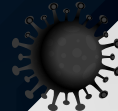
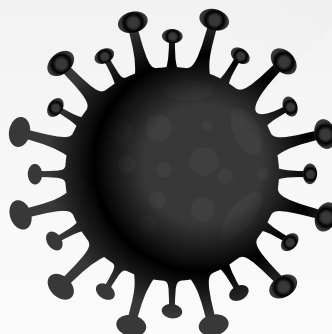
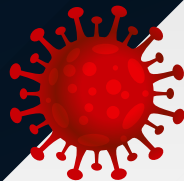
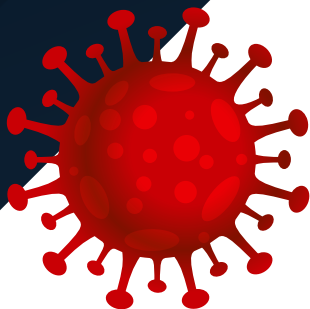
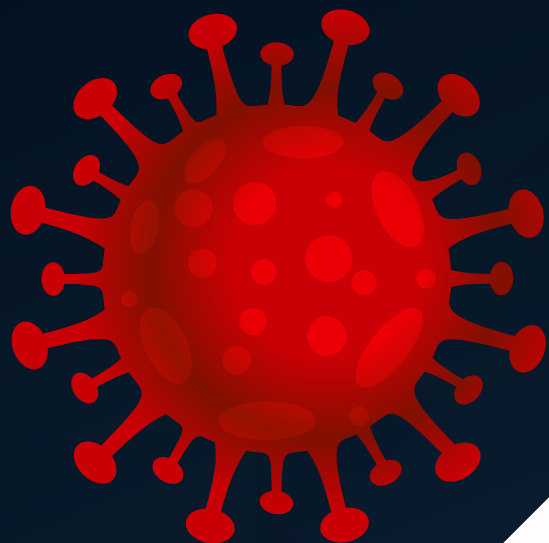




ÉCOLE DE  
TECHNOLOGIE  
SUPÉRIEURE  
Université du Québec



## RÉOUTILLAGE EN RÉPONSE À LA COVID-19

Un cadre de faisabilité pour les PME

Aamirah Mohammed Ashraf, M. Sc., associé de recherche

Jean-Pierre Kenne, ing., Ph. D., professeur

Lucas Hof, ing., Ph. D., professeur agrégé

**Avril 2020**

---

## **REMERCIEMENTS**

---

Les travaux présentés dans ce document ont été réalisés avec le soutien d'une subvention du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) au Département de génie mécanique de l'École de technologie supérieure (ÉTS) de Montréal, au Canada. Ce travail a grandement bénéficié de la reconnaissance et de l'encouragement du Décanat de la recherche de l'ÉTS.

Les auteurs tiennent à remercier Marie-Josée Blais, directrice de la stratégie et du développement de la recherche à l'ÉTS, pour son encouragement et son soutien à ce travail.

Les auteurs remercient également M. Mohammed Ashraf, de SAP MENA, et M. Jack-Eric Vandenbroucke, P.Eng., CMfgE, du Décanat de la recherche de l'ÉTS, pour leurs commentaires perspicaces et leur examen de ce travail en vue de le rendre plus pertinent.

---

## **TABLE** des matières

---

Réoutillage en réponse à la COVID-19	<b>4</b>
Quels sont les produits nécessaires ?	<b>4</b>
Ces produits sont-ils proches de vos produits et de votre expertise habituels ?	<b>4</b>
Quelles sont les quantités nécessaires ?	<b>5</b>
Fournisseurs et sécurité de la chaîne d'approvisionnement	<b>6</b>
Évaluation des capacités de fabrication	<b>6</b>
Capacité de production	<b>7</b>
Travail en collaboration, ou conception de votre propre produit ?	<b>7</b>
Élaboration de nouveaux concepts de produits	<b>8</b>
Applications de ce document pour les industries et les groupes de recherche	<b>8</b>
Conclusion et recommandations	<b>9</b>
Liens contenus dans le document	<b>10</b>

---

## RÉOUTILLAGE

### en réponse à la COVID-19

---

Avec la propagation de la COVID-19, la demande de fournitures et d'équipements médicaux a pris beaucoup d'ampleur. Des entreprises manufacturières de tous les secteurs et de toutes les industries souhaitent modifier leur production habituelle pour fabriquer les articles médicaux les plus demandés en première ligne, un processus connu sous le nom de «réoutillage» ou «réorientation». Le besoin de réponses rapides est bien réel, et le gouvernement compte sur la recherche et l'innovation pour guider cette reconfiguration de la fabrication, ce qui se manifeste par son large soutien aux programmes de recherche et aux initiatives de financement<sup>[1]</sup>.

La plupart des grandes entreprises, comme [Ford](#), [GM](#) et [Tesla](#), bénéficient de capacités de fabrication polyvalentes et ont déjà entamé une reconfiguration stratégique de leurs installations. Leurs capacités de production avancées leur permettent de prendre en charge la production d'équipements médicaux comme les ventilateurs mécaniques, ainsi que de matériel pour les tests et le contrôle de la propagation<sup>[2]</sup>, <sup>[3]</sup>.

Cependant, pour de nombreuses petites et moyennes entreprises (PME) ou usines de taille moyenne, il est difficile de savoir comment effectuer une conversion ou un «réoutillage» de manière à fabriquer des produits essentiels durant cette période cruciale. Grâce au réoutillage stratégique et collaboratif, ces entreprises pourraient non seulement produire de nouveaux équipements médicaux tels que masques, gants ou écrans faciaux, mais également soutenir la production d'équipements médicaux complexes effectuée par les grandes entreprises<sup>[4]</sup>.

Pour que le processus de réoutillage soit rapide, efficace et productif, il est nécessaire de bien réaliser une première étape au cours de laquelle chaque entreprise doit déterminer de manière stratégique :

- son potentiel;
- les ressources dont elle dispose;
- des solutions pour optimiser les compétences uniques de son personnel.

Le présent document propose un cadre destiné à fournir aux petites et moyennes entreprises des questions-guides et des idées qui les aideront à réaliser leur véritable potentiel et à savoir comment elles peuvent contribuer à la lutte contre la pandémie de COVID-19.

## Quels sont les produits nécessaires ?

Avant d'entreprendre toute initiative de réorientation, il est important de déterminer quelles fournitures sont nécessaires pendant la pandémie. La première étape consiste à cerner et à énumérer les besoins actuels. Ces renseignements peuvent être obtenus directement auprès d'établissements de santé, ou encore sur des sites Web gouvernementaux répertoriant les besoins en approvisionnement pendant la pandémie.

Actuellement, la demande peut se diviser en diverses catégories de fournitures médicales, telles que les éprouvettes, les plateaux, les écouvillons et les équipements de protection individuelle ou ÉPI (masques, blouses et lunettes), ainsi que le matériel médical, qui comprend les respirateurs et les ventilateurs certifiés.

Outre le besoin d'articles physiques, les hôpitaux font aussi face à des problèmes logistiques indirects dus à la pandémie : pensons par exemple au manque de prises électriques murales pour brancher les ventilateurs. Ces problèmes nécessitent une restructuration stratégique ou le recours à d'autres produits que les produits existants afin de pouvoir résoudre de nouveaux problèmes.

---

## Ces produits sont-ils proches de vos produits et de votre expertise habituels ?

Une fois les produits nécessaires répertoriés, l'étape suivante consiste à comparer ces articles avec vos produits habituels et à déterminer lesquels sont similaires<sup>[5]</sup>. Les critères pour en juger pourraient inclure les matières premières dont ils sont faits, la complexité de la conception ou la méthode de production. Ainsi, une entreprise textile pourrait envisager de produire des tissus de qualité médicale pour la fabrication de masques, et une entreprise de mode avec une usine de couture pourrait fabriquer des masques ou des blouses d'hôpital. Des exemples : le programme de réponse mis en place par [Canada Goose](#) <sup>[6]</sup>, ou encore [Dyson](#) <sup>[7]</sup>, qui a tiré parti de son expertise en matière de circulation d'air pour produire un concept de ventilateur en 10 jours.

## Quelles sont les quantités nécessaires ?

Une fois que vous avez obtenu une liste des articles médicaux qui correspondent à votre gamme de produits habituelle, l'étape suivante consiste à recueillir des données sur les quantités projetées qui seront nécessaires. Avec ces informations en main, vous serez en mesure d'élaborer des objectifs de production.

En plus de déterminer les quantités, il est également important de rechercher les méthodes d'approvisionnement existantes et d'estimer quelle part de la demande du marché est déjà satisfaite. Cela vous permettra de calculer la demande non satisfaite que votre entreprise pourrait aider à combler, puis de faire évoluer la production en conséquence.

Les méthodes d'approvisionnement existantes peuvent comprendre :

**Importations :** Déterminez si les importations des articles dont vous avez besoin se poursuivent pendant la pandémie, et quelles quantités sont susceptibles d'être importées au cours des prochains mois.

**Fabricants d'origine :** Les entreprises spécialisées dans les fournitures médicales ont déjà augmenté leur production (pensons par exemple à [Thornhill Medical](#)<sup>[8]</sup> et [Medtronic](#)<sup>[9]</sup>). Étant donné que ces entreprises possèdent déjà toutes les certifications médicales requises, leur temps de réponse pour produire des fournitures prêtes à vendre est plus rapide. Avant de prendre la décision de réaffecter vos chaînes de production, il est important de savoir dans quelle mesure elles pourront satisfaire la demande du marché et quelle sera l'importance de la demande restante.

**Entreprises ayant déjà effectué la transition :** Certaines entreprises non médicales pourraient avoir déjà commencé à produire un article qui vous intéresse<sup>[10]</sup>, <sup>[11]</sup>. Il est essentiel de répertorier ces entreprises et de tenter de connaître leur capacité de production.

Une fois que vous avez répertorié toutes les méthodes d'achat mentionnées ci-dessus et la capacité des fournisseurs à répondre ensemble à la demande du marché, vous pouvez déterminer quel pourcentage des prévisions du marché reste à combler.

Pouvez-vous tirer parti d'économies d'échelle ? Quel pourcentage de la demande votre entreprise peut-elle combler ? Ce pourcentage est-il assez rentable pour que votre entreprise commence la production de pièces ?

Cette démarche vous guidera quant aux besoins réels en matière de quantités et permettra une analyse coûts-avantages relative aux produits qui sont en pénurie et pour lesquels il vaudrait la peine de réorganiser vos chaînes de production.

Bien qu'il soit important que les entreprises contribuent à fabriquer les fournitures nécessaires pendant la crise, il est plus important encore pour elles de prendre des décisions stratégiques intelligentes quant aux produits médicaux pour lesquels elles réorienteraient leurs chaînes de production.

Il ne faut pas oublier que pour la plupart des produits médicaux, il faudra du temps pour obtenir les certifications et pour compléter le réoutillage. Afin que la réorientation que vous effectuez soit à la fois utile à la communauté et économiquement viable pour votre entreprise, il doit y avoir un écart quantifiable entre l'offre et la demande pour le produit que vous choisissez de fabriquer.

## Fournisseurs et sécurité de la chaîne d'approvisionnement

Une fois que vous avez noté un déficit d'approvisionnement pour un produit médical proche de ceux que vous fabriquez d'ordinaire, l'étape suivante consiste à déterminer les matières premières ou les pièces de fournisseurs nécessaires, ainsi que la manière de vous assurer les services de fournisseurs.

Si cette tâche peut s'avérer facile en temps normal, c'est tout le contraire pendant la pandémie de COVID-19. Avec la fermeture temporaire des entreprises des fournisseurs et le ralentissement collectif des entreprises de logistique, il est important de planifier de manière stratégique avec quels fournisseurs vous pourrez travailler de manière rapide et fiable. On a constaté que 94% des entreprises listées dans Fortune 1000 font actuellement face à des perturbations de leur chaîne d'approvisionnement en raison de la crise liée à la pandémie<sup>[12]</sup>.

Les entreprises manufacturières peuvent travailler avec leurs fournisseurs traditionnels pour réutiliser les matériaux qu'elles produisent et s'assurer que leurs fournisseurs restent en affaires pour produire les quantités requises. Cependant, si les fournisseurs sont établis à l'étranger, l'expédition et la logistique peuvent entraîner des retards qui doivent être pris en compte. Les retards dans les chaînes d'approvisionnement entraînent des retards de production pour les fournitures médicales essentielles. Pour cette

raison, un article du *WE Forum* appelle à une «évaluation agressive» des fournisseurs possibles qui seraient plus près géographiquement, et donc plus fiables. Le fait d'opter pour des fournisseurs rapprochés ou locaux pourrait également signifier que l'acheteur et le fournisseur sont soumis aux mêmes réglementations légales dans le cadre de la crise de la COVID-19. Cette compréhension mutuelle pourrait faciliter la communication et la conclusion d'ententes<sup>[13]</sup>.

## Évaluation des capacités de fabrication

En fonction de leurs capacités de production, plusieurs entreprises qui cherchent à contribuer à la production d'équipements médicaux tels que les ventilateurs pourraient trouver plus efficace et plus productif de collaborer avec les fabricants médicaux existants ou de faciliter l'approvisionnement en pièces essentielles. De nombreuses entreprises médicales sont disposées à partager leurs concepts brevetés avec des entreprises en quête de collaboration. D'autres entreprises utilisent leurs capacités de recherche et développement pour produire leurs propres concepts et modèles 3D pour les équipements médicaux essentiels en demande. Cependant, un nouveau concept pourrait demander une certification médicale avant d'être commercialisé.

Une fois que vous avez défini les articles que votre entreprise peut produire, il est important d'évaluer comment vous souhaitez les fabriquer, que ce soit en collaboration avec d'autres entreprises à l'aide de concepts existants, ou individuellement en créant de nouveaux concepts.

### Voici quelques questions destinées à aider au choix de fournisseurs :

- Quels fournisseurs sont toujours en activité? Pourraient-ils plus tard être obligés de cesser leurs activités? En collaborant et en signant des contrats logistiques, on peut donner aux fournisseurs la confiance nécessaire pour demeurer en activité et même réaffecter leur production si nécessaire. Les contrats peuvent aussi servir de garantie financière pour l'obtention de prêts ou des ressources nécessaires pour augmenter la production à la capacité requise<sup>[14]</sup>. À ce titre, les contrats sont utiles aussi bien pour les clients que pour les fournisseurs.
- Les fournisseurs peuvent-ils produire les quantités requises? Comme mentionné dans un récent article du *WE Forum*, il est important de partager les données sur les stocks existants et la capacité de production à tous les niveaux des chaînes d'approvisionnement afin de repenser efficacement votre chaîne d'approvisionnement pour en assurer la résilience en cas de perturbations<sup>[14]</sup>.
- Les fournisseurs peuvent-ils produire des matériaux qui répondent aux normes médicales? Si nécessaire, peuvent-ils produire une version modifiée des produits qui réponde aux normes médicales? Par exemple, un fournisseur de textiles traditionnels peut-il produire le tissu nécessaire aux masques N-95? Un fournisseur de matières plastiques peut-il produire les matières premières nécessaires à la fabrication d'éprouvettes de qualité médicale et d'équipements de laboratoire?

## Capacité de production

La capacité de production concerne l'ensemble des machines, de l'outillage et de la main-d'œuvre qualifiée disponibles dans votre entreprise. Le fait de posséder une liste de toutes les machines disponibles et de leurs fonctionnalités permet d'avoir un aperçu de celles qui peuvent produire de nouveaux concepts et de celles qui sont consacrées à des pièces spécifiques. Par exemple, les installations avec appareils pour commande numérique classique (CNC), découpe au laser et moulage par injection sont plus polyvalentes et peuvent produire de nouveaux concepts assez facilement. De plus, les équipements de fabrication additive, l'impression 3D et même la numérisation 3D sont des technologies très recherchées à l'heure actuelle.

- Dressez la liste de toutes les ressources et machines disponibles, avec les matières premières qu'elles peuvent utiliser comme intrants, et dans quelle mesure elles peuvent fabriquer de nouveaux produits.
- Il est également important de tenir compte des compétences existantes de la main-d'œuvre et de la formation qui sera nécessaire pour sa réaffectation. Si les nouveaux produits sont semblables à vos produits habituels, le personnel sera plus à l'aise en ce qui concerne le transfert de ses compétences et de son expertise, et la formation sera facilitée.
- Si le personnel des entreprises de fabrication d'origine peut fournir des tutoriels en ligne, des séances de formation pourraient être effectuées au moyen de réunions en direct ou de vidéos, permettant ainsi un partage efficace des compétences et de l'expertise.

## Travail en collaboration, ou conception de votre propre produit ?

Selon le niveau de complexité du produit choisi et vos capacités de fabrication, votre entreprise pourrait soit créer son propre concept et le fabriquer, soit collaborer avec une entreprise médicale existante pour fabriquer les pièces dont elle a besoin à partir de ses concepts. Le jumelage collaboratif des entreprises automobiles avec les entreprises de soins de santé facilite grandement la production de ventilateurs aux États-Unis pendant la crise de la COVID 19 ([Medtronic et Tesla](#)<sup>[15]</sup>, [GE et Ford](#)<sup>[16]</sup>). Il pourrait s'avérer plus facile de concevoir des articles peu complexes, comme des tubes respiratoires, des trousse d'éprouvettes et des masques. Cependant, un produit de grande complexité comme un ventilateur comporte de nombreuses pièces et nécessite la collaboration de nombreux fournisseurs. Chacune des deux méthodes présente des avantages et des inconvénients.

### Quelques avantages de la collaboration avec des entreprises médicales :

- Conception d'équipements ou de pièces de qualité médicale déjà certifiés, ce qui vous évite de concevoir vos propres produits et de les faire certifier;
- Conseils et assistance de leur personnel pour vous aider à vous réorganiser et à former votre personnel;
- Délais de livraison plus courts, ce qui vous permet d'aider la communauté des soins de santé plus rapidement;
- Accès à un réseau de professionnels et de fournisseurs qui peuvent soutenir votre réoutillage.

### Quelques inconvénients de la collaboration avec des entreprises médicales :

- Nécessité de payer pour acheter les dessins et les plans;
- Responsabilité de protéger les concepts brevetés et de s'assurer qu'ils ne fassent pas l'objet d'une fuite par l'entremise de votre entreprise à tout moment dans l'avenir.

## Élaboration de nouveaux concepts de produits

La création de votre propre produit pourrait exiger d'évaluer l'expérience de vos équipes en matière de conception, d'ingénierie et de développement d'un produit pour l'industrie médicale, ainsi que la capacité de votre entreprise à produire et tester rapidement des prototypes pour parvenir à un concept certifiable. Certaines plateformes, comme [Javelin Technologies](#), fournissent des services de prototypage rapide aux concepteurs et aux fabricants<sup>[17]</sup>. Pour les entreprises qui souhaitent contribuer à l'effort de fabrication, mais qui manquent d'outils ou d'équipe-

ments essentiels, les services de Javelin peuvent faciliter la production de prototypes pouvant être envoyés rapidement pour certification. Une fois les certifications reçues, les entreprises peuvent alors obtenir le financement nécessaire pour investir dans les machines nécessaires.

L'obtention d'une certification médicale exige du temps, ce qui peut retarder de manière importante la mise en vente de votre produit. Cependant, cela vous donne l'avantage de conserver la pleine propriété de votre produit. Une autre piste possible : examiner les concepts existants en libre accès et organiser leur production.

## Applications de ce document pour les industries et les groupes de recherche

Bien que le principal objectif de ce document soit de fournir un cadre immédiat aux PME qui souhaiteraient réorienter leur production pour soutenir la communauté des soins de santé pendant la crise de la COVID-19, de nombreux concepts discutés ici s'alignent aussi directement avec les initiatives de recherche nouvelles et existantes de l'industrie 4.0, qui visent à atteindre des systèmes de fabrication entièrement flexibles et reconfigurables. Lancé en 2011, le concept d'industrie 4.0 constitue une révolution technologique qui amène les entreprises à passer de la production de masse à la personnalisation de masse, tout en répondant rapidement aux demandes changeantes du marché et aux exigences des clients en construisant des usines entièrement agiles et automatisées, appelées « usines intelligentes »<sup>[18]</sup>. Il est évident que la crise de la COVID-19 requiert non seulement une solution intégrant les concepts de l'industrie 4.0, mais qu'elle en accélère aussi l'adoption et la mise en œuvre à l'échelle mondiale<sup>[19]</sup>. Un des concepts centraux de l'industrie 4.0 consiste à concevoir les produits en fonction de la fabrication circulaire, qui inclut la gestion de leur fin de vie. Dans le contexte de la crise de la COVID-19, les entreprises de production en série doivent également commencer à planifier stratégiquement la gestion de la réutilisation et du recyclage de leurs produits au stade post-consommation. Voici quelques-unes des initiatives gouvernementales québécoises entourant l'industrie 4.0 :

- Propulser nos manufacturiers innovants : <https://www.manufacturiersinnovants.com/fr/industrie-4-0>

- Investissement Québec : <https://www.investquebec.com/quebec/fr/salle-de-presse/communiques/5-4-millions-de-dollars-pour-les-centres-d-expertise-4-0-et-la-creation-de-la-vitrine-Mecfor.html>
- Ministère de l'Économie et de l'Innovation (MEI) : <https://www.economie.gouv.qc.ca/fr/bibliotheques/programmes/aide-financiere/programme-audit-industrie-40/>

Plusieurs autres programmes de collaboration entre les universités et les PME soutiennent les initiatives de l'industrie 4.0 mentionnées ci-dessus. Elles comprennent :

- Le Projet Intelligent Cyber Value Chain Network (CÉOS Net) dirigé par l'ÉTS avec le soutien d'ENCQOR et de Calcul Québec pour diriger la transformation numérique de la fabrication et développer les perspectives de carrière de l'avenir. Il s'agit d'une des initiatives les plus récentes au Québec qui réclame l'intégration du milieu universitaire et des industries pour ouvrir la voie à la mise en œuvre de l'industrie 4.0. Le projet CÉOS Net vise à aborder la logistique de la fabrication flexible à l'aide des technologies de l'industrie 4.0. Ce projet a récemment été soumis à la Fondation canadienne pour l'innovation, et il est en attente d'approbation : <https://www.innovation.ca>.
- La Supergrappe de la fabrication de prochaine génération (à l'échelle du Canada) : Des individus ou des organisations peuvent se joindre à la supergrappe pour bénéficier d'avantages, notamment participer à des projets de supergrappe, trouver de nouvelles occasions commerciales au sein de la supergrappe ou trouver des solutions technologiques. Plus d'informations au <https://www.ngen.ca/join>.



## Liens rapides pour financement et soutien industriels pendant la COVID-19

- Liste d'approvisionnement des fournitures nécessaires pour la COVID-19 : <https://achatsetventes.gc.ca/appele-a-tous-les-fournisseurs-aider-le-canada-a-combattre-le-covid-19>
- Industries souhaitant soutenir la production de ventilateurs (programme pancanadien) : <https://ocalink.com/>
- Appel de solutions PRIMA pour la COVID-19 : <https://www.prima.ca/programmes-de-financement/ferme-appel-de-solutions-pour-lutter-contre-la-covid19/>
- Entreprises cherchant un soutien gouvernemental pour le réoutillage : <https://www.canada.ca/fr/services/entreprises/maintenirfairecroitreameliorerentreprise/aide-manufacturiers.html>
- Subventions Catalyseur pour l'intelligence artificielle et la COVID-19 de l'ICRA : <https://www.cifar.ca/fr/mesures-relatives-la-covid19>
- Conseil national de recherche du Canada : <https://nrc.canada.ca/fr/recherche-developpement/recherche-collaboration/programmes-cnrc-covid-19collaboration/nrc-covid-19-programs>
- Centech : Propulsé par l'ÉTS, Centech est une plateforme qui fournit des programmes de lancement et des initiatives de soutien aux nouveaux entrepreneurs pour établir leur entreprise en démarrage. Les avantages pour les entreprises en démarrage comprennent des ateliers de mentorat, un soutien financier, l'accès aux espaces de travail et à l'équipement de laboratoire. <https://centech.co/a-propos>

## Conclusion et recommandations

Le présent document vise à fournir un cadre préliminaire aux PME qui souhaitent repenser leur modèle d'entreprise ou leur chaîne de production dans le contexte de la pandémie de COVID-19. En utilisant les informations pertinentes disponibles à l'heure actuelle, ce document tente de fournir des conseils sur la façon dont les entreprises peuvent sélectionner les produits médicaux qu'elles souhaitent aider à produire, et sur les aspects économiques et logistiques à prendre en compte avant de réorganiser leurs usines afin que le processus soit économiquement rentable et viable pour elles.

Le document vise également à fournir des ressources rapides pour les programmes et les initiatives de financement en incluant des liens vers des sites Web et des programmes auxquels les PME peuvent postuler au Canada.

La pandémie de COVID-19 est une situation sans précédent pour tous les pays, qui pose de nouveaux

défis à mesure que la situation évolue. Afin d'affronter collectivement ces défis, il est essentiel que les professionnels de tous les domaines collaborent et partagent leurs connaissances techniques et intuitives sur la façon de progresser vers l'élaboration de solutions. Les auteurs reconnaissent l'importance de cette collaboration et se félicitent de tout commentaire et rétroaction permettant que ce document demeure à jour et pertinent pour la communauté manufacturière tout au long de la pandémie de COVID-19.

Pour tout commentaire ou suggestion, les auteurs peuvent être contactés à l'une des adresses suivantes :

Aamirah Mohammed  
[Aamirah.Mohammed-Ashraf@etsmtl.ca](mailto:Aamirah.Mohammed-Ashraf@etsmtl.ca)

Jean-Pierre Kenné  
[Jean-Pierre.Kenne@etsmtl.ca](mailto:Jean-Pierre.Kenne@etsmtl.ca)

Lucas Hof  
[Lucas.Hof@etsmtl.ca](mailto:Lucas.Hof@etsmtl.ca)

## Liens contenus dans le document

- [1] INSTITUTS DE RECHERCHE EN SANTÉ DU CANADA (2020). *Le gouvernement du Canada investit 27 M\$ dans la recherche sur le coronavirus*, [En ligne], <https://www.canada.ca/fr/instituts-recherche-sante/nouvelles/2020/03/le-gouvernement-du-canada-investit-27m-dans-la-recherche-sur-le-coronavirus.html>.
- [2] MOBILHEALTHNEWS (avril 2020). *Roundup : Tech's role in tracking, testing, treating COVID-19*, [En ligne], <https://www.mobihealthnews.com/news/roundup-techs-role-tracking-testing-treating-covid-19>.
- [3] KOROSSEC, K. (mars 2020). *Ford, GM, Tesla given the 'go ahead' to produce ventilators, Trump says*, [En ligne], <https://techcrunch.com/2020/03/22/ford-gm-tesla-given-the-go-ahead-to-produce-ventilators-trump-says/>.
- [4] KRISHNAN, R. (mars 2020). *Covid-19 : Parts shortage may pull the plug on ventilator-making*, [En ligne], <https://economictimes.indiatimes.com/industry/healthcare/biotech/healthcare/covid-19-parts-shortage-may-pull-the-plug-on-ventilator-making/articleshow/74784732.cms?from=mdr>.
- [5] TERLEP, S. (mars 2020). *Distillers Turn Whiskey and Gin Into Hand Sanitizer*, [En ligne], <https://www.wsj.com/articles/distillers-turn-whiskey-and-gin-into-hand-sanitizer-11585049650>.
- [6] CBC NEWS (mars 2020). *Canada Goose making scrubs, patient gowns for hospitals in light of COVID-19 shortages*, [En ligne], <https://www.cbc.ca/news/canada/manitoba/canada-goose-scrubs-gowns-covid-19-1.5509623>.
- [7] BASHIR, N. (mars 2020). *James Dyson designed a new ventilator in 10 days. He's making 15,000 for the pandemic fight*, [En ligne], <https://www.cnn.com/2020/03/26/tech/dyson-ventilators-coronavirus/index.html>.
- [8] THORNHILL MEDICAL (avril 2020). *Thornhill Medical to deliver 500 mobile ventilator systems*, [En ligne], <https://www.canadianmanufacturing.com/manufacturing/thornhill-medical-to-deliver-500-mobile-ventilator-systems-250148/>.
- [9] MEDTRONIC [s. d.]. *Increased Ventilator Production*, [En ligne], <https://www.medtronic.com/us-en/about/news/increased-ventilator-manufacture.html>.
- [10] MCGREGOR, G. (mars 2020). *Firms redeploy factories to make coronavirus supplies*, [En ligne], <https://fortune.com/2020/03/17/coronavirus-mask-hand-sanitizer-factory/>.
- [11] TRIEU, R., P. KOTA, D. TURNEY et K. HOLLAND (avril 2020). *5 Ways Companies Are Pivoting Manufacturing to Help Fight COVID-19*, [En ligne], <https://www.autodesk.com/redshift/manufacturing-covid-19/>.
- [12] SHERMAN, E. (26 février 2020). *94% of the Fortune 1000 are seeing coronavirus supply chain disruptions*, [En ligne], <https://fortune.com/2020/02/21/fortune-1000-coronavirus-china-supply-chain-impact/>.
- [13] BETTI, F., P. K. HONG, KEARNEY et WORLD ECONOMIC FORUM (février 2020). *Coronavirus is disrupting global value chains. Here's how companies can respond*, [En ligne], <https://www.weforum.org/agenda/2020/02/how-coronavirus-disrupts-global-value-chains/>.
- [14] KOINEARTH, et Praphul CHANDRA (avril 2020). *3 ways you can prepare your supply chain for the post-COVID-19 economy*, [En ligne], <https://www.weforum.org/agenda/2020/04/supply-chains-leadership-business-economics-trade-coronavirus-covid19/>.
- [15] BLOOMBERG (mars 2020). *Musk talks ventilators with Medtronic as it doubles production*, [En ligne], <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-03-21/musk-talks-ventilators-with-medtronic-as-it-doubles-production>.
- [16] WAYLAND, M. (mars 2020). *Ford, GE plan to produce 50,000 ventilators in 100 days*, [En ligne], <https://www.cnn.com/2020/03/30/ford-ge-plan-to-produce-50000-ventilators-in-100-days.html>.
- [17] JAVELIN TECHNOLOGIES INC. [s. d.], [En ligne], <https://www.javelin-tech.com>.
- [18] FERBER, S. [s. d.]. *Industry 4.0: Agility in production ?*, [En ligne], <https://blog.bosch-si.com/industry40/industry-4-0-agility-in-production/>.
- [19] WHATTHEYTHINK. [s. d.]. *How Covid-19 accelerating Industry 4.0*, [En ligne], <http://whattheythink.com/articles/100405-how-covid-19-accelerating-industry-40/>.