est devenu le premier territoire en Amérique du Nord à éliminer complètement le charbon; il est prévu que les autres provinces atteignent le même objectif d'ici 2030. Les initiatives en matière de tarification du carbone, nommément le système de plafonnement et d'échange au Québec ainsi que la taxe nationale sur le carbone, visent à accélérer les efforts de décarbonisation du Canada en imposant un coût à la consommation de carbone (Environnement et Changement climatique Canada, 2017). D'autres mesures, telles que les techniques d'extraction à faibles émissions de carbone pour les sables bitumineux de l'Alberta ainsi que les biocarburants avancés pour le transport sur de longues distances, sont également mises en œuvre afin de lutter contre les niveaux élevés d'émissions dans ces secteurs (Bataille, Sawyer et Melton, 2015).

Le changement climatique est bel et bien en train de modifier les profils d'assurance en termes de ce qui est possiblement assurable, ce qui ne l'est pas, où vous pouvez vous assurer et où vous ne le pouvez pas. Partout où la résilience et les pannes d'électricité posent problème en raison des tempêtes, la question de la fiabilité du réseau devient un enjeu économique – parce que les pannes d'électricité entraînent des pertes économiques – et tout cela va changer les coûts et donc la disposition des gens à payer.

Informateur clé

2014 L'Ontario élimine complètement le charbon

Investissement gouvernemental
de 100 M$ dans les
technologies de réseau intelligent

Investissements et politiques gouvernementales

Le secteur canadien de l'électricité est fortement influencé par les décisions du gouvernement, notamment par les politiques et les règlements qui touchent directement le secteur. Les changements dans les priorités gouvernementales peuvent avoir un effet considérable sur les délais, dont la mise en œuvre des plans de décarbonisation et d'atténuation des changements climatiques. Un exemple éloquent de ce phénomène est la récente annulation des remises sur les véhicules électriques par le gouvernement de l'Ontario, laquelle a entraîné une baisse de 50 % des ventes de véhicules électriques dans cette province (Mobilité électrique Canada, 2019).

Les investissements publics sont également au cœur des transformations. À titre d'exemple, le gouvernement canadien a annoncé un investissement pouvant atteindre 100 millions de dollars dans la phase II (volet relatif au réseau intelligent) du Programme d'infrastructures vertes. Dans le cadre de ce programme, les projets dirigés par les services publics recevront un financement visant à soutenir le déploiement de systèmes intégrés de réseau intelligent et à faire la démonstration de la prochaine génération de technologies de réseau intelligent (RNCan, 2018).

Partout au Canada, les gouvernements ont investi massivement dans la recherche, le développement et la démonstration des énergies renouvelables (R.D. et D.), avec des investissements cumulatifs dans des projets de production d'énergie propre totalisant plus de 31 milliards de dollars entre 2010 et 2014 (RNCan, 2017). Pour aller de l'avant, le Canada s'est joint à Mission Innovation, une initiative internationale de concert avec 19 autres pays ainsi que l'Union européenne. Dans le cadre de cette collaboration, le Canada doublera ses investissements dans la R.D. et D. de l'énergie propre d'ici 2020, et augmentera ses investissements annuels dans le secteur de l'énergie propre à 775 millions de dollars (RNCan, 2017).

Malgré ces engagements, le Canada accuse toujours du retard par rapport à d'autres pays qui ont soutenu des projets solaires résidentiels et à grande échelle. La California Energy Commission, par exemple, a récemment adopté de nouvelles normes de construction exigeant que tous les nouveaux bâtiments résidentiels ainsi que les établissements de santé soient équipés de systèmes photovoltaïques solaires intelligents. La Commission a également mis à jour ses normes relatives à l'enveloppe thermique, afin de viser une meilleure isolation thermique (California Energy Commission, 2018). En Allemagne, plus de 1,5 million de systèmes photovoltaïques ont été installés dans des propriétés résidentielles, avec un taux de pénétration d'énergie solaire représentant 8 % de l'approvisionnement énergétique total (Wittenberg et Matthies, 2016).

Les politiques font toute la différence, dans l'intervalle, avant de constater que les nouvelles technologies et les solutions émergentes sont devenues chose courante. Dans le secteur automobile, il est clair que la voiture électrique sera la voiture dominante. La fabrication automobile est d'ailleurs en train de changer. La question est de savoir si nous y arriverons dans huit ans ou si les choses s'accélèreront? Tout cela dépend des politiques.

Informateur clé

775 millions
de dollars investissements annuels
dans le secteur de l'énergie propre

L'incidence de la technologie sur **la taille de la main-d'œuvre** et **sa composition**

Les technologies nouvelles et émergentes font plus que simplement changer la façon de faire des affaires dans le secteur de l'électricité. Il est à prévoir qu'elles auront également une incidence énorme sur la demande de main-d'œuvre et sur sa composition. Il est facile de supposer que la main-d'œuvre diminuera en raison de l'automatisation et de l'IA, mais ça ne sera peut-être pas le cas. En fait, certaines innovations permettront même de créer de tout nouveaux métiers qui n'existaient pas auparavant.

Les répercussions sur les besoins en main-d'œuvre

L'un des principaux objectifs de cette recherche était de comprendre l'incidence éventuelle des changements technologiques sur la demande générale de travailleurs de l'industrie de l'électricité, ainsi qu'à l'égard des professions et des groupes professionnels spécifiques au sein du secteur.

À l'échelle mondiale, les changements technologiques (l'automatisation en particulier) contribuent à une diminution de la main-d'œuvre dans tous les secteurs de l'économie. Au Canada, on prévoit que près de 10 % des travailleurs canadiens risquent de perdre leur emploi en raison de l'adoption à grande échelle de technologies nouvelles et émergentes (Conseil consultatif sur la croissance économique, 2017).

Par ailleurs, certaines professions risquent d'être davantage automatisées que d'autres. Celles qui impliquent des tâches répétitives nécessitant des compétences limitées et qui sont exemptes d'interprétation humaine sont manifestement les plus faciles à automatiser (Hawksworth, Berriman et Goel, 2018). En outre, les travailleurs ne disposant que de peu de compétences numériques, surtout pour les plus âgés, pourraient faire face à plus de difficulté pour s'adapter aux exigences d'un environnement de travail hautement numérisé.

Le secteur de l'électricité n'est pas à l'abri de ces tendances. Aux États-Unis, on prévoit que la consommation d'électricité devrait augmenter entre 2016 et 2026, mais il n'y aura probablement pas de croissance globale des taux d'emplois pour les exploitants, les distributeurs et les répartiteurs de centrales électriques au cours de cette période (Bureau of Labor Statistics des États-Unis, 2018). Les gains d'efficacité réalisés grâce aux dernières innovations technologiques peuvent aider le secteur à devenir plus productif, sans pour autant nécessiter de nombreux changements dans la taille de sa main-d'œuvre.

L'incidence sur la demande en main-d'œuvre, par groupes professionnels

À mesure que les nouvelles technologies transforment la façon dont le secteur génère, distribue et gère l'utilisation de l'électricité, la demande de travailleurs au sein des groupes professionnels va changer.

Nous avons demandé aux répondants au sondage s'ils s'attendaient à ce que les nouvelles technologies diminuent, augmentent ou encore n'aient aucun effet sur la demande de main-d'œuvre dans l'ensemble de l'industrie ainsi que dans chacun des cinq groupes professionnels du secteur : les gestionnaires et superviseurs, les ingénieurs et technologues en génie électrique, les travailleurs qualifiés, les professions liées aux énergies renouvelables, et les experts des technologies de l'information et de la communication (TIC).

10 %
des emplois canadiens sont menacés en raison des nouvelles technologies

Une analyse des résultats tirés de notre enquête suggère les conclusions suivantes :

1 **Désaccord entourant la croissance dans l'ensemble du secteur.** Il n'y a pas de consensus clair quant à savoir si la demande de main-d'œuvre augmentera ou diminuera suite aux changements technologiques. Bien que la plupart des répondants (46 %) croient que la demande en main-d'œuvre augmentera dans l'ensemble du secteur, plus du tiers (35 %) sont en désaccord, s'attendant à une baisse globale de la demande en main-d'œuvre.

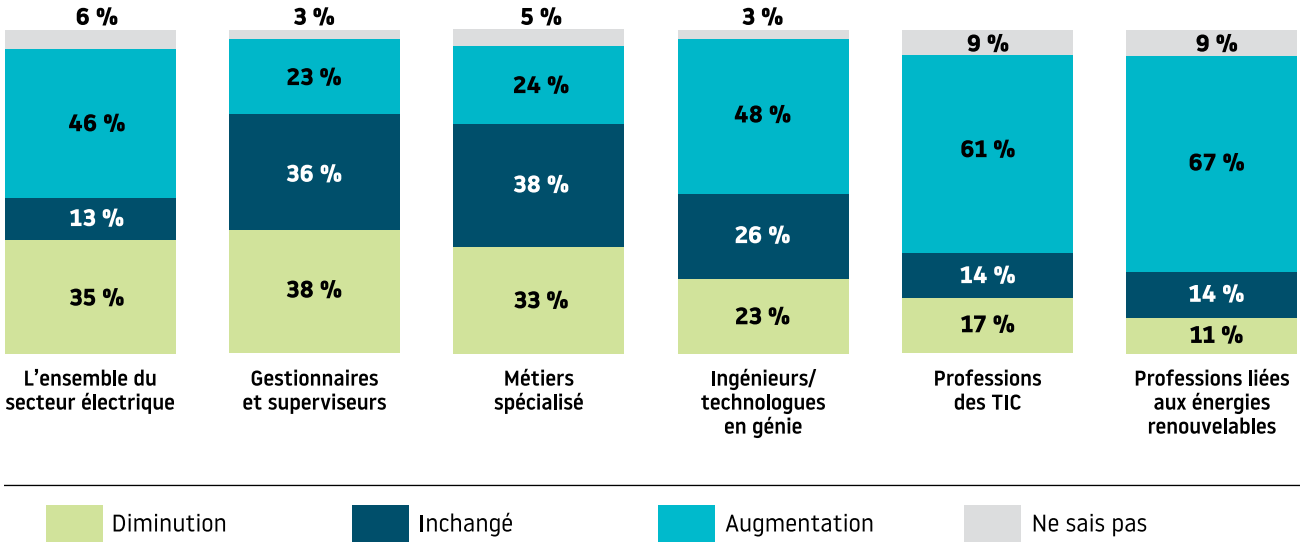
2 **Augmentation de la demande de travailleurs dans les énergies renouvelables et les TIC.** Les répondants sont fermement d'accord (67 %) sur le fait que la demande de main-d'œuvre pour les travailleurs des énergies renouvelables est susceptible d'augmenter. Un résultat similaire a été constaté pour les professions liées aux TIC (61 %).

3 **Désaccord entourant la demande de gestionnaires et de gens de métier.** Les répondants étaient divisés quant à savoir si les changements technologiques diminueraient, augmenteraient ou n'auraient aucun effet sur la demande de main-d'œuvre pour les gestionnaires et les gens de métier. De nombreux répondants (38 %) croient que la demande de gestionnaires diminuera suite à l'adoption de nouvelles technologies, et près d'un tiers des répondants (33 %) disant la même chose pour les gens de métier. Une proportion presque égale de répondants estime que la demande de main-d'œuvre pour les gestionnaires (36 %) et les gens de métier (38 %) demeurera à peu près la même. Une proportion plus petite, mais tout de même substantielle, d'intervenants s'attend à une augmentation de la demande de main-d'œuvre tant pour les gestionnaires (23 %) que pour les gens de métier (24 %).

4 **Augmentation, combinée à une incertitude, entourant la demande d'ingénieurs.** Près de la moitié des personnes interrogées (48 %) s'attendent à voir une augmentation de la demande de main-d'œuvre pour les postes d'ingénieurs et de technologues en génie électrique parallèlement aux changements technologiques. L'autre moitié (49 %) pense que la demande de main-d'œuvre pour ces professions demeurera la même ou diminuera, ce qui témoigne des divergences importantes parmi les intervenants du secteur quant au nombre d'ingénieurs nécessaires pour l'avenir.

Un résumé de ces résultats est présenté à la Figure 6.

Figure 6. Changements perçus de la demande de main-d'œuvre, par groupe professionnel du secteur de l'électricité



Remarque : Les valeurs de la Figure indiquent la proportion de répondants qui ont sélectionné chaque catégorie.

L'incidence sur la demande de main-d'œuvre, par profession

En plus d'examiner la demande de main-d'œuvre des cinq groupes professionnels du secteur, nous avons également interrogé les répondants au sondage sur les changements de la demande qu'ils s'attendent à voir pour chaque profession au sein de ces groupes. Comme on pouvait s'y attendre, notre analyse de la demande en main-d'œuvre par profession est relativement conforme aux résultats observés pour les groupes professionnels; voici ce que nos principales constations suggèrent :

1 **Diminution de la demande pour tous les postes de gestion.** Bien qu'une incertitude persiste quant aux effets du changement technologique sur les gestionnaires en tant que groupe, les intervenants brossent un tableau clair (mais sombre) de la demande future en main-d'œuvre au niveau de cette profession. Les gestionnaires financiers, les superviseurs des électriciens ainsi que les travailleurs des lignes à haute tension devraient faire face à la baisse la plus importante de la demande en main-d'œuvre suite à l'adoption des nouvelles technologies numériques.

2 **Augmentation de la demande pour la plupart des métiers spécialisés.** Contrairement aux professions de gestion, l'incertitude des intervenants quant à la demande future en main-d'œuvre pour les gens de métier dans son ensemble se dissipe, et leur point de vue devient plus clair et positif lorsque l'on considère chaque métier individuellement. La demande de main-d'œuvre pourrait augmenter pour la plupart des métiers spécialisés, en particulier pour les électriciens (réseaux électriques, industriels et construction) et les travailleurs sur lignes à haute tension.

3 **Augmentation de la demande pour la plupart des postes en génie.** Sans surprise, la demande de main-d'œuvre devrait augmenter pour la plupart des professions d'ingénierie, en particulier les ingénieurs électriciens et électroniciens.

4 **Augmentation de la demande pour toutes les professions des énergies renouvelables et des TIC.** Les spécialistes des réseaux intelligents devraient connaître l'augmentation nette la plus importante de la demande de main-d'œuvre parmi les professions de ces groupes, suivis des spécialistes de la cybersécurité.

Les résultats de notre analyse sont présentés dans les Figures 7 à 11, et chaque Figure met en évidence les professions de l'un des cinq groupes professionnels. Les valeurs de ces chiffres correspondent à la différence nette des sommes classées entre les répondants qui prévoient une augmentation et ceux qui s'attendent à une diminution de la demande en main-d'œuvre pour chaque profession. Cela signifie qu'une valeur négative indique une diminution prévue de la demande en main-d'œuvre, tandis qu'une valeur positive indique une augmentation prévue de la demande en main-d'œuvre.

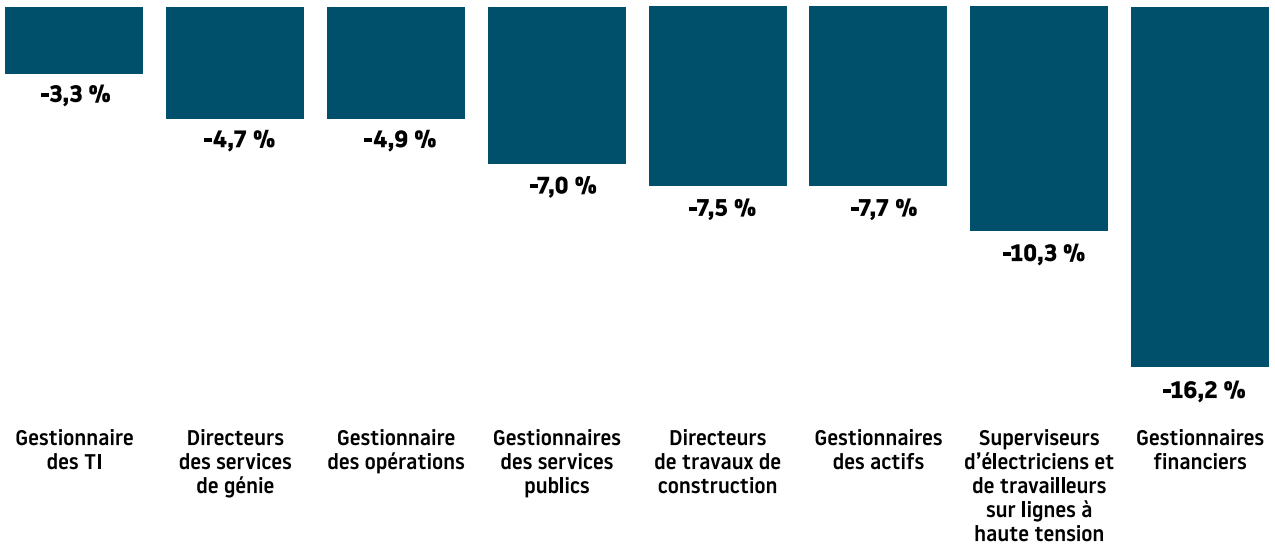
Il est important d'interpréter ces résultats avec prudence : bien qu'ils fournissent des renseignements importants sur la perception qu'ont les intervenants du secteur de l'électricité quant aux changements de la demande de main-d'œuvre, ils sont purement indicatifs, et non prédictifs, et ne doivent en aucun cas être interprétés comme étant des prévisions précises des changements à venir.

Les services aux entreprises ainsi que les professions transversales jouent un rôle important dans les opérations quotidiennes des compagnies d'électricité. Dans ces professions, on retrouve des employés de bureau, des représentants du service à la clientèle et le personnel du marketing, des agents des ressources humaines, des avocats, des comptables et d'autres professions qui permettent aux compagnies d'électricité de fonctionner et de faire croître leurs activités. Étant donné que ces professions ne sont pas propres au secteur et ne font pas partie de l'un de ses cinq groupes professionnels, elles n'ont pas été incluses dans notre enquête nationale. Par conséquent, les effets des changements technologiques sur la demande de main-d'œuvre pour ces professions ne peuvent pas être évalués par cette recherche.

Cela dit, les entreprises du secteur de l'électricité peuvent craindre l'ampleur que prendront les technologies émergentes, ainsi que la mesure dans laquelle elles affecteront la demande de main-d'œuvre pour ces professions. Des études récentes suggèrent que l'IA et l'automatisation pourraient avoir un important effet de déplacement sur ces travailleurs (Acemoglu et Restrepo, 2019). Mais ces technologies contribuent également à la croissance commerciale et à l'augmentation de la demande de nouvelles tâches non automatisées – ce qui signifie que l'IA et l'automatisation pourraient en fait engendrer un accroissement de la productivité de la, main-d'œuvre, plutôt qu'un remplacement des travailleurs.

En effet, les technologies qui sont omniprésentes aujourd'hui étaient autrefois des technologies émergentes qui, selon beaucoup, remplaceraient les emplois de bureau. Les feuilles de calcul, par exemple, ont permis aux travailleurs d'effectuer des tâches semblables plus rapidement qu'auparavant; l'augmentation de la productivité qui en a résulté a permis aux entreprises d'étendre leurs activités et d'embaucher de nouveaux travailleurs dans un vaste éventail de professions (Shapiro, 2019). Connue sous le nom d'« effet de réintégration », la création de nouvelles tâches où la main-d'œuvre présente un avantage concurrentiel sur la technologie automatisée vient contrebalancer de manière directe l'effet de déplacement (Acemoglu et Restrepo, 2019).

Figure 7. Changements nets prévus dans la demande en main-d'œuvre, par profession : gestionnaires



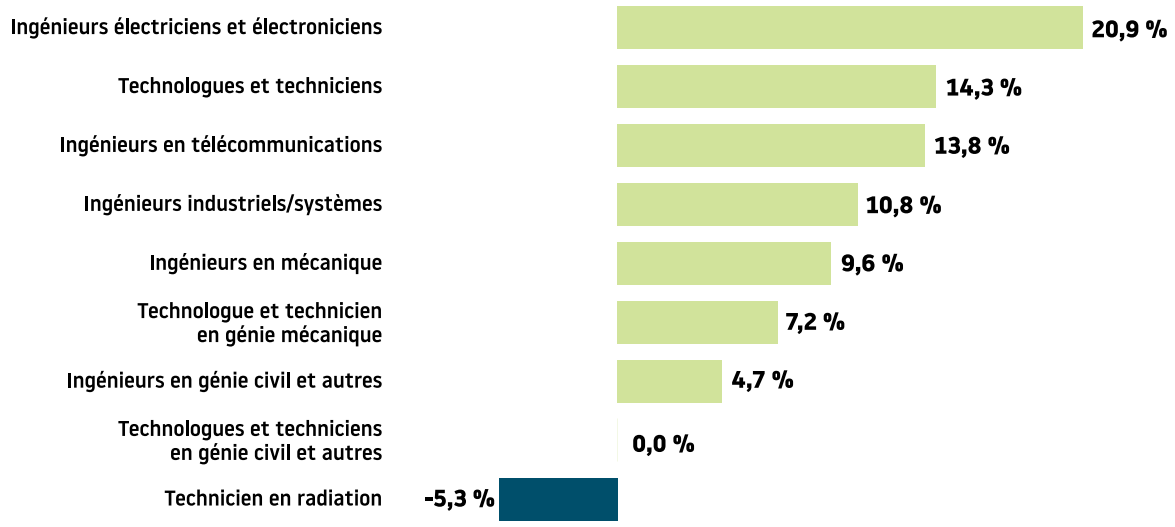
Remarque : Les répondants ont indiqué s'ils s'attendaient à voir une augmentation ou une diminution de la demande de main-d'œuvre pour chaque profession. Les données sont calculées en utilisant la différence des résultats pondérés et exprimées en proportion des répondants.

Conformément à notre analyse des groupes professionnels, la demande pour les gestionnaires diminuera suite à l'adoption des technologies numériques. La profession qui devrait être la moins demandée est celle de gestionnaire des finances, suivie des postes de superviseurs d'électriciens et de travailleurs sur lignes à haute tension. Étonnamment, même si l'on prévoit une augmentation du nombre de travailleurs dans les professions des TIC, une légère baisse dans la demande de main-d'œuvre est attendue pour les gestionnaires de la technologie informatique (TI). Il est aussi possible que les exigences pour les gestionnaires changent puisque les compétences en TIC devraient être mises en place dans un certain nombre de professions qui ne nécessitaient pas de ces compétences auparavant.

La demande en main-d'œuvre devrait augmenter pour la plupart des professions liées à l'ingénierie. Les technologues et les techniciens, les ingénieurs électriciens et électroniciens, ainsi que les ingénieurs en télécommunications, devraient connaître la plus forte augmentation nette de la demande en main-d'œuvre. La profession de technicien en radiation est la seule de ce groupe qui devrait connaître une baisse nette de la demande en main-d'œuvre suite aux changements technologiques.

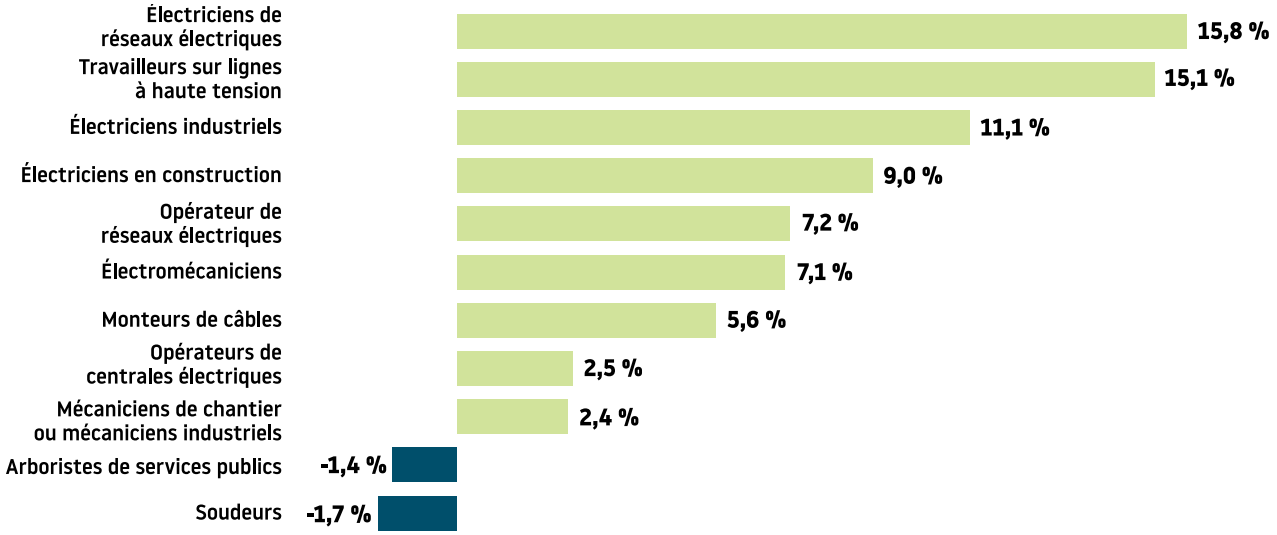
Contrairement aux résultats de notre analyse des groupes professionnels, où la demande en main-d'œuvre pour les travailleurs qualifiés devrait, dans l'ensemble, demeurer la même ou diminuer, les besoins futurs en main-d'œuvre pour les métiers spécialisés suscitent davantage d'optimisme.

Figure 8. Changements nets prévus dans la demande en main-d'œuvre, par profession : ingénieurs



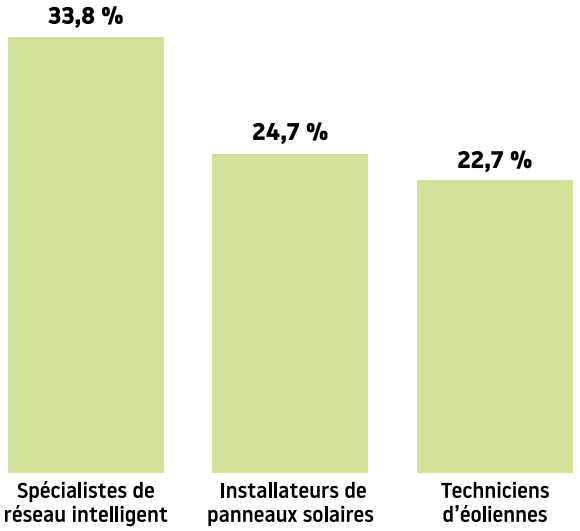
Remarque : Les répondants ont indiqué s'ils s'attendaient à voir une augmentation ou une diminution de la demande de main-d'œuvre pour chaque profession. Les données sont calculées en utilisant la différence des résultats pondérés et exprimées en proportion des répondants.

Figure 9. Changements nets prévus dans la demande en main-d'œuvre, par profession : métiers spécialisés



Remarque : Les répondants ont indiqué s'ils s'attendaient à voir une augmentation ou une diminution de la demande de main-d'œuvre pour chaque profession. Les données sont calculées en utilisant la différence des résultats pondérés et exprimées en proportion des répondants.

Figure 10. Changements nets prévus dans la demande en main-d'œuvre, par profession : énergies renouvelables



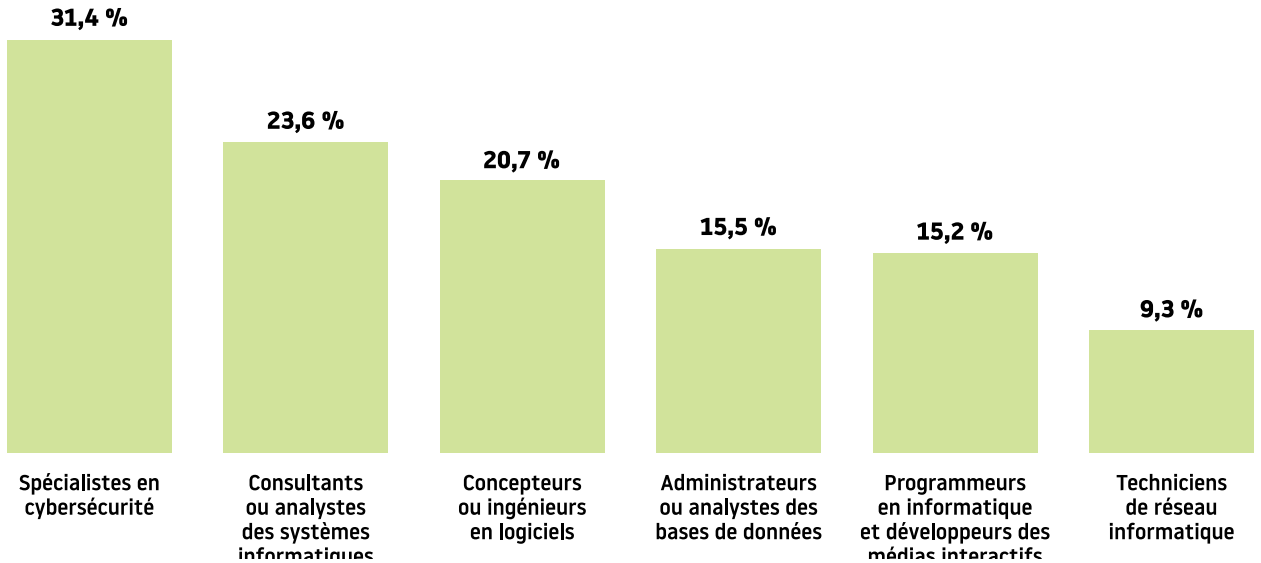
Remarque : Les répondants ont indiqué s'ils s'attendaient à voir une augmentation ou une diminution de la demande de main-d'œuvre pour chaque profession. Les données sont calculées en utilisant la différence des résultats pondérés et exprimées en proportion des répondants.

Notre analyse suggère un classement net positif pour la plupart des professions dans les métiers, indiquant que la demande en main-d'œuvre devrait augmenter suite aux changements technologiques, en particulier pour les électriciens (réseaux électriques, industriels et construction) et les travailleurs sur lignes à haute tension. Il n'y a que deux professions dans les métiers où les répondants au sondage pensent que la demande en main-d'œuvre diminuera suite aux progrès technologiques : les arboristes des services publics et les soudeurs.

Sans surprise, la demande en main-d'œuvre pour les professions liées aux énergies renouvelables devrait augmenter de manière significative avec l'adoption de technologies nouvelles et émergentes. L'augmentation la plus importante de la demande de main-d'œuvre sera observée chez les spécialistes des réseaux intelligents, suivis des installateurs de panneaux solaires et des techniciens d'éoliennes.

En réponse à cette demande accrue en main-d'œuvre, nous mettons au point des normes professionnelles nationales, des profils de compétences essentielles et des évaluations des exigences physiques ciblant ces trois professions (spécialistes des réseaux intelligents, installateurs de panneaux solaires et techniciens d'éoliennes)[2] ainsi que d'autres postes liés aux énergies renouvelables. Ces documents fourniront à l'industrie des informations détaillées, récentes et validées relatives aux compétences et aux connaissances requises, aux exigences physiques ainsi qu'aux compétences fondamentales en littératie nécessaires pour être à même d'accomplir les tâches d'un travail.

Figure 11. Changements nets prévus dans la demande en main-d'œuvre, par profession : TIC



Remarque : Respondents indicated whether they expect to see an increase or a decrease in labour demand for each occupation. Data are calculated using the difference in weighted scores and expressed as a proportion of all respondents.

2 Les titres approuvés par l'industrie pour ces professions comprennent : spécialiste des réseaux intelligents, installateur de systèmes photovoltaïques (PV) et technicien en éoliennes.

Il est intéressant de noter que, lorsqu'ils sont regroupés, les postes de métiers spécialisés sont perçus comme étant moins en demande. Cependant, lorsqu'on leur a demandé de se concentrer sur des métiers spécifiques, les répondants perçoivent en fait les professions individuelles comme étant davantage en demande, soulignant au passage qu'il existe un problème dans la perception des intervenants de l'industrie quant aux professions de métiers spécialisés.

Conformément aux résultats de notre analyse des groupes professionnels, la demande en main-d'œuvre dans toutes les professions des TIC devrait augmenter dans le futur. Les répondants au sondage estiment que l'augmentation la plus importante sera observée dans les postes de spécialistes en cybersécurité, des analystes des systèmes informatiques puis des ingénieurs en logiciels.

L'incidence sur la composition de la main-d'œuvre

En plus d'affecter la *taille* de la main-d'œuvre du secteur de l'électricité, les changements technologiques devraient aussi transformer sa *composition*.

Alors qu'il est possible que l'automatisation et l'IA supplantent et remplacent certaines professions, l'adoption à grande échelle de technologies numériques nouvelles et émergentes pourrait également transformer et accroître le nombre d'autres professions; par exemple, en rendant les travailleurs plus productifs ou en éliminant certaines tâches banales, répétitives ou dangereuses, afin qu'ils puissent se concentrer sur d'autres aspects de leur travail. Ces innovations pourraient même générer une demande pour des types d'emplois nouveaux et possiblement plus intéressants au sein du secteur (Dashevsky, 2018).

Dans le cadre de notre recherche, nous avons demandé aux intervenants de déterminer comment les professions *existantes* seront affectées par les technologies nouvelles et émergentes; quelles professions seront plus susceptibles d'être transformées ou d'être présentes en plus grand nombre; et quelles nouvelles professions seront requises à mesure que les entreprises s'adapteront aux dernières innovations.

Changements aux professions existantes

L'incidence des changements technologiques devrait engendrer la transformation des cinq groupes professionnels du secteur, et ce, de diverses façons, comme l'illustre la Figure 12 :

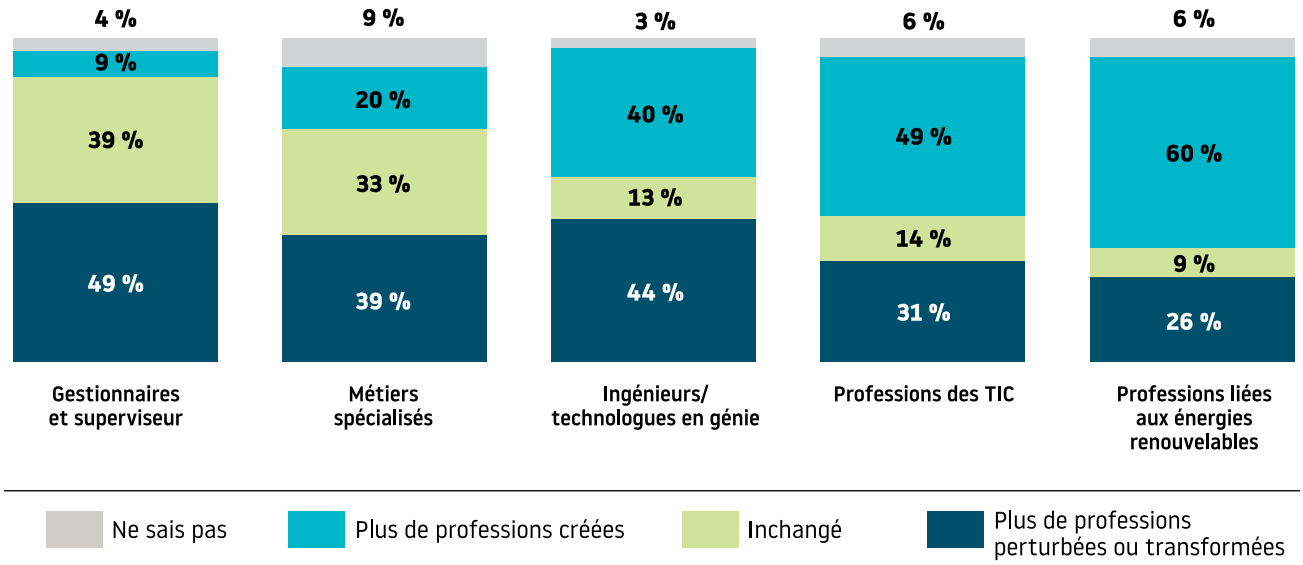
1. **Les gestionnaires et les superviseurs seront témoins de la transformation et la perturbation, ou peut-être du statu quo.** Il existe un désaccord considérable quant à l'ampleur de la transformation axée sur la technologie prévue pour les postes de gestion. Près de la moitié des répondants au sondage (49 %) croient que les professions liées à la gestion et à la supervision des travailleurs seront perturbées ou transformées. Plus du tiers des répondants (39 %) sont en désaccord, s'attendant à très peu de changement dans ces professions.

2. **Aucune prédiction précise de changements pour les gens de métier.** Alors que la plupart des répondants (39 %) croient que les métiers spécialisés seront transformés suite à l'adoption de nouvelles technologies, une proportion presque équivalente (33 %) pense que ces métiers demeureront inchangés. Un cinquième des répondants (20 %) s'attendent à voir la création de nouveaux métiers. Ce schéma de réponses révèle que les intervenants du secteur ont des incertitudes à l'égard de l'incidence de la technologie sur les métiers.

3. **Des transformations et de nouvelles professions sont prévues pour les ingénieurs.** Peu de répondants (13 %) croient que les professions en génie ne seront pas touchées par les technologies émergentes, la plupart s'attendant à ce que ces professions soient perturbées ou transformées (44 %).

4. **La plupart des nouvelles professions sont prévues dans le secteur des énergies renouvelables et des TIC.** La majorité des intervenants conviennent que les nouvelles technologies alimenteront la demande de nouvelles professions dans les TIC (49 %) et les énergies renouvelables (60 %).

Figure 12. Changements prévus dans les professions existantes, par groupes professionnels



Remarque : Les valeurs indiquent la proportion de répondants qui ont sélectionné chaque catégorie.

La création de nouvelles professions

La plupart des répondants à notre sondage croient que les technologies nouvelles et émergentes contribueront non seulement à modifier les professions existantes, mais à augmenter la demande pour des professions qui ne sont pas actuellement présentes dans le secteur, et même à créer de toutes nouvelles professions.

Les professions numériques

Parmi les nouvelles professions mentionnées par les intervenants, près des deux tiers (64 %) nécessitent de solides compétences numériques, statistiques et en programmation. Il s'agit notamment des analystes de mégadonnées (25 %), des spécialistes de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage automatique (16 %), des experts en cybersécurité et sécurité des réseaux (13 %) et des spécialistes de la robotique et de l'automatisation (9 %). Ces résultats ne sont pas surprenants : la grande importance mise sur les professions axées sur les données est cohérente avec l'attente des répondants voulant que les technologies numériques nouvelles et émergentes soient les plus perturbatrices pour le secteur à court terme.

Les gestionnaires des changements

Près de 10 % des répondants considèrent que la gestion des changements et de l'innovation entraîne la création d'une nouvelle profession qui sera essentielle pour l'avenir. La gestion des changements est « le processus de continuellement renouveler la direction, la structure et les capacités d'une organisation en vue de répondre aux besoins en constante évolution des clients externes et internes » (Moran et Brightman, 2001, p. 111). Un gestionnaire des changements est la personne en mesure de prévoir, planifier et diriger son organisation tout au long de ces transformations, puis de reproduire le processus alors que nous allons de l'avant.

Au cours de nos entretiens avec les principaux leaders d'opinion du secteur, il est devenu évident que le recours à des consultants externes pour gérer les changements nuit au succès du processus. Les entreprises devraient plutôt autoriser les cadres supérieurs au plus haut niveau à s'approprier le processus de changement. Ce faisant, ils peuvent s'assurer qu'il y a quelqu'un au sein de l'entreprise avec la responsabilité de gérer les changements futurs. Les répondants au sondage ont également souligné l'importance que des milieux de travail modifient leur culture et leurs processus pour adopter des approches plus souples, adaptables et axées sur le changement. La responsabilité de cette transformation serait confiée aux gestionnaires des changements.

La gestion du changement cruellement défaut. Ne sachant pas à quoi nous allons ressembler et de quelles compétences nous aurons besoin, nous avons besoin de personnes adaptables, qui disposent d'aptitudes de pensée critique, qui peuvent réfléchir rapidement et qui savent gérer et composer avec les changements majeurs.

Informateur clé

Autres professions

Les répondants à notre sondage ont également souligné la nécessité d'une variété de professions qui pourront répondre aux répercussions du changement climatique, nommément les concepteurs d'infrastructures (plus précisément, les concepteurs de villes intelligentes), les techniciens en stockage d'énergie, ainsi que les experts en modélisation environnementale et les météorologues. Le fait que ces professions aient été mentionnées témoigne d'une reconnaissance du rôle que les sources d'énergie renouvelables dépendantes des conditions météorologiques – notamment l'énergie solaire et éolienne – joueront dans la composition future de l'approvisionnement en électricité.

Table 1. Nouvelles professions prévues dans le secteur de l'électricité

Nouvelles professions	%
Ingénieurs et analystes de données et mégadonnées	25 %
Spécialistes de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage automatique	16 %
Experts en cybersécurité et en sécurité des réseaux	13 %
Spécialistes de l'automatisation et la robotique	9 %
Gestionnaires des changements et responsables de l'innovation	9 %
Planificateurs d'infrastructures et concepteurs de villes intelligentes	5 %
Techniciens en stockage d'énergie	5 %
Experts en modélisation environnementale et météorologues	4 %
Autres professions techniques (p. ex. spécialistes de la réglementation, spécialistes techniques et technologiques)	11 %

Remarque : Les pourcentages représentent le nombre de répondants qui ont indiqué une nouvelle profession correspondant à l'une des catégories énumérées, divisé par le nombre total de répondants ayant répondu à la question.

Compétences nécessaires aux **travailleurs** pour **réussir** dans une industrie en évolution

Le secteur adopte un nombre toujours croissant de technologies nouvelles et émergentes, et des compétences nouvelles seront nécessaires pour en tirer le meilleur parti. Cependant, avant de penser à la formation et au perfectionnement des compétences, les organisations doivent d'abord bien cibler quelles compétences seront réellement requises par la prochaine génération de travailleurs de l'électricité, et dans quelle mesure celles-ci existent (ou n'existent pas) déjà parmi leurs employés.

Les compétences nécessaires à la main-d'œuvre en électricité de demain

Dans un environnement de plus en plus numérique, les travailleurs de l'électricité auront besoin de nouvelles compétences pour répondre aux demandes de l'industrie. Notre recherche a examiné : quelles pourraient être ces compétences; lesquelles sont jugées les plus nécessaires par les intervenants du secteur; et dans quelle mesure la main-d'œuvre est préparée aux changements technologiques.

Grandes catégories de compétences

Selon notre analyse des tendances du marché, des attentes des employeurs ainsi que des changements technologiques, nous avons relevé trois grandes catégories de compétences qui seront probablement requises des futurs travailleurs du secteur de l'électricité. Il s'agit des compétences techniques et numériques spécialisées, des compétences essentielles en affaires et d'une combinaison de compétences.

Compétences techniques et numériques spécialisées

Le secteur de l'électricité nécessitera un nombre croissant de travailleurs possédant des compétences spécialisées. Selon un constat dressé en Australie à ce sujet, on indique que des compétences particulières sont requises pour « découvrir, analyser, mettre en place, soutenir et exploiter les technologies numérisées, le tout dans un esprit de complémentarité » (Energy Skills Queensland, p. 24, 2017). Comme les technologies numériques entraînent la réduction du nombre de travailleurs requis pour exercer certaines professions, la demande en compétences spécialisées devrait augmenter, en même temps que les niveaux de compétences et de diplômes, et ce, même pour les professions de niveau débutant.

L'avenir du secteur de l'électricité nécessitera des travailleurs dotés de solides habiletés numériques et de compétences en analyse de données. En conséquence, il est attendu que la majorité de ces spécialistes proviennent de programmes enrichis des domaines des sciences, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques (STIM). Plus concrètement, mentionnons la programmation informatique, l'analyse de données, l'analyse statistique, la manipulation de mégadonnées et l'apprentissage automatique (Energy Skills Queensland, 2017).

Compétences essentielles en affaires

Les « compétences essentielles en affaires » évoquent un certain nombre d'aptitudes personnelles, interpersonnelles et professionnelles, lesquelles permettent aux individus d'interagir efficacement avec leurs collègues et les clients en milieu de travail. Il s'agit notamment d'aptitudes en communication et présentation; d'habiletés interpersonnelles telles que le leadership, la gestion et le travail d'équipe; ainsi que des capacités de raisonnement comme la créativité, la résolution de problèmes et la pensée critique.

Un incontournable pour les futurs travailleurs de l'électricité : **de solides compétences numériques** et **en analyse de données**.

Les compétences professionnelles telles que : l'écoute active, l'apprentissage continu, la pensée critique, la prise de décision, la connaissance de soi, la perspicacité sociale, la bonne gestion du temps, la facilité d'expression orale, la compréhension écrite et la collaboration sont toutes très recherchées par les employeurs dans l'ensemble des secteurs. Les autres compétences professionnelles également jugées comme étant importantes sont liées à la communication, au leadership, à l'éthique et au professionnalisme (Ressources humaines, industrie électrique du Canada, 2020a).

À mesure que les réseaux intelligents, les compteurs intelligents et les sources d'énergie décentralisées gagnent en importance, les travailleurs de l'électricité seront de plus en plus appelés à interagir avec les clients et à gérer ces relations interpersonnelles. Par conséquent, la demande de travailleurs possédant d'excellentes compétences en affaires devrait continuer d'augmenter (Australian Power Institute, 2015; Lawrence et Hogan, 2015).

Combinaison de compétences

De plus en plus, les employeurs recherchent des personnes qui possèdent une combinaison de compétences – surtout pour intégrer les compétences numériques aux connaissances techniques traditionnelles.

L'employé idéal de demain possèdera les compétences nécessaires pour être en mesure de : comprendre les exigences techniques du secteur de l'électricité; intégrer de manière harmonieuse les nouvelles technologies numériques dans son travail; reconnaître les besoins opérationnels et de marketing de l'entreprise; et communiquer efficacement avec les clients (Australian Power Institute, 2015; Lawrence et Hogan, 2015).

Les employeurs rechercheront des travailleurs capables **d'intégrer les compétences numériques** aux connaissances techniques traditionnelles.

La volonté de posséder une combinaison de compétences qui rassemble des connaissances techniques ainsi que des aptitudes sociales et relationnelles, telles que l'empathie et la collaboration, a mené certains chercheurs à définir les travailleurs de demain comme étant une « main-d'œuvre STIMpatique » (Schwartz, Stockton et Monhan, 2017). En effet, on considère le fait de posséder de solides compétences socio-comportementales comme étant un atout sur le marché du travail, car elles favorisent un renforcement de la collaboration et du travail d'équipe. Surtout, il s'agit des compétences qui sont le moins susceptibles de devenir automatisées (Banque mondiale, 2019).

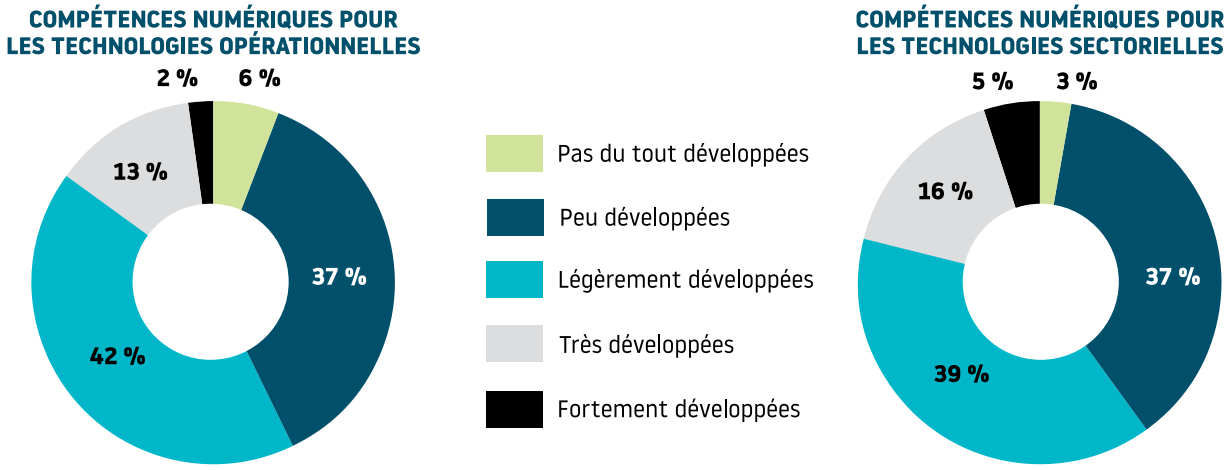
Profil de compétences de la main-d'œuvre actuelle dans le secteur de l'électricité

Nous avons demandé aux répondants à notre sondage d'évaluer dans quelle mesure leur main-d'œuvre actuelle possède les compétences et les connaissances numériques nécessaires pour utiliser les innovations technologiques qui transforment les entreprises en général et le secteur de l'électricité en particulier.[3] Les résultats suggèrent que la plupart des travailleurs du secteur possèdent des compétences numériques qui sont soit légèrement ou quelque peu développées, ce qui indique que l'effectif ne dispose pas de toutes les compétences numériques qui seront nécessaires à mesure que le secteur se transforme.

Il est à noter qu'une proportion légèrement plus élevée de répondants est d'avis que leurs travailleurs sont plus susceptibles d'avoir développé des compétences numériques pour des technologies spécifiques au secteur de l'électricité. Les répondants ont affirmé que les travailleurs possèdent des compétences numériques pour les technologies sectorielles qui sont assez développées (14 %) ou très développées (4 %), comparativement à 13 % et 2 %, respectivement, pour les technologies opérationnelles plus générales.

3 Comme décrit précédemment dans ce rapport, les technologies au niveau **opérationnel** incluent les innovations numériques et axées sur les données, telles que l'IA et les mégadonnées, ainsi que les technologies matérielles, telles que les drones et la réalité virtuelle. Les **technologies** sectorielles comprennent les technologies vertes, telles que les avancées dans les énergies renouvelables et le stockage d'énergie, et les technologies intelligentes, telles que les compteurs intelligents et les réseaux intelligents.

Figure 13. Étendue des compétences et connaissances numériques des travailleurs actuels du secteur de l'électricité



Remarque : Les valeurs indiquent la proportion de répondants qui ont sélectionné chaque catégorie.

Perspectives des intervenants sur les compétences futures

Dans le cadre de notre enquête, les répondants ont été invités à commenter de deux manières concernant les types de compétences et de connaissances qui seront nécessaires aux futurs travailleurs du secteur de l'électricité :

1. En classant les compétences et les connaissances de la plus nécessaire à celle qui l'est le moins
2. En évaluant l'étendue du développement de ces compétences au sein de la main-d'œuvre actuelle du secteur

Compétences nécessaires pour la main-d'œuvre de demain

Les répondants au sondage ont classé les combinaisons de compétences comme étant les plus importantes pour l'avenir du travail au sein du secteur (Figure 14). Ils ont également classé les compétences techniques et pratiques comme étant très importantes pour les futurs travailleurs. Leurs réponses (ainsi que les informations recueillies lors de nos entretiens avec des informateurs clés) ont clairement indiqué que le secteur aura besoin de travailleurs dotés de compétences interfonctionnelles ainsi que d'une combinaison de connaissances techniques et de compétences numériques.

Les intervenants conviennent que les aptitudes touchant l'analyse des données, l'analyse statistique, la manipulation des mégadonnées et les compétences numériques de pointe seront toutes en forte demande. Cependant, le fait que les habiletés numériques et les compétences en analyse de données se classent moins haut que les compétences techniques et pratiques suggère que l'industrie de l'électricité continue d'accorder davantage d'importance aux travailleurs qui possèdent les prérequis techniques nécessaires pour travailler dans le secteur.

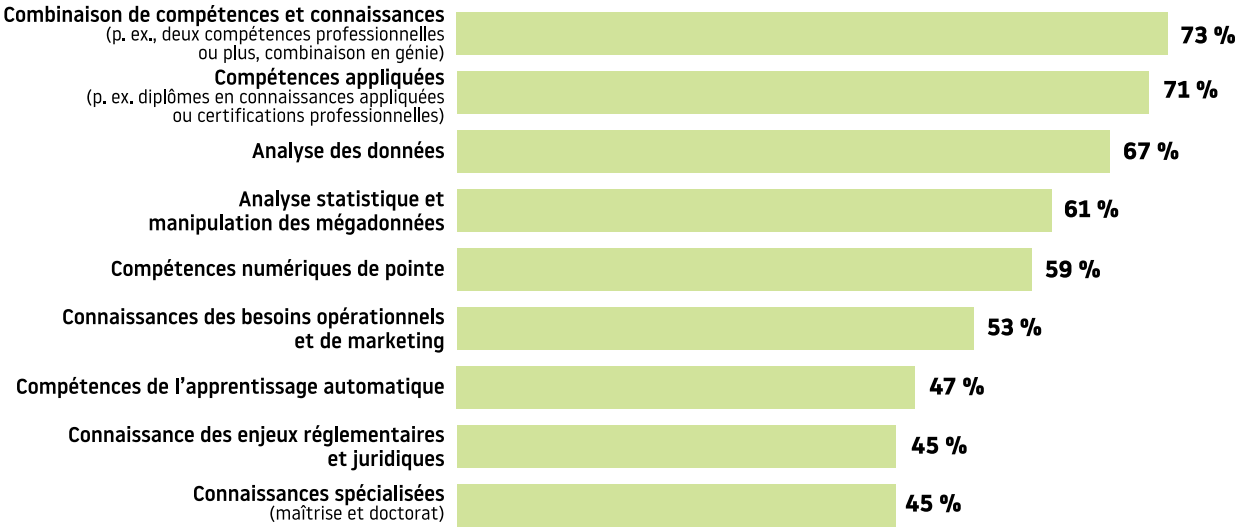
Les compétences les moins importantes pour les personnes interrogées sont celles qui entourent l'apprentissage automatique, la connaissance des enjeux réglementaires et juridiques, ainsi que les connaissances spécialisées acquises au cours d'études supérieures.

Étendue du développement des compétences nécessaires au sein de la main-d'œuvre actuelle

Comme le montre la Figure 15, il existe un profond désaccord entre les intervenants concernant l'étendue du développement des compétences et des connaissances les plus nécessaires au sein de la main-d'œuvre actuelle du secteur. À l'exception des compétences techniques et pratiques, où la majorité des répondants (52 %) estiment que celles-ci sont développées dans une large mesure au sein du secteur, il n'y a pas de consensus clair quant au niveau de compétence actuel des travailleurs.

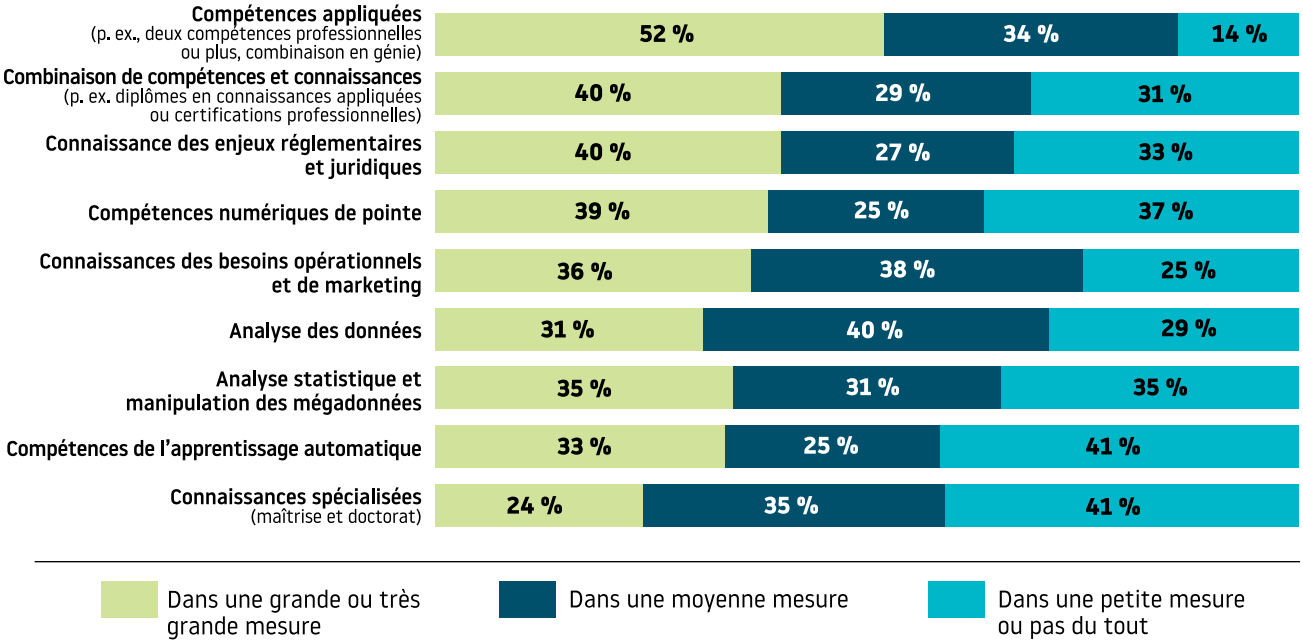
Les domaines les plus préoccupants – ceux pour lesquels la plupart des répondants estiment que les compétences de la main-d'œuvre font considérablement défaut – sont les connaissances spécialisées (41 %), les compétences en apprentissage automatique (41 %) et les compétences numériques de pointe (37 %). En ce qui concerne les compétences entourant l'apprentissage automatique, cette constatation reflète le manque général d'importance que les intervenants accordent à ces compétences.

Figure 14. Compétences qui seront nécessaires pour l'avenir du travail au sein du secteur de l'électricité



Remarque : Les données de cette figure représentent des sommes pondérées, exprimées en proportion par rapport à la somme pondérée maximale possible pour chaque catégorie (N* nombre d'éléments). Des valeurs plus élevées correspondent à un plus grand nombre de répondants classant la compétence comme étant nécessaire pour les futurs travailleurs du secteur.

Figure 15. Niveau de développement pour les compétences qui seront nécessaires à l'avenir du travail



Remarque : Les valeurs indiquent la proportion de répondants qui ont sélectionné chaque catégorie.

La clé pour dispenser une **formation adéquate** et **complète** est la création de relations entre les intervenants clés du secteur.

L'avenir de la formation et du perfectionnement des compétences

La transformation du secteur de l'électricité exigera un effort concerté de la part des employeurs, ainsi que des établissements d'enseignement postsecondaire et de formation – comme les universités, les cégeps et les écoles polytechniques – afin de garantir que les travailleurs actuels et futurs possèdent les compétences nécessaires pour réussir.

La clé pour dispenser une formation adéquate et complète est la création de relations entre les intervenants du secteur de l'électricité et ceux du secteur de l'éducation et de la formation. L'élaboration de programmes adaptés aux professions du secteur nécessitera également une meilleure harmonisation des priorités des décideurs, employeurs, travailleurs, étudiants, syndicats, services publics et établissements postsecondaires.

Notre recherche a exploré dans quelle mesure les employeurs du secteur sont prêts à répondre aux besoins en compétences de leurs travailleurs. Cela comprend la proportion d'employeurs qui disposent d'un plan pour répondre aux besoins de compétences suite aux changements technologiques; la proportion d'entreprises offrant actuellement une formation en milieu de travail; et la proportion de programmes de formation qui ciblent directement l'acquisition de compétences numériques. De plus, nous avons évalué dans quelle mesure les établissements d'enseignement postsecondaire et de formation offrent aux étudiants l'éducation et les compétences dont ils auront besoin pour un avenir réussi dans le secteur de l'électricité.

Programmes de formation en milieu de travail

L'incidence attendue de la transformation numérique sur le secteur est l'élimination de certaines professions existantes, mais la transformation de plusieurs autres. Les travailleurs occupant actuellement ces postes auront besoin de formation et de perfectionnement pour pouvoir s'adapter aux nouvelles exigences du travail. Étant donné que les entreprises ne peuvent pas se permettre de renvoyer l'ensemble de leur main-d'œuvre à l'école, une grande partie de cette formation devra être offerte dans le cadre de programmes de formation sur le lieu de travail.

Les programmes de formation en milieu de travail sont des outils importants pour l'acquisition des compétences ou le perfectionnement des employés. Contrairement aux programmes d'études postsecondaires et de formation qui sont axés sur des professions spécifiques ou des programmes d'études généraux, l'apprentissage en milieu de travail offre un développement des compétences contextualisé et pertinent; ceci garantit aux travailleurs l'acquisition des compétences requises dans leur milieu de travail. Les employeurs ont la chance de choisir des programmes de formation qui comblent directement les lacunes dans les connaissances communes de leurs travailleurs, en adaptant souvent les programmes d'études de manière à améliorer le rendement au travail des employés.

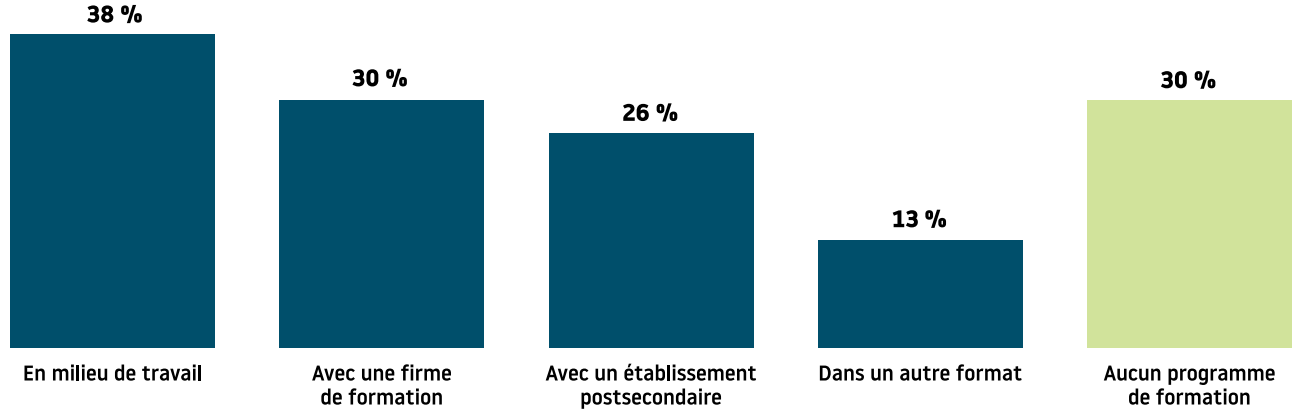
Notre enquête nationale visait à déceler dans quelle mesure les entreprises offrent des formations en milieu de travail à leurs employés. Près d'un tiers des personnes interrogées (30 %) ont déclaré travailler au sein d'entreprises ne disposant d'aucun programme de formation. Parmi les organisations qui offrent de la formation, beaucoup la dispensent sur le lieu de travail (38 %), tandis que certaines collaborent avec des entreprises de formation pour la prestation des séances de formation (30 %). Un peu plus du quart des répondants (26 %) travaillent avec un établissement d'enseignement postsecondaire ou de formation (p. ex., collège, université, école polytechnique) pour élaborer un programme de formation ou dispenser la formation en milieu de travail. Une proportion plus faible de répondants (13 %) a indiqué utiliser un format différent pour la formation professionnelle, généralement sur une base *ad hoc* en fonction des besoins, à la demande d'un employé ou dans le cadre du plan d'apprentissage.

Comment exposons-nous [les travailleurs] à d'autres professions afin qu'il y ait un début de transition, et à quel moment commençons-nous à le faire? Dans certains de nos programmes RH, nous explorons la formation interfonctionnelle ainsi que le jumelage d'emploi pour essayer de susciter l'intérêt des gens, et pour tenter d'imaginer ce à quoi leur carrière technique pourrait ressembler dans 10, 20 ou 30 ans.

Nous commençons ces conversations sur la façon dont nous pourrions amener les gens à réfléchir à ce qu'ils pourraient faire d'autre et ce qui leur conviendrait, puis nous nous assurons vraiment, lors de nos évaluations, d'évaluer les talents. Nous sommes plus ouverts d'esprit maintenant en termes de cheminement de carrière. Nous essayons d'avoir une vision plus large lorsque nous parlons de cheminement professionnel. Cela a changé la façon dont les dirigeants et les RH en parlent aux gens. Et nous devons être beaucoup plus souples.

Informateur clé

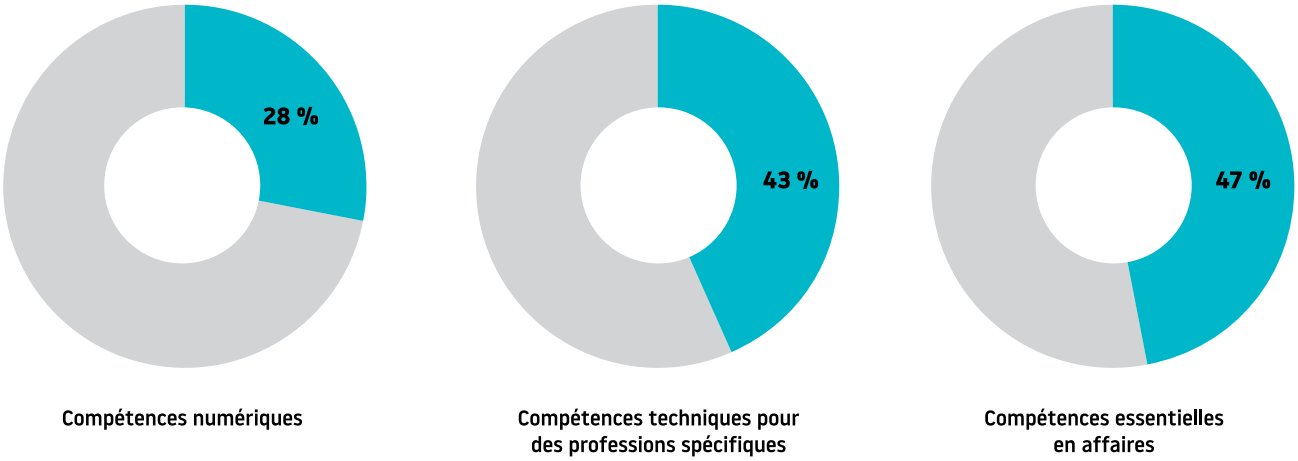
Figure 16. Étendue et format des programmes de formation en milieu de travail dans le secteur de l'électricité



Remarque : Les valeurs indiquent la proportion de répondants qui ont sélectionné chaque catégorie.

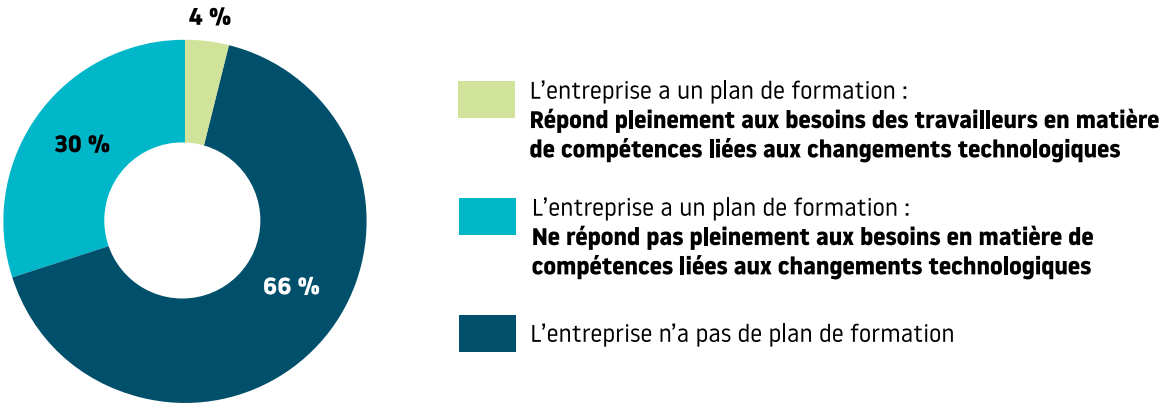
Parmi les organisations qui proposent des programmes de formation à leurs employés, moins du tiers (28 %) proposent des programmes ciblant les compétences numériques. La plupart des programmes de formation en milieu de travail (47 %) sont axés sur le développement des compétences techniques pour des professions spécifiques, et un peu moins de la moitié des organisations (43 %) offre des programmes qui visent à améliorer les compétences essentielles en affaires.

Figure 17. Types de compétences abordées lors de formations en milieu de travail



Remarque : Les valeurs indiquent la proportion de répondants qui ont sélectionné chaque catégorie.

Figure 18. Milieux de travail ayant un plan pour répondre aux besoins en compétences des travailleurs



Remarque : Les valeurs indiquent la proportion de répondants qui ont sélectionné chaque catégorie.

Les organisations possédant un plan de formation visant à répondre aux besoins en compétences des travailleurs, en particulier celles qui touchent les compétences numériques, seront bien placées pour gérer la transformation numérique du secteur. Alors que plus des deux tiers des entreprises que nous avons sondées déclarent avoir mis en place un plan de formation, seulement 4 % disposent d'un plan qui répond pleinement aux besoins de compétences des travailleurs faisant face aux évolutions technologiques. La plupart des organisations (66 %) ont des plans de formation qui ne répondent pas aux changements technologiques prévus dans leur milieu de travail.

Ces résultats du sondage vont dans le même sens que certaines opinions partagées par nos informateurs clés. En effet, il existe de nombreux désaccords entre les intervenants concernant la responsabilité des entreprises quant au perfectionnement de leur main-d'œuvre. En général, les répondants ont tendance à décrire les implications de la transformation du secteur selon deux scénarios possibles : une transformation rapide ou une transformation progressive.

TRANSFORMATION RAPIDE

REMPLACER ET RÉEMBAUCHER

Les intervenants s'attendent à ce que les changements se produisent rapidement. Plutôt que d'offrir de perfectionner leur main-d'œuvre, ils s'attendent à ce que celle-ci se transforme par le biais de nouvelles embauches.

Les intervenants estiment que la transformation numérique augmentera la demande de professions dans des domaines très différents de ceux de leur main-d'œuvre actuelle. Les services publics se transformeront en sociétés de gestion de l'information, s'appuyant sur les mégadonnées et l'intelligence artificielle pour optimiser l'alimentation en électricité vers leurs clients.

À mesure que les stratégies de décarbonisation s'accélèrent, le secteur comptera sur un nombre réduit de centrales de charbon à grande échelle et à forte concentration de main-d'œuvre. Il y aura moins d'emplois disponibles dans la production d'énergie, et très peu d'occasions pour l'acquisition de compétences et le perfectionnement des travailleurs.

Pour répondre à ces changements, il faudra remplacer les travailleurs en place par de nouvelles embauches, et rechercher des travailleurs possédant les compétences requises pour les nouvelles professions.

TRANSFORMATION PROGRESSIVE

FORMER ET MAINTENIR EN POSTE

Les intervenants s'attendent à ce que le changement se déroule progressivement et croient que la formation de leurs employés actuels sur le plan de compétences futures est non seulement leur responsabilité, mais constitue aussi une bonne stratégie d'affaires.

Les intervenants estiment que la transition vers les technologies numériques et un réseau décentralisé se fera progressivement, sur une période de plusieurs années. Cette transition comprendra une période importante de chevauchement technologique, obligeant les travailleurs à interagir et à exploiter autant les technologies nouvelles et que les anciennes.

Dans ce scénario, les employeurs auront besoin de travailleurs possédant une combinaison de compétences qui sont anciennes et d'autres qui sont nouvelles.

La formation des travailleurs en place représentera une double responsabilité, laquelle sera partagée entre les travailleurs et les organisations. Dans la mesure du possible, les travailleurs motivés à apprendre devraient avoir la possibilité d'acquérir de nouvelles compétences, soit dans leur milieu de travail, soit dans des établissements d'enseignement postsecondaire ou de formation.

L'incertitude quant à la manière et le moment où cette transformation se produira, et la mesure dans laquelle la main-d'œuvre actuelle du secteur pourra s'adapter à la nouvelle réalité numérique, semblent contribuer à l'émergence des deux scénarios de changement décrits plus haut.

Bien que ces scénarios puissent sembler présenter des solutions de rechange concurrentielles, ils peuvent en réalité être considérés comme des voies complémentaires de changement. Dans les deux cas, on prévoit des changements transformationnels dans le secteur de l'électricité, entraînés en grande partie par un passage de la production d'énergie et des technologies matérielles vers les logiciels et les données.

Les deux scénarios considèrent également que les compétences numériques sont au cœur de l'avenir du secteur, soulignant l'importance de former les travailleurs actuels et les nouveaux venus pour s'assurer qu'ils possèdent ces compétences. Cependant, le premier scénario (transformation rapide) porte sur les professions qui seront progressivement supprimées, tandis que le second (transformation progressive) porte sur les professions qui seront transformées. Dans ce dernier cas, les programmes de formation en milieu de travail seraient les plus appropriés et éventuellement plus efficaces pour maintenir en poste les travailleurs.

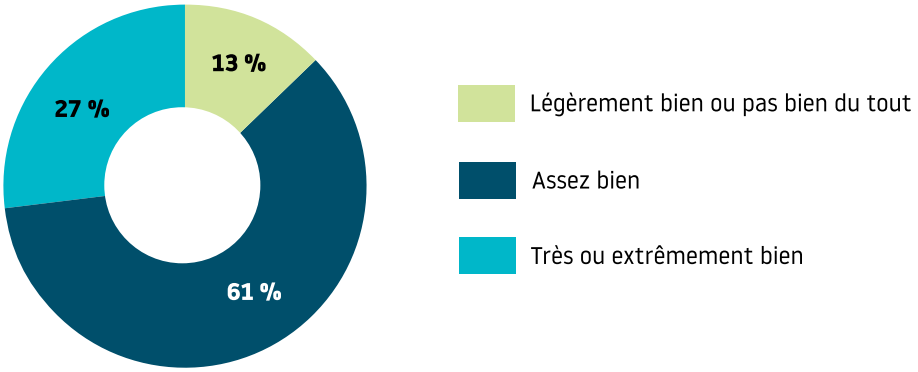
Dans les deux scénarios, une planification rigoureuse et approfondie quant au remplacement de la main-d'œuvre ou au renouvellement de ses compétences sera nécessaire, en particulier pour faire la distinction entre les professions qui seront supprimées ou remplacées et celles qui pourraient se prêter au perfectionnement ou au relèvement du niveau des compétences en milieu de travail (le cas échéant).

Programmes d'enseignement postsecondaire et de formation

La formation des travailleurs du secteur de l'électricité devrait être une responsabilité partagée entre les employeurs et les établissements de formation. On s'attend à ce que les futurs travailleurs de l'électricité qui étudient actuellement dans un établissement d'enseignement postsecondaire ou de formation aient acquis les aptitudes et les compétences nécessaires pour exceller dans leur profession une fois leur programme terminé. Cependant, à mesure que le secteur se transforme, les établissements de formation devront s'adapter aux changements technologiques et tenir compte de l'évolution des besoins en compétences d'une main-d'œuvre numérique.

La majorité des répondants au sondage (61 %) estiment que les établissements d'enseignement postsecondaire et de formation sont assez bien équipés pour fournir aux étudiants les compétences nécessaires pour l'avenir du travail dans le secteur de l'électricité. Plus du quart (27 %) estiment que ces institutions le font très bien ou extrêmement bien. Même si seule une faible proportion de répondants (13 %) estime que ces établissements ne répondent pas aux attentes en matière de formation, les réponses que nous avons reçues indiquent qu'il y a place à l'amélioration pour tous ces établissements d'enseignement postsecondaire et de formation.

Figure 19. Capacité des établissements postsecondaires de fournir aux étudiants les compétences requises pour le travail de l'avenir au sein du secteur de l'électricité



Remarque : Les valeurs indiquent la proportion de répondants qui ont sélectionné chaque catégorie.

Les établissements d'enseignement postsecondaire et de formation disposent d'un certain nombre d'options pour rendre leurs programmes plus efficaces, notamment en harmonisant mieux les priorités avec celles de l'industrie, en offrant plus de possibilités d'apprentissage intégré au travail et en adaptant les plans éducatifs pour favoriser l'apprentissage continu.

Systèmes structurés pour aligner les priorités de l'industrie avec le développement des compétences

Comme indiqué précédemment, de nombreuses technologies nouvelles et émergentes commenceront à transformer le secteur au cours des prochaines années. Pour s'assurer que les élèves possèdent les compétences dont ils ont besoin, le système d'éducation doit être conscient des besoins du secteur de l'électricité et y répondre (Energy Skills Queensland, 2017). Les demandes de compétences évoluent si rapidement, que les établissements de formation et les intervenants du secteur doivent être impliqués dans un processus plus systématique et structuré pour faciliter l'élaboration des programmes et apporter des améliorations substantielles aux programmes de formation existants.

Dans le but de concevoir des programmes adaptés à la nature changeante du travail au sein du secteur, il faudra harmoniser les priorités avec différents groupes d'intervenants, notamment les décideurs, les employeurs, les travailleurs, les étudiants, les syndicats, les services publics et les établissements de formation postsecondaire. Bon nombre de nos informateurs clés ont mentionné avoir travaillé avec des établissements postsecondaires pour participer à l'élaboration et l'exécution de programmes de formation en milieu de travail, bien que peu d'entre eux participent activement à un processus d'amélioration des programmes d'études ou de formation.

L'apprentissage intégré au travail

L'apprentissage intégré au travail est une forme d'enseignement expérientiel offert par les établissements postsecondaires, qui combine formellement et intentionnellement des études académiques en classe avec une expérience pratique et concrète dans un environnement de travail réel (Ressources humaines, industrie électrique du Canada, 2020b). Cette combinaison de compétences techniques et professionnelles aide les étudiants à mieux se préparer à entrer sur le marché du travail, au profit des employeurs comme des diplômés.

Cette approche de l'apprentissage a longtemps été promue par les employeurs du secteur de l'électricité, qui ont encouragé les établissements postsecondaires à intégrer davantage d'applications et d'occasions de développer des compétences « réelles » dans leurs programmes (Lawrence et Hogan, 2015).

Au Canada, l'apprentissage intégré au travail est devenu une « stratégie pédagogique clé permettant d'enrichir l'enseignement et le développement des élèves » (Stirling et al., 2016, p. 4). Le Conseil ontarien de la qualité de l'enseignement supérieur définit l'apprentissage intégré au travail en trois types d'approches d'apprentissage :

1. **La formation systématique**, où le lieu de travail constitue le principal contexte d'apprentissage de l'étudiant (p. ex., les stages)

2. **L'expérience de travail structurée**, où les étudiants participent à des programmes d'alternance travail-études ou à des stages organisés par leur établissement postsecondaire, afin de se familiariser avec un environnement professionnel lié à leurs études

3. **Les partenariats institutionnels**, où les établissements postsecondaires s'associent à l'industrie ou à des organismes communautaires pour offrir aux étudiants des expériences de travail et de bénévolat qui font progresser les objectifs du programme d'études

Les voies de l'apprentissage continu

L'amélioration constante et l'apprentissage continu sont déjà de bonnes pratiques pour les travailleurs, afin de maintenir à jour et d'accroître leurs compétences. Dans l'avenir du travail, cette pratique devrait être la norme.

Les décideurs, les employeurs et les chercheurs s'attendent à ce que l'étendue des changements technologiques au sein de l'économie transforme radicalement et rapidement la façon dont les Canadiens travaillent. Les occasions de perfectionnement visant à répondre aux exigences en matière de compétences d'une économie en pleine évolution, et de relèvement du niveau des compétences pour favoriser la transition vers des emplois à forte demande s'imposeront si le Canada souhaite demeurer concurrentiel sur la scène mondiale.

Cependant, les programmes postsecondaires n'offrent que des options limitées aux travailleurs qui souhaitent acquérir de nouvelles compétences en temps opportun et sans quitter leur emploi actuel. Un plan d'apprentissage souple et continu prenant en compte le cheminement de carrière non linéaire des travailleurs, le besoin d'occasions d'apprentissage souples et les nouveaux programmes courts et ciblés (telle que la microcertification) seront nécessaires pour conserver une main-d'œuvre hautement qualifiée.

Dans le budget de 2019, le gouvernement du Canada a marqué son engagement à l'égard de l'apprentissage continu en annonçant l'Allocation canadienne pour la formation. Les travailleurs admissibles âgés de 25 à 64 ans pourront accumuler 250 $ par année, jusqu'à un maximum cumulatif de 5000 $, en vue de rembourser la moitié des coûts des cours et de la formation (gouvernement du Canada, 2019). Le programme comprendra également jusqu'à quatre semaines de soutien du revenu pour les travailleurs qui prennent un congé pour poursuivre leurs études ou leur formation. L'Allocation canadienne pour la formation vise à aider les Canadiens à surmonter les plus importants obstacles auxquels ils sont confrontés en matière de perfectionnement et d'apprentissage continu. L'Allocation offre un avantage à long terme aux employeurs qui se retrouveront avec des employés possédant des compétences améliorées et une plus grande confiance dans leur capacité de réussir.

Perspectives des intervenants sur l'éducation et la formation

La grande majorité des intervenants croient qu'il est possible d'améliorer la qualité des programmes d'éducation si les employeurs et les établissements postsecondaires travaillent plus étroitement ensemble. Dans le cadre de notre enquête, les stratégies les mieux classées pour améliorer la qualité de l'éducation comprennent : une meilleure collaboration entre les employeurs et les établissements de formation pour élaborer des programmes; une plus grande intégration des programmes de formation et d'éducation avec une expérience en milieu de travail (p. ex., des séminaires ou des séances de formation ciblées pour de nouvelles compétences techniques dans professions spécifiques); davantage de possibilités d'expériences de travail structurées (p. ex. programmes coopératifs, stages); et davantage d'occasions de développer des compétences réelles en classe.

Les programmes de perfectionnement à court terme sont une autre priorité importante pour les intervenants. Ces programmes cibleraient les travailleurs diplômés déjà employés dans le secteur, et ils pourraient bénéficier de périodes d'études plus courtes, leur offrant une plus grande flexibilité pour poursuivre leurs études et leur formation sans avoir à quitter leur emploi.

Nous avons des partenariats actifs avec le milieu académique pour nous assurer d'avoir un bassin de personnes dont nous aurons besoin. Nous avons des partenariats actifs avec des collèges pour former des gens. Nous travaillons avec eux, que ce soit dans un partenariat formel ou non, pour fournir des informations sur les types de compétences et les programmes dont nous avons besoin.

Informateur clé

De plus, les intervenants estiment que la priorité devrait être placée sur l'adoption d'un processus de collaboration officiel en vue d'élaborer des programmes de formation. Un tel processus faciliterait l'échange de connaissances entre les établissements de formation, les employeurs et les groupes d'intervenants, augmentant ainsi la réactivité et l'adaptabilité des programmes postsecondaires. Cela permettrait également à l'industrie de guider la conception de nouveaux programmes ou de recommander des améliorations aux programmes existants, comme l'intégration des compétences numériques dans les programmes d'études des programmes techniques.

Comme le montre la Figure 20, les résultats de notre enquête ont également révélé un second « niveau » de quatre stratégies visant à améliorer les programmes de formation et d'éducation, qui ont tous été classés par les répondants dans à peu près les mêmes proportions.

La première de ces stratégies consiste à permettre aux établissements postsecondaires d'offrir une double certification (c.-à-d. une combinaison de diplôme collégial et de diplôme universitaire). Cette approche est légèrement différente de celle des programmes conjoints (c.-à-d. combiner plus d'une spécialisation au sein du même programme), qui était moins bien classée par les répondants. Les doubles certifications ont un attrait positif pour les intervenants, car elles offrent des compétences pratiques et appliquées en combinaison avec des connaissances théoriques. Des exemples de programmes de transition réussie entre les collèges et les universités (comme les soins infirmiers) pourraient servir de modèles pour des professions propres au secteur de l'électricité.

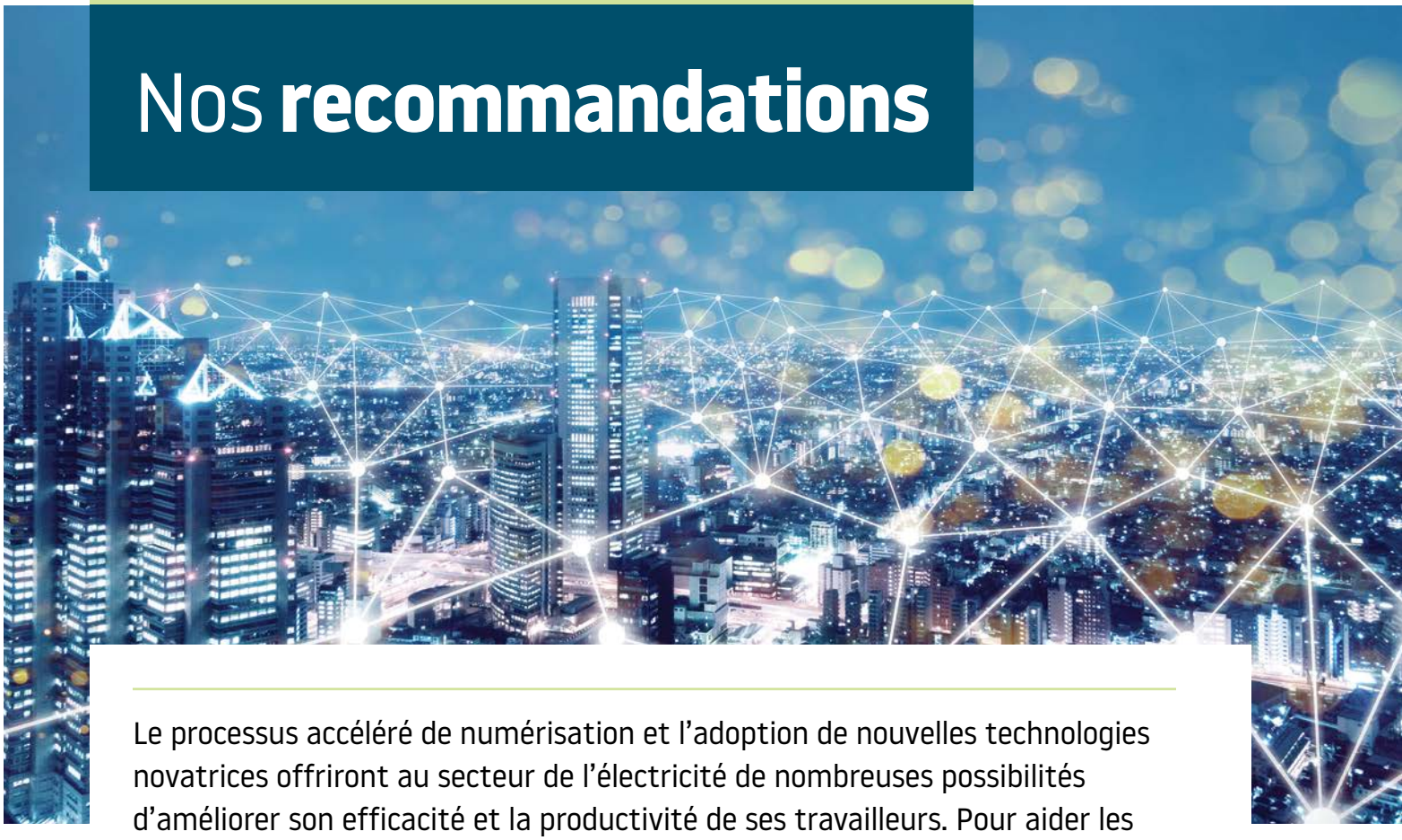
Ce deuxième niveau comprend également des occasions d'apprentissage en milieu de travail et des programmes de perfectionnement condensés, destinés aux travailleurs diplômés. Ces deux approches visent essentiellement des populations similaires : les travailleurs déjà formés et employés. Les programmes de perfectionnement deviendront particulièrement importants pour les travailleurs exerçant des professions qui ne sont plus nécessaires dans l'industrie. La conception de programmes de formation en milieu de travail qui peuvent contribuer au perfectionnement de ces travailleurs – et aussi à accroître de façon plus vaste les compétences de l'ensemble de la main-d'œuvre – pourrait s'avérer une approche intéressante.

Les organisations semblent moins enclines à donner la priorité à l'intégration des technologies de réalité augmentée (RA) et de réalité virtuelle (RV) en salle de classe, ou à accroître les occasions d'apprentissage en ligne et à distance.

Figure 20. Stratégies visant l'amélioration de la formation postsecondaire

Remarque : Les valeurs indiquent la proportion de répondants qui ont sélectionné chaque catégorie.

Nos **recommandations**



Le processus accéléré de numérisation et l'adoption de nouvelles technologies novatrices offriront au secteur de l'électricité de nombreuses possibilités d'améliorer son efficacité et la productivité de ses travailleurs. Pour aider les organisations du secteur à profiter de ces possibilités, nous avons formulé un certain nombre de recommandations axées sur trois activités principales :

1. **Élaboration d'un plan de gestion et de formation de la main-d'œuvre pour préparer l'avenir numérique**
2. **Création d'un écosystème d'apprentissage à l'échelle de l'industrie**
3. **Adaptation des systèmes et des processus existants en vue de concentrer les efforts sur le changement et l'innovation**

1 Élaboration d'un plan de gestion et de formation de la main-d'œuvre pour préparer l'avenir numérique

L'avenir du secteur de l'électricité repose sur sa capacité et son habileté à gérer, analyser et interpréter de grandes quantités de données. Cependant, les résultats de notre recherche indiquent clairement que la main-d'œuvre actuelle ne dispose pas des compétences numériques dont le secteur a besoin pour réussir. Pour tirer parti des possibilités de bénéficier d'un avenir numérique, les organisations se doivent d'élaborer un plan de gestion et de formation de la main-d'œuvre qui tienne compte à la fois de leur stratégie de recrutement pour le futur et des besoins de formation des effectifs actuels.

Élaborer une stratégie de recrutement pour la main-d'œuvre future

- **Déterminer les professions nécessaires pour l'avenir :** On prévoit une augmentation de la demande de travailleurs dans les secteurs des énergies renouvelables et des TIC parallèlement aux changements technologiques. Bien que nos recherches brossent un tableau de l'industrie dans son ensemble, les organisations devraient mener des activités similaires, mais en examinant leurs besoins à l'interne pour déterminer à quoi ressemblera la composition de leur main-d'œuvre future. Dans le cadre de cette démarche, il sera nécessaire de réexaminer les professions en place, et ce, dans le but de déterminer quelles technologies seront introduites dans le milieu de travail, quelles professions seront responsables de la gestion de ces technologies, quelles tâches seront exigées dans l'exercice de ces professions et quelles nouvelles compétences devront être apprises (le cas échéant).
- **Formuler une stratégie de recrutement :** Les organisations devront élaborer une stratégie de recrutement ciblant les professions qui seront en demande à moyen et long terme. Le secteur pourrait se trouver en concurrence pour des talents qualifiés avec des sociétés numériques et de TIC de premier plan, telles que Google, Shopify, Amazon et même de grandes institutions financières. Une stratégie de recrutement élaborée en collaboration avec les syndicats, les organisations professionnelles et les établissements de formation pourrait aider à mettre sur pied des bassins de talents qui attirent les étudiants de niveau postsecondaire vers les milieux de travail. La stratégie pourrait également explorer les possibilités d'exposer les élèves du secondaire au secteur de l'électricité, en les encourageant à envisager des carrières dans ce domaine.

Évaluer les besoins de formation des travailleurs actuels

- **Élaborer un plan de formation en milieu de travail :** Tout plan de formation efficace doit cerner les lacunes dans les connaissances et les compétences qui nuisent au bon rendement des travailleurs. Une évaluation des besoins organisationnels pourrait aider à adapter les plans d'apprentissage afin qu'ils tiennent compte des besoins des travailleurs.
- **Permettre le perfectionnement des travailleurs :** Certaines professions pourraient s'avérer désuètes suite aux changements technologiques. Dans le but de maintenir les connaissances et l'expérience organisationnelles, les employeurs devront déterminer s'il est possible d'offrir un perfectionnement aux travailleurs.
- **Permettre la mise à niveau des travailleurs :** Il est prévu que les changements technologiques transformeront un certain nombre de professions, en particulier les postes de gestionnaires, gens de métier et ingénieurs. Les travailleurs actuels pourraient constater qu'ils ne possèdent pas les compétences nécessaires pour effectuer de nouvelles tâches numériques. Pour éviter toute perte de productivité et profiter pleinement des occasions offertes par les dernières innovations, les employeurs devront s'assurer que leurs travailleurs disposent des compétences numériques nécessaires pour effectuer ces nouvelles tâches.

2 Création d'un écosystème d'apprentissage à l'échelle de l'industrie

Les établissements de formation, les autorités de réglementation, les gouvernements et les syndicats ont tous un rôle à jouer pour fournir aux travailleurs les compétences dont ils ont besoin. À mesure que les technologies émergentes deviennent plus courantes et que les équipements conventionnels sont largement intégrés dans un Internet industriel des objets, les compétences spécialisées (telles que l'expertise en cybersécurité et les aptitudes numériques) et les compétences essentielles en affaires (telles que la résolution de problèmes et le travail d'équipe) devront être intégrées dans les programmes académiques et de formation. Pour garantir que tous les acteurs évoluent de concert, les intervenants de l'industrie doivent s'efforcer de mettre en œuvre un écosystème d'apprentissage fondé sur des partenariats solides.

Travailler avec des partenaires pour élaborer des programmes d'études et de formation innovateurs

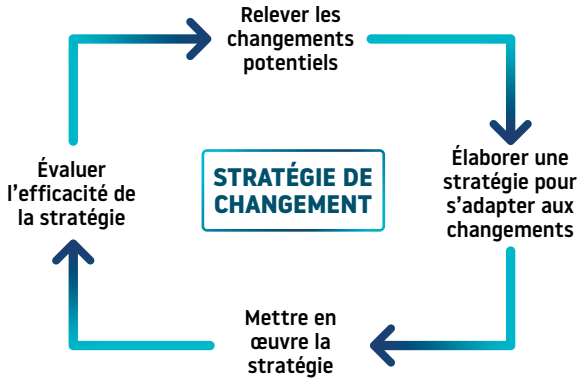
- **Élaborer des programmes adaptés :** Les organisations du secteur de l'électricité devraient créer des partenariats avec des établissements d'enseignement postsecondaire et de formation, notamment des universités, des collèges et des écoles polytechniques, afin d'améliorer les programmes d'études pertinents. Ces partenariats pourraient étayer le contenu et le format des programmes d'études et de formation, en veillant à ce qu'ils :
    - Enseignent des compétences utiles au milieu de travail numérique
    - Offrent des occasions d'apprentissage intégré au travail
    - Répondent aux besoins changeants du secteur
- **Concevoir des programmes d'apprentissage adaptés pour améliorer les compétences des travailleurs :** La main-d'œuvre actuelle du secteur devra s'adapter aux changements technologiques et acquérir de nouvelles compétences numériques. En s'associant à des établissements d'enseignement postsecondaire et de formation, les organisations du secteur pourraient contribuer à l'élaboration de programmes d'études adaptés qui ciblent expressément les lacunes en compétences de leurs travailleurs et appuient leurs plans d'apprentissage. Les formats de ces programmes pourraient être adaptés aux besoins du milieu de travail et incluent les volets suivants :
    - Formation interfonctionnelle, jumelage d'emploi et possibilités d'apprentissage informel
    - Mentorat structuré entre travailleurs expérimentés et nouveaux venus
    - Programmes d'apprentissage souples, notamment des modèles de formation à court terme, fondés sur la méthode du carrousel

3 Adaptation des systèmes et des processus existants en vue de concentrer les efforts sur le changement et l'innovation

La transformation numérique consiste non seulement en un changement physique ou informationnel, mais aussi en un changement structurel, culturel et procédural. Le milieu de travail numérique nécessite un état d'esprit adapté à l'ère numérique et une mentalité axée sur l'adaptation et l'apprentissage continu. Les entreprises doivent être prêtes à s'adapter au changement, et cela nécessite un examen rigoureux des structures en place ainsi qu'une grande ouverture à l'innovation. Pour réussir cette transformation, les organisations du secteur de l'électricité doivent se pencher sur l'adaptation de leurs processus internes tout en adoptant une culture ouverte au changement et à l'innovation.

Adopter une culture disposée au changement

- **Habiliter les gestionnaires des changements à mettre en œuvre une stratégie de changement :** Les intervenants ont souligné l'importance de fournir des moyens aux gestionnaires des changements les plus hauts placés au sein de l'entreprise, afin qu'ils soient en mesure de mettre en œuvre et de gérer des transitions à grande échelle. Plutôt que d'avoir recours à des consultants externes, la mise en place à l'interne d'un gestionnaire des changements doté d'un pouvoir décisionnel exécutif garantit qu'une personne au sein de l'entreprise sera toujours responsable de la gestion et de la mise en œuvre de la stratégie de changement. Cela dit, une stratégie de changement ne réussira que si l'ensemble de l'organisme de gestion de la haute direction d'une entreprise soutient et s'approprie les différents aspects de la stratégie de changement qui relèvent de sa sphère de contrôle. La mobilisation, l'engagement et la responsabilité doivent se retrouver chez tous les cadres supérieurs.



Faire de l'apprentissage et de l'innovation une partie intégrante de la culture en milieu de travail

- **Élaborer une stratégie d'apprentissage continu :** Si le rythme des changements technologiques continue de s'accélérer, les entreprises devront s'assurer qu'elles disposent d'une main-d'œuvre qualifiée pour demeurer compétitives. La conception d'un plan souple d'apprentissage continu, qui tient compte des parcours de carrière non linéaires et des besoins en occasions d'apprentissage souples, et qui propose de courts programmes d'apprentissage ciblés (telle que la microcertification), pourrait aider les organisations à maintenir une main-d'œuvre hautement qualifiée et compétitive.
- **Soutenir les occasions d'innover :** La transition vers un environnement de travail numérique nécessitera plus que l'acquisition de compétences numériques. Comme les milieux de travail numériques sont des plaques tournantes de l'innovation axées sur les données, les entreprises devraient redoubler d'efforts pour inculquer une culture de l'innovation depuis l'intérieur – en commençant par mettre en œuvre des processus plus souples d'apprentissage, d'innovation et de développement des compétences. Pour un secteur dont le principal produit attendu consiste en une offre de services fiables, accorder la priorité à l'innovation et aux changements ajoute une couche d'incertitude. Cependant, grâce à une bonne planification, des réseaux et des structures de gestion solides en place, il se pourrait fort bien que le secteur devienne un incubateur à nouvelles idées.
- **Assouplir les structures en milieu de travail :** Les milieux de travail démontrant une souplesse sont davantage informels et moins structurés que les structures bureaucratiques et verticales traditionnelles. En transformant la chaîne de commandement des processus décisionnels internes et en mettant davantage l'accent sur la collaboration, l'adaptabilité et la réalisation d'objectifs commerciaux communs, les milieux de travail souples pourront réagir plus rapidement aux problèmes et favoriser une culture de l'innovation.

Il existe deux caractéristiques principales qui définissent les structures de travail souples : la **souplesse en milieu de travail** et la **souplesse personnelle**. Bien qu'aucune structure à elle seule ne satisfasse les besoins de toutes les organisations, une récente enquête sur les lieux de travail à l'échelle internationale a démontré que l'intégration de pratiques de travail souples semblerait augmenter la productivité et contribuer à attirer et à maintenir les travailleurs en poste (International Workplace Group, 2019).

SOUPLESSE EN MILIEU DE TRAVAIL

FAVORISER L'INNOVATION EN METTANT L'ACCENT SUR LA PRISE DE DÉCISION HORIZONTALE PLUTÔT QUE HIÉRARCHIQUE

- Promouvoir la collaboration interservices
- Fournir aux travailleurs les moyens de trouver des solutions aux difficultés qui se posent en milieu de travail
- Encourager les projets dirigés par les employés et soutenir les idées novatrices
- Adopter des politiques de responsabilisation axées sur les résultats

SOUPLESSE PERSONNELLE

DONNER PLUS DE CONTRÔLE AUX EMPLOYÉS DANS LEUR VIE PROFESSIONNELLE

- Encourager une plus grande autonomie dans l'organisation des heures et des journées de travail
- Faire preuve de souplesse en ce qui a trait aux lieux de travail, le cas échéant
- Adopter des stratégies ciblées de communication interne

Références

Acemoglu, D., et Restrepo, P. (2019). Artificial intelligence, automation, and work. In A. Agrawal, J. Gans., et A. Goldfarb (Eds.), *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*. Chicago: Les Presses de l'Université de Chicago. Extrait de : https://economics.mit.edu/files/17109

Annunziata, M., et Bell, G. (2016). *Powering the future: Leading the digital transformation of the power industry*. General Electric Company. Extrait de : https://www.ge.com/content/dam/gepower-pw/global/en_US/documents/industrial%20internet%20and%20big%20data/powering-the-future-whitepaper.pdf

Australian Power Institute. (2015). *API workforce planning: Skills & demand in industry report*. Extrait de : https://api.edu.au/_pdf/2015%20API%20Workforce%20Planning%20Survey%20Jan2016Optimized.pdf

Bataille, C., Sawyer, D., et Melton, N. (2015). *Pathways to deep decarbonization in Canada*. Réseau des solutions pour le développement durable (SDSN) et l'Institut du développement durable et des relations internationales (IDDRI). Extrait de : http://deepdecarbonization.org/wp-content/uploads/2015/09/DDPP_CAN.pdf

Banque mondiale. (2019). *World Development Report 2019: The changing nature of work*. Washington, D.C.: Banque mondiale.

Bureau of Labor Statistics des États-Unis. (2018). *Occupational Outlook Handbook: Power Plant Operators, Distributors, and Dispatchers*. Extrait de : https://www.bls.gov/ooh/production/power-plant-operators-distributors-and-dispatchers.htm

California Energy Commission. (2018, May 9). *Energy Commission adopts standards requiring solar systems for new homes, first in nation* [Communiqué de presse]. Extrait de : https://www.energy.ca.gov/releases/2018_releases/2018-05-09_building_standards_adopted_nr.html

Conseil consultatif en matière de croissance économique. (2017). *Learning nation: Equipping Canada's workforce with skills for the future*. Extrait de : https://www.budget.gc.ca/aceg-ccce/pdf/learning-nation-eng.pdf

Dashevsky, E. (2018). *AI systems will augment your employees, not replace them. IPSoft*. Extrait de : https://www.ipsoft.com/2018/07/09/ai-systems-augment-employees-not-replace/

Energy Skills Queensland. (2017). *Electricity network transformation roadmap: Future workforce skilling impacts*. Toowong, Queensland, Australie.

Environnement et Changement climatique Canada. (2017). *Le Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques*. Extrait de : http://publications.gc.ca/site/fra/9.828774/publication.html

Federal Energy Regulatory Commission. (2016). Assessment of demand response and advanced metering. Extrait de : https://www.ferc.gov/legal/staff-reports/2016/DR-AM-Report2016.pdf

Gangale, F., Mengolini, A., et Onyeji, I. (2013). Consumer engagement: An insight from smart grid projects in Europe. *Energy Policy*, *60*, 621–628.

General Electric Power. (2019). *What decentralized power means for customers*. Extrait de : https://www.ge.com/power/decentralized-energy

Gouvernement du Canada. (2019). *Budget de 2019 : Allocation Canadienne pour la formation*. Extrait de : https://www.budget.gc.ca/2019/docs/themes/good-jobs-de-bons-emplois-fr.html

GlobalData Energy. (2019). *3D printing and the power industry: How technology is transforming the sector*. Power Technology. Extrait de : https://www.power-technology.com/comment/3d-printing-power-industry/

Hawksworth, J., Berriman, R., et Goel, S. (2018). *Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long-term impact of automation*. PricewaterhouseCoopers (PwC) UK.

International Workplace Group. (2019). *The IWG Global Workspace Survey: Welcome to Generation Flex – The employee power shift*. Extrait de : http://assets.regus.com/pdfs/iwg-workplace-survey/iwg-workplace-survey-2019.pdf

John, N. (2018). Blockchain can revolutionise the energy industry in Africa. Forum économique mondial. Extrait de : https://www.weforum.org/agenda/2018/11/blockchain-will-change-the-face-of-renewable-energy-in-africa-here-s-how/

Lawrence, S., et Hogan, M. (2015). *Talent needs for the energy and technology industry: Final summary report*. Durham, NC: RTI International, Research Triangle Cleantech Cluster.

Ma, Y.-J., et Zhai, M.-Y. (2019). Day-ahead prediction of microgrid electricity demand using a hybrid artificial intelligence model. *Processes*, *7*(6), 320.

Mobilité électrique Canada. (2019). *Electric vehicle sales in Canada – Q1 2019*. Extrait de : https://www.emc-mec.ca/wp-content/uploads/Sales-Report-Q1-2019.pdf

Moran, J.W., et Brightman, B.K. (2001). Leading organizational change. *Career Development International*, *6*(2), 111–119.

Naber, R., Raven, R., Kouw, M., et Dassen, T. (2017). Scaling up sustainable energy innovations. *Energy Policy*, *110*, 342–354.

Narayan, A. (2018). *The electrification of transport could transform our future – if we are prepared for it*. Forum économique mondial. Extrait de : https://www.weforum.org/agenda/2018/08/we-must-get-it-right-with-electric-vehicles-for-the-sake-of-our-planet/

Olson, P.D. (2018). *Trading neighbors: A new study will look at blockchain's potential to power local energy markets*. General Electric Company. Extrait de : https://www.ge.com/reports/trading-neighbors-new-study-will-look-blockchains-potential-power-local-energy-markets/

Park, C.-K., Kim, H.-J., et Kim, Y.-S. (2014). A study of factor enhancing smart grid consumer engagement. *Energy Policy*, *72*, 211–218.

Ressources humaines, industrie électrique du Canada. (2020a). *Skill savvy: Professional skills needs for Canada's electricity sector*. À venir.

Ressources humaines, industrie électrique du Canada. (2020b). *Empowering the next-generation workforce Realizing Talent Potential through work-integrated learning*. À venir.

Ressources naturelles Canada. (2016). *Ressources de la biomasse*. Extrait de : https://www.rncan.gc.ca/energie/sources-denergie-et-reseau-de-distribution/

Ressources naturelles Canada. (2017). *Faits sur l'électricité 2016-2017*. Extrait de : https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/energy/pdf/EnergyFactBook_2016_17_En.pdf

Ressources naturelles Canada. (2019). *Faits sur l'électricité 2019-2020*. Extrait de : https://www.rncan.gc.ca/science-donnees/donnees-analyse/

Ressources naturelles Canada. (2018). *Programme de réseaux intelligents*. Extrait de : https://www.nrcan.gc.ca/energy/science/programs-funding/19793

Schwartz, J., Stockton, H., et Monhan, K. (2017). *Forces of change: The future of work*. Deloitte Insights.

Shapiro, D. (2019). *Artificial intelligence: It's complicated and unsettling, but inevitable*. Forbes Media. Extrait de : https://www.forbes.com/sites/danielshapiro1/2019/09/10/artificial-intelligence-its-complicated-and-unsettling-but-inevitable/#26680f5c26f2

Stirling, A., Kerr, G., Banwell, J., MacPherson, E., et Heron, A. (2016). *A practical guide for work-integrated learning: Effective practices to enhance the educational quality of structured work experiences offered through colleges and universities*. Conseil ontarien de la qualité de l'enseignement supérieur (COQES). Extrait de : http://www.heqco.ca/SiteCollectionDocuments/HEQCO_WIL_Guide_ENG_ACC.pdf

Strik, D.P., Timmers, R.A., Helder, M., Steinbusch, K.J., Hamelers, H.V., et Buisman, C.J. (2011). Microbial solar cells: Applying photosynthetic and electrochemically active organisms. *Trends in Biotechnology*, *29*(1), 41–49.

Wittenberg, I., et Matthies, E. (2016). Solar policy and practice in Germany: How do residential households with solar panels use electricity? *Energy Research & Social Science*, *21*, 199–211.

Annexe A : **Table des figures**

Figure 1. Technologies susceptibles de transformer les processus opérationnels du secteur de l'électricité 9

Figure 2. Échéancier des répercussions sur les processus opérationnels du secteur de l'électricité 13

Figure 3. Technologies susceptibles de transformer les opérations du secteur de l'électricité 14

Figure 4. Échéancier des répercussions sur les activités du secteur de l'électricité 17

Figure 5. Facteurs de changements technologiques dans le secteur de l'électricité 18

Figure 6. Changements perçus de la demande de main-d'œuvre, par groupe professionnel du secteur de l'électricité 24

Figure 7. Changements nets prévus dans la demande en main-d'œuvre, par profession : gestionnaires 26

Figure 8. Changements nets prévus dans la demande en main-d'œuvre, par profession : ingénieurs 27

Figure 9. Changements nets prévus dans la demande en main-d'œuvre, par profession : métiers spécialisés 27

Figure 10. Changements nets prévus dans la demande en main-d'œuvre, par profession : énergies renouvelables 28

Figure 11. Changements nets prévus dans la demande en main-d'œuvre, par profession : TIC 28

Figure 12. Changements prévus dans les professions existantes, par groupes professionnels 30

Figure 13. Étendue des compétences et connaissances numériques des travailleurs actuels du secteur de l'électricité 35

Figure 14. Compétences qui seront nécessaires pour l'avenir du travail au sein du secteur de l'électricité 36

Figure 15. Niveau de développement pour les compétences qui seront nécessaires à l'avenir du travail 36

Figure 16. Étendue et format des programmes de formation en milieu de travail dans le secteur de l'électricité 38

Figure 17. Types de compétences abordées lors de formations en milieu de travail 39

Figure 18. Milieux de travail ayant un plan pour répondre aux besoins en compétences des travailleurs 39

Figure 19. Capacité des établissements postsecondaires de fournir aux étudiants les compétences requises pour le travail de l'avenir au sein du secteur de l'électricité 41

Figure 20. Stratégies visant l'amélioration de la formation postsecondaire 44

Annexe B : **La conception de la recherche**

Notre recherche a été menée en utilisant une approche nationale de consultation sectorielle, appuyée par une revue exhaustive de la littérature et des documents pertinents. La présente annexe précise les détails entourant le processus et les méthodes que les chercheurs ont utilisés pour mener à bien le projet.

Questions de recherche

Dans le cadre de cette étude, nous avons cherché à comprendre et à communiquer : les implications de la nature changeante du travail sur la composition de la main-d'œuvre; les compétences qui seront nécessaires au secteur de demain; l'éducation et la formation des nouveaux travailleurs entrant dans le secteur; ainsi que le perfectionnement et le renouvellement des compétences dont la main-d'œuvre actuelle du secteur aura besoin.

Nous avons donc entrepris le projet avec quatre **questions de recherche centrales** :

1. ***Quels changements technologiques affecteront le secteur de l'électricité?***
2. ***Quels sont les facteurs à l'origine de ces changements technologiques?***
3. ***Quelle sera l'incidence de ces changements sur le secteur de l'électricité?***
4. ***Comment les intervenants devraient-ils réagir à ces changements?***

Ensuite, pour chaque question centrale, nous avons dressé une liste de questions complémentaires afin de bien orienter la recherche.

QUESTION CENTRALE 1:
Quels changements technologiques affecteront le secteur de l'électricité?

- Quelles sont les nouvelles technologies connues qui transforment le secteur à l'heure actuelle? Quelles sont les nouvelles technologies prévues qui ont le potentiel de transformer le secteur?
- À quel moment ces changements devraient-ils se produire?
- Quel est l'état actuel de la formation dans le secteur de l'électricité pour les nouveaux venus au sein de l'industrie et pour les travailleurs actuels (p. ex., la formation en milieu de travail)?

QUESTION CENTRALE 2:
Quels sont les facteurs à l'origine de ces changements technologiques?

- Quels sont les principaux facteurs de changement au sein de l'industrie?
- Qui sont les principaux leaders qui réclament la numérisation et l'automatisation pour l'industrie?
- Dans quelle mesure les politiques publiques relatives aux infrastructures énergétiques et à l'énergie propre encouragent-elles ces changements?
- Quels sont les facteurs limitant ou facilitant ces changements (p. ex., capacité d'apprentissage du personnel, politiques permettant l'apprentissage tout au long d'une vie)?

QUESTION CENTRALE 3:
Quelle sera l'incidence de ces changements sur le secteur de l'électricité?

- Comment les nouvelles technologies changeront-elles la demande en main-d'œuvre? Dans quelle mesure les nouvelles technologies devraient-elles supplanter ou accroître le travail?
- De nouvelles professions devraient-elles être créées ou exigées de la part du secteur (p. ex., des programmeurs en cybersécurité)? Quelles aptitudes et compétences seront requises pour exercer ces nouvelles professions?
- Comment les nouvelles technologies affecteront-elles la demande relative aux compétences, notamment l'expertise, les compétences technologiques et les compétences générales (p. ex., créativité, communication, travail d'équipe, leadership, initiative, empathie)? Comment la demande pour ces nouvelles compétences affectera-t-elle le déroulement des opérations et les aptitudes en gestion?
- Quelles professions du secteur devraient être les plus touchées par ces changements? Quelles fonctions professionnelles seront touchées dans chaque profession affectée? À l'avenir, quelles nouvelles compétences seront requises des professions actuelles?
- Quelles compétences spécifiques seront requises des travailleurs du secteur de l'électricité? En quoi ces compétences diffèrent-elles selon la profession?
- Quelles compétences fondamentales seront requises dans l'ensemble des professions ou des groupes professionnels de l'industrie de l'électricité?
- Quels types de perfectionnement ou de relèvement du niveau des compétences seront nécessaires pour remédier à un éventuel déséquilibre dans les compétences? Dans quelle mesure les travailleurs devront-ils s'adapter ou se perfectionner en raison de ces nouvelles compétences requises?

QUESTION CENTRALE 4:
Comment les intervenants devraient-ils réagir à ces changements?

- Comment les employeurs devraient-ils restructurer les programmes de formation en milieu de travail pour s'assurer qu'ils sont suffisamment souples pour répondre aux futures exigences en matière de compétences?
- Comment les établissements de formation et les établissements postsecondaires peuvent-ils mieux préparer les nouveaux venus à l'avenir du travail? Comment ces établissements devraient-ils modifier leurs programmes d'études ou leurs programmes d'accréditation en vue de s'assurer que leurs diplômés possèdent les compétences requises?
- Quel devrait être le rôle des principaux acteurs de l'industrie, tels que les syndicats et les grands investisseurs, pour faire en sorte que les travailleurs sont qualifiés pour les emplois du futur?

Méthodologie

Nous avons utilisé une approche comportant des méthodes mixtes, en nous appuyant sur des données qualitatives et quantitatives, recueillies à partir de sources primaires et secondaires, en vue de répondre à nos questions de recherche. Plus important encore, nous nous sommes efforcés d'offrir aux intervenants de l'industrie de l'électricité de nombreuses occasions de partager leurs points de vue et leurs attentes relativement à la manière dont les nouvelles technologies pourraient affecter la main-d'œuvre du secteur.

Voici les trois principales activités de recherche :

1 **Revue exhaustive de la littérature et des documents :** RHIEC a effectué une analyse approfondie d'articles universitaires revus par des pairs, de publications gouvernementales, ainsi que de rapports d'analyse d'organisations nationales et internationales de premier plan. La revue a d'abord adopté une approche globale des questions de recherche, cherchant à comprendre les effets de l'automatisation et des changements technologiques sur les compétences et la composition de la main-d'œuvre, à l'échelle macroéconomique. Il a ensuite fallu utiliser un angle plus ciblé pour bien saisir ces répercussions sur le secteur de l'électricité en particulier, afin de cerner et de décrire les nouvelles technologies qui affectent le secteur, les facteurs qui entraînent le changement technologique et les possibilités pour les entreprises et les établissements de formation de répondre aux besoins de formation d'une main-d'œuvre en évolution.

2 **Enquête nationale auprès des intervenants :** Les résultats de la revue de la littérature et des documents ont guidé l'élaboration d'un questionnaire pour une enquête qui donnerait aux intervenants du secteur canadien de l'électricité l'occasion de commenter les conclusions de l'examen. L'enquête visait à évaluer les attentes des répondants concernant l'étendue des perturbations qu'ont certaines technologies sur les entreprises et le secteur dans son ensemble, les délais prévus de ces changements, l'incidence de ces changements sur la composition et la taille de la main-d'œuvre et les professions du secteur, ainsi que les besoins de formation des travailleurs résultant des changements technologiques. Les données de l'enquête étaient principalement de nature quantitative, avec quelques questions ouvertes supplémentaires ajoutées tout au long du processus pour permettre aux répondants de qualifier leurs réponses.

3 **Entretiens avec des informateurs clés :** Enfin, des entretiens approfondis avec des leaders clés et de grands penseurs du secteur de l'électricité ont été menés. Ces entrevues d'une durée de 45 à 60 minutes ont permis aux répondants de fournir un meilleur contexte concernant les implications des changements technologiques sur le secteur, apportant des perspectives plus nuancées sur certains des thèmes clés du présent projet. Cependant, le recrutement pour ces entrevues a été difficile, et il n'a été possible de terminer que sept entretiens.

Échantillon de l'enquête

L'enquête nationale visait à recueillir les opinions et les idées d'intervenants pouvant partager des expériences et des antécédents variés. Des invitations ont été envoyées à un vaste éventail de personnes de l'industrie et des secteurs adjacents, y compris l'éducation et la formation. Au total, 140 personnes ont répondu au sondage, dont 83 qui ont répondu au questionnaire en entier.

Les tableaux suivants donnent un aperçu de l'échantillon de l'enquête.

Table 2. Proportion de répondants au sondage par type d'organisation

Type d'organisation	%
Services publics	48,7 %
Entrepreneur ou société privée	13,2 %
Société d'État	10,5 %
Organisation syndicale	7,9 %
Gouvernement	6,6 %
Association de l'industrie	3,9 %
Association professionnelle	3,9 %
Établissement d'enseignement et de formation	3,9 %
Autre	1,3 %

Table 3. Proportion de répondants au sondage par secteur d'activité

Secteur d'activité	%
Distribution	29,6 %
Production	14,1 %
Énergie renouvelable et stockage d'énergie	14,1 %
Exploitants indépendants de réseau	8,5 %
Transport	7,0 %
Construction	7,0 %
Fabrication et approvisionnement	7,0 %
Axé sur le client	4,2 %
Éducation, formation et accréditation	4,2 %
Intersectoriel (production, transport et distribution)	4,2 %
Autre	5,6 %

Table 4. Proportion de répondants au sondage par groupe professionnel

Groupes professionnels	%
Gestionnaires et superviseurs	17,6 %
Ingénieurs/technologues en génie	13,5 %
Métiers spécialisés	13,5 %
Gestionnaires des ressources humaines	10,8 %
Technologie de l'information et des communications	9,5 %
Administration et soutien	8,1 %
Analystes des politiques et des activités	6,8 %
Président, propriétaires et vice-présidents	6,8 %
Gestionnaires financiers, programmes	6,8 %
Professions liées aux énergies renouvelables	2,7 %
Autre	6,8 %

Table 5. Proportion de répondants au sondage par région d'opérations

Secteur d'opérations	%
Colombie-Britannique	25,0 %
Alberta	27,6 %
Saskatchewan	9,2 %
Manitoba	13,2 %
Ontario	64,5 %
Québec	11,8 %
Nouveau-Brunswick	11,8 %
Nouvelle-Écosse	11,8 %
Île-du-Prince-Édouard	11,8 %
Terre-Neuve-et-Labrador	13,2 %
Nunavut	7,9 %
Territoires du Nord-Ouest	6,6 %
Yukon	6,6 %
International	17,1 %

Remarque : L'organisation des répondants peut exercer ses activités dans plusieurs administrations. Par conséquent, les catégories ne sont pas exclusives et le total peut dépasser 100 %.

Table 6. Proportion de répondants au sondage selon la taille de l'organisation

Taille de l'organisation	%
Petite (moins de 100 employés)	17,1 %
Moyenne (100 à 499 employés)	26,3 %
Grande (plus de 500 employés)	56,6 %

Annexe C : **Remerciements**

Comité consultatif national

Nous souhaitons exprimer notre sincère gratitude et notre reconnaissance aux personnes suivantes qui ont participé au Comité consultatif national.

Lyne Parent Garvey, présidente
Hydro Ottawa

Indy Butany-DeSouza
Alectra Utilities

Paul Dabrowski
Ontario Power Generation

Lindsay Miller-Branovacki
Université de Windsor

Lisa Nadeau
Opérateur du système électrique d'Alberta (AESO)

Joanna Osawe
Réseau Women in Renewable Energy

Jessica Parsons
TransAlta

Jeanette Southwood
Ingénieurs Canada

Michelle Branigan
Ressources humaines, industrie électrique du Canada

Mark Chapeskie
Ressources humaines, industrie électrique du Canada

Merertu Mogga Frissa
Ressources humaines, industrie électrique du Canada

Liste des participants à l'étude

Nous tenons également à souligner le temps et le soutien généreusement offert par les employeurs, les établissements d'enseignement et les autres intervenants clés ayant participé à cette étude.

Employeurs

Opérateur du système électrique d'Alberta (AESO)

Alectra Utilities

ATCO Groups

BluWave-ai

Borrum Energy Solution

Burlington Hydro

Carleton Electric Ltd

Corvus Energy

ENMAX Corporation

EnPowered

Entegrus

FortisBC Energy Inc

FortisBC

Hydro One

Hydro Ottawa

Société indépendante d'exploitation du réseau d'électricité

Fraternité internationale des ouvriers en électricité

ILSCO of Canada

Kaihen

Kinectrics

District de la découverte MaRS

Nalcor Energy

Ontario Power Generation

Plug'n Drive

PricewaterhouseCoopers

Prism Lighting Group

SaskPower

Sino-can Energy

Spark Power Corp

TransCanada

Éducateurs

Université Memorial de Terre-Neuve

Université York

Reconnaissance du financement :
Ce projet est financé en partie par le Programme d'appui aux initiatives sectorielles du gouvernement du Canada.

RESSOURCES HUMAINES, INDUSTRIE électrique DU CANADA

electricity HUMAN RESOURCES CANADA

pwc

Canada