



# Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement

Distr. générale  
2 septembre 2019  
Français  
Original : anglais

## Conseil du commerce et du développement

Commission de l'investissement, des entreprises et du développement

Onzième session

Genève, 11-15 novembre 2019

Point 5 de l'ordre du jour provisoire

### **Transformation structurelle, industrie 4.0 et inégalités : enjeux pour la politique de la science, de la technologie et de l'innovation**

#### **Note du secrétariat de la CNUCED**

##### *Résumé*

La transformation structurelle est essentielle au développement économique. S'ils ne renforcent pas leur capacité productive ni ne transfèrent des ressources vers des secteurs plus productifs, les pays ne seront pas en mesure de réaliser les objectifs du Programme de développement durable à l'horizon 2030. Par le passé, la transformation structurelle entraînait une croissance de la productivité, une augmentation de l'emploi et une hausse des salaires, créant ainsi les conditions propices à une répartition plus équitable des revenus. La quatrième révolution industrielle (industrie 4.0) – portée par des technologies de pointe telles que l'intelligence artificielle et la robotique – pourrait toutefois changer les règles du jeu pour les pays qui s'engagent sur la voie de l'industrialisation. Une plus grande automatisation peut réduire les chances des travailleurs évincés des secteurs à faible productivité de trouver un emploi décent et aboutir à une baisse des salaires. La concentration accrue du marché qui s'observe dans les secteurs du numérique peut accentuer ce phénomène. En conséquence, les gains de productivité pourraient revenir aux propriétaires d'un petit nombre d'entreprises, et les inégalités de revenus pourraient devenir telles qu'elles finiraient par nuire à la stabilité sociale.

La présente note porte sur la manière dont la politique de la science, la technologie et l'innovation (STI) peut orienter l'évolution technologique et le déploiement des technologies sur les marchés. En contribuant à la diversification économique et en favorisant une diffusion encore plus large des technologies, il sera ainsi possible de tirer davantage parti de l'industrie 4.0 par la création d'emplois, la hausse des salaires et la satisfaction des besoins sociaux non satisfaits. Dans la présente note, il est également question du rôle de la coopération internationale dans le renforcement des capacités des pays à concevoir et à poursuivre une politique de la STI qui mette l'industrie 4.0 au service d'un développement inclusif et durable.



## I. Introduction

1. La transformation structurelle désigne le transfert de facteurs de production (terres, travail et capital) des activités et secteurs à faible productivité et valeur ajoutée vers les activités et secteurs à forte productivité et valeur ajoutée, qui diffèrent généralement par leur localisation et leur organisation, ainsi que par leur niveau technologique. Une productivité plus élevée permet d'améliorer le niveau de vie, raison pour laquelle la transformation structurelle est essentielle au développement économique<sup>1</sup>. Cette transformation implique pour les pays de passer d'activités caractérisées par de faibles niveaux de rémunération et des rendements décroissants – généralement associées à l'agriculture – à des activités offrant des salaires plus élevés et des rendements croissants, comme les activités manufacturières. Par le passé, la transformation structurelle a entraîné une augmentation de l'emploi et une hausse des salaires, créant ainsi les conditions propices à une répartition plus équitable des revenus. La quatrième révolution industrielle (industrie 4.0) – portée par des technologies de pointe telles que l'intelligence artificielle, la robotique et la fabrication intelligente – peut toutefois changer les règles du jeu pour les pays souhaitant s'engager sur la voie de l'industrialisation. Les technologies de pointe évoluent rapidement. Par conséquent, les changements technologiques pourraient creuser davantage le fossé technologique et, partant, les inégalités entre les pays. En raison de l'évolution rapide des technologies de pointe, il sera peut-être plus difficile pour les travailleurs et les responsables de la politique sociale de s'adapter aux changements sur les marchés du travail, ce qui pourrait accentuer les inégalités au sein des pays.

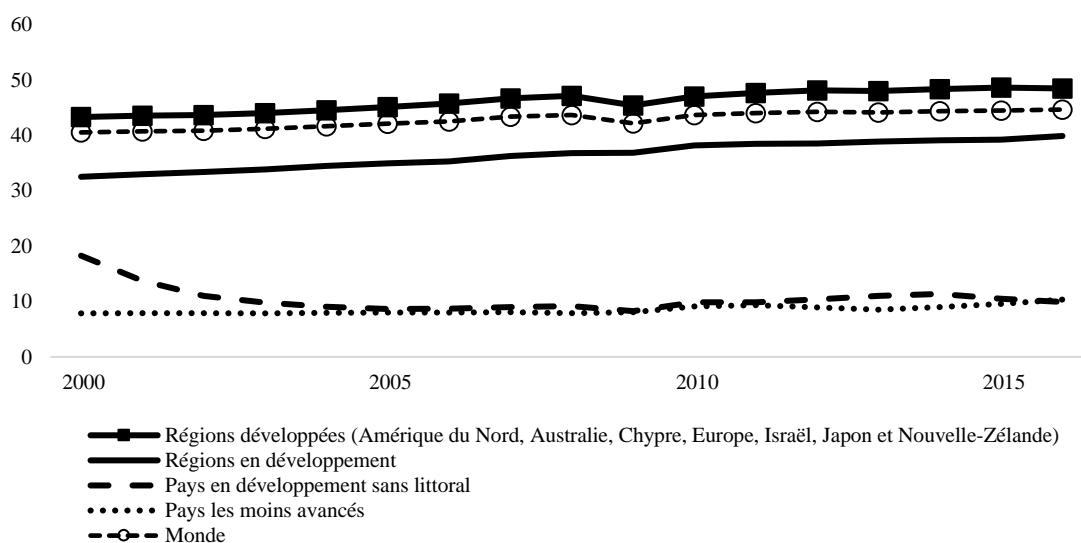
2. Les pays ne pourront réaliser les objectifs du Programme de développement durable à l'horizon 2030 que s'ils utilisent au mieux leurs capacités productives en réaffectant des ressources à des secteurs plus productifs. L'objectif de développement durable 9 fait tendre cette transition vers une hausse de la productivité. La valeur ajoutée provenant des secteurs à forte productivité, en particulier l'industrie manufacturière, reste toutefois faible dans les pays les moins avancés et les pays en développement sans littoral et s'écarte même de celle enregistrée dans d'autres catégories de pays. Cette différence de valeur ajoutée entraîne une divergence dans les tendances de la productivité et dans l'ampleur du fossé technologique (voir la figure).

---

<sup>1</sup> CNUCED, 2018a, *Rapport 2018 sur les pays les moins avancés : L'entrepreneuriat au service de la transformation structurelle : Changer de cap* (publication des Nations Unies, numéro de vente F.18.II.D.6, New York et Genève).

**Indicateur de l'objectif de développement durable 9.b.1 : Proportion dans la valeur ajoutée totale de la valeur ajoutée des secteurs de moyenne et haute technologie de quelques régions, 2000-2015**

(Pourcentage)



Source : Base de données mondiale des indicateurs relatifs aux objectifs de développement durable, établie par l'ONU.

3. En outre, l'automatisation, alimentée par l'évolution rapide de l'intelligence artificielle et de la robotique, pourrait dans un premier temps détruire des emplois. D'autres seront probablement créés, mais en moins grand nombre, et ce processus risque de prendre du temps. Cela pourrait entraîner la perte d'emplois et une baisse des salaires. Toutefois, les incidences de l'industrie 4.0 sur la répartition des revenus et les inégalités ne seront pas imputables aux seuls changements technologiques. En effet, les répercussions sur les inégalités dépendront également d'une combinaison de facteurs économiques, politiques et réglementaires. Par exemple, la situation des différents groupes de la société sera fonction de l'accès à l'éducation, des choix en matière de fiscalité et de dépenses publiques ainsi que des mécanismes du marché du travail.

4. Dans la présente note, il sera question de la manière dont la politique de la STI peut orienter et favoriser les changements technologiques et le déploiement des technologies pour contribuer à la diversification économique et favoriser une diffusion plus large des technologies et ainsi réduire les inégalités. Ces politiques pourraient permettre de tirer davantage parti de l'industrie 4.0 par la création d'emplois, la hausse des salaires et la satisfaction des besoins sociaux non satisfaits. Il s'agira également d'examiner le rôle de la coopération internationale dans l'amorce d'un dialogue sur les changements technologiques et dans le renforcement des capacités des pays à concevoir et à poursuivre des politiques de la STI qui mettent l'industrie 4.0 au service d'un développement inclusif et durable.

## II. Le rôle des technologies et de l'innovation dans la transformation structurelle et l'industrie 4.0

### A. Le rôle des technologies et de l'innovation dans la transformation structurelle

5. La transformation structurelle a suivi le même modèle dans de nombreuses régions en développement et s'est traduite par une hausse de la productivité, de l'emploi et des salaires, créant ainsi les conditions propices à une prospérité accrue qui s'est accompagnée d'un meilleur accès à de nombreux biens publics, notamment la santé et l'éducation,

indispensables à la justice sociale. L'industrialisation a été essentielle à la transformation structurelle, compte tenu des possibilités de réaliser des gains de productivité dans le secteur manufacturier et des hausses de salaires qui en découlent et qui profitent souvent à d'autres secteurs de l'économie lorsque l'excédent de main-d'œuvre dans le secteur agricole se résorbe. Ce modèle classique de transformation structurelle était le plus prégnant en Asie de l'Est, où il a coïncidé avec une croissance industrielle rapide<sup>2</sup>. Il y a eu des débats sur la question de savoir si le secteur manufacturier continuait d'avoir un rôle à jouer dans la transformation structurelle, dans la mesure où certains faisaient valoir que les services pouvaient être le moteur de ce processus.

6. Par le passé, la transformation structurelle s'entendait principalement d'une transition de l'agriculture vers l'industrie manufacturière. Toutefois, les principaux secteurs économiques – l'agriculture, les activités extractives, l'industrie et les services – peuvent cacher de grandes différences de productivité d'une activité à l'autre. C'est pourquoi l'on considère désormais que la transformation structurelle implique une transition, aussi bien au niveau intersectoriel que dans chaque secteur, vers des activités à plus forte intensité de connaissances et à plus forte valeur ajoutée. Dans cette définition plus large de la transformation structurelle, les nouvelles technologies et l'innovation sont les principaux moteurs du développement de nouveaux produits, procédés, méthodes d'organisation et marchés<sup>3</sup>. Ces produits plus complexes peuvent se trouver dans tous les secteurs (par exemple, ceux de l'agriculture et des services), et pas seulement dans l'industrie manufacturière. De ce point de vue, les changements structurels sont essentiels tant pour les pays en développement que pour les pays développés, car ils permettent aux premiers de rattraper leur retard et aux seconds de rester à la pointe de la technologie.

7. La modernisation et la diversification de la production sont en fin de compte le fruit de l'innovation technologique, qui prend souvent la forme d'une imitation des leaders mondiaux dans le secteur des technologies. Au départ, cet apprentissage technologique par imitation passe par la copie directe, l'ingénierie inverse et des modifications mineures de produits et de procédés. C'était le cas aux premiers stades du processus de développement de pays tels que le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, les États-Unis d'Amérique, le Japon et plus récemment la Chine et d'autres marchés émergents. Un tel apprentissage technologique est possible grâce aux capacités d'assimilation des pays concernés. Celles-ci dépendent du chemin parcouru. En effet, les connaissances technologiques déjà accumulées influent sur les capacités d'assimilation de nouvelles connaissances<sup>4</sup>.

8. Dans les publications consacrées aux changements structurels, il est souligné que certains secteurs peuvent contribuer davantage au développement économique futur que d'autres<sup>5</sup>. Dans le même temps, la diversification dépend du chemin parcouru. Les capacités de production actuelles d'un pays auront probablement une influence sur ce que le pays produira à l'avenir. Des recherches récentes ont permis d'établir des aires de produit qui illustrent cette dépendance<sup>6</sup>. Ces aires montrent que certains produits sont plus interdépendants que d'autres. C'est pourquoi, pour ces produits, les technologies utilisées et l'innovation peuvent contribuer à de nouvelles innovations. D'autres produits débouchent sur une impasse : les capacités productives et technologiques nécessaires à leur production

<sup>2</sup> CNUCED, 2016, *Rapport sur le commerce et le développement, 2016 : La transformation structurelle au service d'une croissance équitable et soutenue* (publication des Nations Unies, numéro de vente F.16.II.D.5, New York et Genève).

<sup>3</sup> CNUCED, 2014, *Rapport 2014 sur les pays les moins avancés : Croissance et transformation structurelle : un programme de développement pour l'après-2015* (publication des Nations Unies, numéro de vente F.14.II.D.7, Genève).

<sup>4</sup> M. Cimoli, G. Dosi et J. E. Stiglitz, 2009, The political economy of capabilities accumulation : The past and future of policies for industrial development, in: M. Cimoli, G. Dosi et J. E. Stiglitz, dir. publ., 2009, *Industrial Policy and Development: The Political Economy of Capabilities Accumulation*, Oxford University Press, Oxford.

<sup>5</sup> Voir par exemple R. Prebisch, 1959, Commercial policy in the underdeveloped countries, *The American Economic Review*, vol. 49, p. 251 à 273.

<sup>6</sup> C. A. Hidalgo, B. Klinger, A. L. Barabási et R. Hausmann, 2007, The product space conditions the development of nations, *Science*, vol. 317(5837), p. 482 à 487.

ne seront probablement pas utiles pour le développement de nouveaux produits, de sorte qu'ils ne contribuent pas à l'innovation et à la diversification. Une fois qu'un pays acquiert les capacités nécessaires pour les produire, il devient difficile d'appliquer ces capacités à un autre type de production. Par conséquent, les politiques visant à promouvoir la transformation structurelle doivent orienter l'innovation.

## **B. Industrie 4.0 : situation actuelle et tendances**

9. On entend par industrie 4.0 l'importance grandissante de l'automatisation et de l'échange de données dans le secteur manufacturier, tendance qui aboutit à des systèmes de production intelligents et connectés<sup>7</sup>. Il s'agit de l'un des principaux moteurs de la quatrième révolution industrielle. L'industrie 4.0 regroupe la numérisation accrue de l'industrie manufacturière au moyen de la connectivité, l'Internet industriel des objets, la collecte et l'analyse des mégadonnées, les nouvelles formes d'interaction entre les êtres humains et les machines, les améliorations de l'utilisation des instructions numériques grâce à la robotique et l'impression 3D.

10. Le tableau 1 illustre la situation actuelle de plusieurs technologies de pointe associées à l'industrie 4.0. L'intelligence artificielle fait l'objet du plus grand nombre de publications et de brevets. L'Internet des objets détient la plus grande part de marché, en partie en raison de la vaste gamme de facteurs entrant dans cette technologie (logiciels, services, connectivité et dispositifs) ainsi que des applications industrielles à grande échelle (Internet industriel des objets). Viennent ensuite les technologies fondées sur les mégadonnées, la robotique, l'intelligence artificielle, l'impression 3D et les technologies mobiles de cinquième génération (5G).

11. Le marché des technologies de pointe telles que l'intelligence artificielle, l'Internet des objets et les mégadonnées est dominé par quelques grandes entreprises d'Asie, d'Europe et des États-Unis qui fournissent des plateformes tout-en-un proposant du matériel, des systèmes de stockage, des serveurs, des centres de données, des composants de réseau, des logiciels et des plateformes en nuage. Étant donné que de plus en plus d'utilisateurs, par souci d'économie, se tournent vers les services que ces fournisseurs facturent à l'utilisation au lieu de construire leurs propres systèmes, la part de marché et les bénéfices de ces fournisseurs augmentent, tandis que les concurrents dont les offres de services sont limitées deviennent moins compétitifs.

---

<sup>7</sup> Organisation des Nations Unies pour le développement industriel, 2017, *Accelerating Clean Energy through Industry 4.0: Manufacturing the Next Revolution*, Vienne.

Tableau 1  
Technologies de pointe

| Critères                | Intelligence artificielle  | Internet des objets  | Mégadonnées  | 5G  | Impression 3D   | Robotique   |
|-------------------------|--|--|--|---|---|---|
| Publications            | 330 471  | 51 625   | 58 500   | 5 132   | 13 980  | 212 382   |
| Brevets                 | 38 486   | 24 654   | 7 986  | 3 174   | 10 270  | 8 024   |
| Prix                    | Outil de détection des fraudes à l'assurance : 100 000-300 000 dollars<br>Agents conversationnels : 30 000-250 000 dollars | Moniteurs d'électrocardiographie : 3 000-4 000 dollars<br>Bâtiments intelligents et domotique : à partir de 50 000 dollars   | Création et maintenance d'un entrepôt de données de 40 téraoctets : 880 000 dollars par an   | 10 à 20 dollars de plus par mois que la 4G  | 200-100 000 dollars   | Robots industriels : 25 000-400 000 dollars<br>Robots humanoïdes : 500-2 500 000 dollars  |
| Taille du marché        | 16,06 milliards de dollars (2017)  | 130 milliards de dollars (2018)  | 31,93 milliards de dollars (2017)  | 608,3 milliards de dollars (2018)   | 9,9 milliards de dollars (2018)                                       | 31,78 milliards de dollars (2018)   |
| Principaux producteurs  | Alphabet, Amazon, Apple, International Business Machines (IBM), Microsoft  | Alphabet, Amazon, Cisco, IBM, Microsoft, Oracle, PTC, Salesforce, société SAP [Systems, Applications and Products in Data Processing] (plateforme en nuage de l'Internet des objets) | Alphabet, Amazon, Dell Technologies, Hewlett Packard Enterprise, IBM, Microsoft, Oracle, SAP, Splunk, Teradata (plateformes de stockage de données, analyse) | Fournisseurs d'équipement réseau : Ericsson, Huawei, Nokia, ZTE Chip makers: Huawei, Intel, MediaTek, Qualcomm, Samsung Electronics | 3D Systems, ExOne, Hewlett Packard Enterprise, Materialise, Stratasys | Robots industriels : ABB, FANUC, KUKA, Mitsubishi Electric, Yaskawa Electric<br>Robots humanoïdes : Hanson Robotics, Pal Robotics, Robotis, SoftBank Robotics |
| Principaux utilisateurs | Commerce de détail, secteur bancaire, production discrète  | Consommateurs, assureurs, fournisseurs de soins de santé   | Banque, production discrète, services professionnels   | Entreprises du secteur de l'énergie, industrie manufacturière, sécurité publique  | Production discrète, soins de santé, éducation                        | Production discrète, industries de transformation, secteurs des ressources  |

Source : CNUCED, à paraître, *Technology and Innovation Report 2020*. Les données sur les publications et les brevets couvrent la période 1996-2018 et proviennent respectivement des bases de données Elsevier Scopus et Patentscope de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle.

Notes : La taille du marché est définie comme le total des revenus générés par un secteur. Les plus grands producteurs sont les entreprises qui ressortent le plus souvent comme des acteurs majeurs dans les résultats de recherche sur Internet. Les principaux utilisateurs ont été mesurés en fonction des dépenses consacrées aux technologies au cours d'une année donnée dans le monde entier, à l'exception des dépenses consacrées à la 5G, pour lesquelles des estimations ont été utilisées.

### III. Les incidences de l'industrie 4.0 sur la transformation structurelle et les inégalités

12. L'industrie 4.0 aura probablement des incidences à la fois directes et indirectes sur les inégalités. Tout d'abord, le fonctionnement en réseau des applications numériques de l'industrie 4.0 conduit de plus en plus souvent à une situation dans laquelle « le gagnant rafle la mise », ce qui entraîne une forte concentration du marché. Lorsque le pouvoir de marché est détenu par un petit nombre d'acteurs, ceux-ci ont la possibilité d'accroître leurs marges bénéficiaires. Cette situation, conjuguée à un monopsonne sur le marché du travail, peut contribuer à augmenter la part du capital dans l'ensemble des revenus, au détriment des revenus du travail. Les emplois répétitifs pourraient disparaître à mesure qu'ils sont automatisés, et même la main-d'œuvre qualifiée pourrait pâtir de l'intelligence artificielle et des mégadonnées. L'industrie 4.0 peut aussi avoir des répercussions indirectes sur l'emploi dans les pays moins industrialisés et les pays à plus forte intensité de main-d'œuvre en modifiant la structure du commerce et les profils de spécialisation, ce qui pourrait influencer sur les stratégies d'industrialisation de ces pays et les efforts que ceux-ci déploient pour opérer une transformation structurelle.

#### A. Les incidences sur la concentration du marché et les bénéfices

13. L'industrie 4.0 peut avoir des incidences sur la concentration du marché et les bénéfices en raison des effets de réseau et des économies d'échelle. Quelques entreprises du secteur des technologies ayant accès à de grandes quantités de données et de financements peuvent, par exemple, dominer certaines technologies et certains marchés en alimentant de puissantes applications d'intelligence artificielle avec leurs données et en achetant des start-up avant que celles-ci ne deviennent des concurrents potentiels<sup>8</sup>. On observe une forte concentration sur les marchés de nombreuses technologies présentées dans le tableau 1 ; les quelques entreprises qui dominent ces marchés en détiennent une part importante et sont très rentables. Le pouvoir de marché de ces entreprises est souvent une conséquence directe de l'innovation, car les rentes schumpétériennes (surplus de profits réalisés par un innovateur en tant qu'unique fournisseur d'un nouveau produit ou service) sont une incitation fondamentale à la création de produits. En particulier, les procédés innovants de l'industrie 4.0 devraient remplacer les travailleurs, réduisant les coûts et potentiellement les prix, ce qui pourrait accroître davantage les parts de marché et les profits de certaines entreprises et creuser les inégalités entre ces entreprises et les autres.

14. Toutefois, la répartition des revenus dans une société donnée dépend d'une combinaison de facteurs historiques, économiques et politiques. Les cadres sociaux et économiques dans lesquels fonctionnent les sociétés et la manière dont les différents acteurs et groupes règlent les problèmes liés à la répartition des revenus dans le cadre du processus politique peuvent accroître ou réduire les inégalités. Les politiques fiscales, par exemple, pourraient viser à lutter contre l'optimisation fiscale de certaines grandes multinationales dominantes. Les pensions ou les services sociaux pourraient être financés par des charges salariales ou par des taxes sur les produits à forte intensité de carbone, dont les effets sur l'emploi et la répartition des revenus se manifesteraient de différentes manières. Les politiques de concurrence devraient être dynamiques, rigoureuses et mises à jour régulièrement afin de surmonter les difficultés auxquelles se heurtent les entreprises : obstacles à l'entrée sur le marché, collusions sur les prix, fortes asymétries de l'information et autres formes nouvelles de pratiques anticoncurrentielles<sup>9</sup>.

<sup>8</sup> Organisation des Nations Unies pour le développement industriel, 2018, *Industry 4.0: The Opportunities behind the Challenge*, Vienne.

<sup>9</sup> CNUCED, 2018b, *Rapport sur le commerce et le développement, 2018 : Pouvoir, plateformes et l'illusion du libre-échange* (publication des Nations Unies, numéro de vente F.18.II.D.7, New York et Genève).

## B. Les incidences sur l'emploi

15. L'industrie 4.0 pourrait avoir une incidence sur les emplois dans les pays développés et les pays en développement. La plupart des études sur ce sujet étaient axées sur les pays les plus avancés. Selon certaines estimations par exemple, une grande partie des emplois aux États-Unis risquent d'être automatisés au cours des prochaines décennies, car les technologies numériques remplaceront de plus en plus le travail des êtres humains<sup>10</sup>. Selon d'autres, l'impact sur l'ensemble des professions sera plus limité (tableau 2)<sup>11</sup>. Les estimations varient car il existe différentes hypothèses telles que la question de savoir si les emplois seront partiellement ou totalement automatisés<sup>12</sup>. Selon certaines études, les effets négatifs de la robotisation seront plus importants dans les régions des puissances économiques mondiales où les revenus sont les plus faibles<sup>13</sup>.

Tableau 2

### Estimations des incidences des technologies industrielles 4.0 sur l'emploi

| Estimation  | Calendrier   | Technologie                            | Étude   |
|---|--------------|--|---|
| 47 % de l'ensemble des emplois aux États-Unis risquent fort d'être automatisés  | 10 à 20 ans  | Intelligence artificielle et robotique | Frey et Osborne, 2017                         |
| 9 % de l'ensemble des emplois aux États-Unis et dans 21 pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) risquent fort d'être automatisés                                       | 10 à 20 ans  | Intelligence artificielle et robotique | Arntz et al., 2016, 2017                      |
| 50 % des activités professionnelles menées actuellement dans le monde pourraient être automatisées  | D'ici à 2055 | Intelligence artificielle et robotique | McKinsey Global Institute, 2017 <sup>14</sup> |
| 8,5 % de la main-d'œuvre mondiale du secteur manufacturier, principalement dans les régions des puissances économiques mondiales où les revenus sont les plus faibles, pourraient voir leur emploi supprimé | 20 ans       | Robots industriels                     | Oxford Economics, 2019                        |

Source : CNUCED.

16. Les auteurs du rapport intitulé *Technology and Innovation Report 2018 : Harnessing Frontier Technologies for Development*<sup>15</sup> (Rapport 2018 sur la technologie et l'innovation : les technologies de pointe au service du développement durable), une des rares études axées sur les pays en développement, estiment que l'automatisation pourrait nuire à l'emploi dans les pays en développement en sapant l'avantage comparatif que constitue leur grand

<sup>10</sup> C. B. Frey et M. Osborne, 2017, The future of employment: How susceptible are jobs to computerization? *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 114, p. 254 à 280.

<sup>11</sup> Voir par exemple M. Arntz, T. Gregory et U. Zierahn, 2016, The risk of automation for jobs in OECD Countries: A comparative analysis, Documents de travail de l'OCDE sur les questions sociales, l'emploi et les migrations, n° 189, éd. OCDE, Paris.

<sup>12</sup> Voir par exemple M. Arntz, T. Gregory et U. Zierahn, 2017, Revisiting the risk of automation, *Economics Letters*, vol. 159, p. 57 à 160.

<sup>13</sup> Oxford Economics, 2019, How Robots Change the World: What Automation Really Means for Jobs and Productivity.

<sup>14</sup> McKinsey Global Institute, 2017, A Future that Works: Automation, Employment and Productivity, McKinsey Global Institute.

<sup>15</sup> CNUCED, 2018c, *Technology and Innovation Report 2018, Harnessing Frontier Technologies for Development* (publication des Nations Unies, numéro de vente : E.18.II.D.3, New York et Genève).



nombre de travailleurs peu qualifiés et peu coûteux et en réduisant la capacité du secteur manufacturier à absorber d'importants excédents de main-d'œuvre dans ces pays.

17. On dispose pour l'instant de peu de données sur cette question. L'usage des robots industriels demeure restreint et il n'en existe à ce jour que moins de 2 millions, principalement dans les industries automobile, électrique et électronique de quelques pays tels que l'Allemagne, la Chine, les États-Unis, le Japon et la République de Corée. Les tâches répétitives des emplois de l'industrie manufacturière et des services sont progressivement assumées par des robots, mais les emplois manufacturiers mal payés des secteurs tels que l'habillement ne sont dans une large mesure pas concernés par la robotisation<sup>16</sup>.

18. Il est à craindre que les progrès technologiques non seulement perturbent les marchés du travail à court terme, mais réduisent également la demande de main-d'œuvre à long terme (c'est-à-dire que les êtres humains seront en concurrence avec les machines)<sup>17</sup>. Cela va à l'encontre de l'hypothèse auparavant largement acceptée d'un changement technologique axé sur les compétences, selon laquelle la technologie viendrait compléter les compétences des travailleurs qualifiés<sup>18</sup>. Pour démontrer que cette hypothèse n'est plus d'actualité, nombreux sont ceux qui appellent l'attention sur le phénomène récent de la polarisation des emplois : les incidences des changements technologiques ont été plus grandes sur les travailleurs moyennement qualifiés de divers pays développés que sur les travailleurs peu qualifiés ou très qualifiés<sup>19</sup>.

19. Selon une autre hypothèse, les technologies remplaceront l'être humain pour les tâches répétitives<sup>20</sup>, ce qui devrait accroître la demande relative de main-d'œuvre pour les tâches non répétitives. On s'attend à ce que certaines technologies de pointe profitent aux travailleurs qui exécutent des tâches non répétitives aussi bien manuelles qu'intellectuelles, ce qui peut se répercuter à la fois sur les emplois bien rémunérés et sur les emplois mal rémunérés. Les travailleurs qui exécutent des tâches répétitives devraient se sentir davantage menacés par des machines et des logiciels d'intelligence artificielle de plus en plus sophistiqués. Le développement de l'intelligence artificielle pourrait accentuer la polarisation des emplois et creuser les inégalités salariales, en particulier dans de nombreux pays développés.

20. Dans les études empiriques, les effets de l'automatisation et des robots sur l'emploi et les salaires diffèrent selon les évaluations. Par exemple, il ressort d'une étude fondée sur des données individuelles relatives à l'introduction des robots dans 17 pays et réalisée entre 1993 et 2007 qu'une utilisation accrue des robots n'avait pas entraîné une réduction significative du nombre total d'emplois. Toutefois, la part des travailleurs peu qualifiés dans la population active avait diminué<sup>21</sup>. Une deuxième étude, axée sur les marchés du travail locaux aux États-Unis et menée entre 1990 et 2007, a montré que l'utilisation accrue des robots industriels avait eu des effets négatifs considérables et puissants sur l'emploi et les salaires<sup>22</sup>. Une troisième étude fondée sur le même modèle empirique mais appliquée aux régions d'Allemagne a mis en évidence les effets positifs de l'automatisation sur les

<sup>16</sup> CNUCED, 2017, *Rapport sur le commerce et le développement, 2017 : Au-delà de l'austérité – vers une nouvelle donne mondiale* (publication des Nations Unies, numéro de vente F.17.II.D.5, New York et Genève).

<sup>17</sup> E. Brynjolfsson et A. McAfee, 2011, *Race against the Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*, Digital Frontier Press, Lexington, Massachusetts.

<sup>18</sup> Voir, par exemple, l'enquête suivante : D. Acemoglu et D. Autor, 2011, Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings, *Handbook of Labour Economics*, vol. 4B, p. 1043 à 1171.

<sup>19</sup> Voir, par exemple, M. Goos, A. Manning et A. Salomons, 2014, Explaining job polarization: Routine-biased technological change and offshoring, *American Economic Review*, vol. 104(8), p. 2509 à 2526.

<sup>20</sup> Voir, par exemple, D. Autor, 2013, The "task approach" to labour markets: An overview, *Journal for Labour Market Research*, vol. 46(3), p. 185 à 199.

<sup>21</sup> G. Graetz et G. Michaels, 2018, Robots at work, *The Review of Economics and Statistics*, vol. 100(5), p. 753 à 768.

<sup>22</sup> D. Acemoglu et P. Restrepo, 2017, Robots and jobs: Evidence from US [United States] labour markets, National Bureau of Economic Research Working Paper 23285, Cambridge, Massachusetts.

salaires et le fait que le nombre total de travailleurs est resté inchangé, bien que la structure de l'emploi ait évolué<sup>23</sup>.

21. Le remplacement des tâches répétitives par des technologies pourrait creuser d'autres inégalités telles que celles liées au sexe et à l'âge. Par exemple, une étude récente fondée sur les microdonnées néerlandaises et les dépenses liées à l'automatisation des entreprises et couvrant la période 2000-2006 a montré que l'automatisation augmentait la probabilité de voir les employés quitter leur employeur. En outre, on observait une diminution du nombre de jours travaillés. Ces deux facteurs ont entraîné une réduction de la rémunération annuelle d'environ 8 % en cinq ans. Les travailleurs âgés et les travailleurs ayant plus d'ancienneté dans l'entreprise étaient touchés de manière disproportionnée<sup>24</sup>. En ce qui concerne les incidences différentes de l'industrie 4.0 selon le sexe, certaines études ont révélé qu'en moyenne, les femmes exécutaient plus de tâches répétitives ou codifiables que les hommes dans tous les secteurs et toutes les professions, or ces tâches sont plus faciles à automatiser<sup>25</sup>. Selon d'autres études, les femmes et les hommes sont concernés de la même manière par la suppression et la création d'emplois, mais la composition des emplois concernés varie, car la représentation des femmes et des hommes est différente selon la profession<sup>26</sup>.

### C. L'industrie 4.0 et le fossé technologique

22. La diffusion des technologies de pointe associées à l'industrie 4.0 dans les secteurs productifs sera un facteur déterminant de la capacité des pays en développement à rattraper leur retard. Toutefois, il existe une grande incertitude à ce sujet. Certaines technologies de pointe telles que l'informatique en nuage et l'impression 3D créent de nouvelles possibilités d'innovation, même dans les pays les plus pauvres. Dotées d'une meilleure infrastructure et d'une main-d'œuvre qualifiée, les pays plus industrialisés bénéficient toutefois d'un avantage comparatif dans les industries, les services et les segments des chaînes de valeur qui utilisent des technologies de pointe, ce qui pourrait creuser le fossé technologique qui existe entre les pays développés et les pays en développement.

23. Il n'est pas toujours dans l'intérêt des pays moins industrialisés d'introduire des technologies de pointe dans des secteurs plus traditionnels. Les pays en développement diversifient leur économie en créant des secteurs qui existent déjà dans les pays plus industrialisés, ce qui exige une capacité d'assimilation et d'adaptation des technologies au contexte national. Ce processus d'imitation revêt en général un caractère progressif, et les secteurs les plus susceptibles d'être imités sont ceux qui ont beaucoup en commun avec les secteurs existants. Lorsque les pays à la pointe de la technologie utilisent les technologies les plus récentes pour améliorer la production dans les secteurs traditionnels, ils creusent le fossé technologique, ce qui complique le processus d'imitation pour les pays moins industrialisés.

24. Dans les pays développés, le fossé technologique entre les entreprises à la pointe de la technologie et les autres entreprises se creuse également. Des études récemment menées dans des pays de l'OCDE ont montré que les technologies de pointe mondiales ne bénéficiaient aux entreprises de taille moyenne que lorsque les entreprises de pointe les plus productives du pays avaient mis à l'essai ces technologies et les avaient adaptées au

<sup>23</sup> W. Dauth, S. Findeisen, J. Suedekum et N. Woessner, 2017, German robots: The impact of industrial robots on workers, Centre for Economic Policy Research Discussion Paper 12306, Londres.

<sup>24</sup> J. Bessen, M. Goos, A. Salomons et W. van der Berge, 2019, Automatic reaction: What happens to workers at firms that automate? Boston University School of Law, Law and Economics Research Paper n° 19-2.

<sup>25</sup> M. Brussevich, E. Dabla-Norris, C. Kamunge, P. Karnane, S. Khalid et K. Kochhar, 2018, Gender, technology and the future of work, International Monetary Fund Staff Discussion Note, SDN/18/07.

<sup>26</sup> McKinsey and Company, 2019, *The Future of Women at Work: Transitions in the Age of Automation*, McKinsey Global Institute.

contexte local<sup>27</sup>. Cet état de fait ralentit la diffusion des technologies et permet aux entreprises de pointe d'accroître leurs parts de marché et leurs bénéfices, ce qui creuse les inégalités de manière directe et indirecte, c'est-à-dire, respectivement, par les profits et par la réduction du nombre d'emplois de qualité. Grâce notamment à des réglementations favorables aux marchés de produits, à des réformes en faveur de la concurrence et à des initiatives visant à promouvoir la coopération dans le domaine de la recherche – développement, les entreprises ordinaires peuvent plus facilement rattraper les entreprises de pointe.

25. En outre, les activités à forte valeur ajoutée sont généralement concentrées dans certaines zones géographiques, ce qui ajoute une dimension spatiale aux inégalités. Cette concentration peut être d'autant plus forte pour les technologies de pointe de l'industrie 4.0, comme c'est déjà le cas aux États-Unis (par exemple, la Silicon Valley attire de nombreuses technologies différentes, mais de grandes villes comme Portland se spécialisent dans les semi-conducteurs et Seattle et Boston, dans les sciences de la vie)<sup>28</sup>. À l'échelle mondiale, le financement de l'innovation et de la création d'entreprises par le capital-risque est également très concentré ; en effet, seules 10 grandes villes dans le monde attirent chaque année plus de 60 % de l'investissement en capital-risque<sup>29</sup>. Cela va à l'encontre de l'hypothèse selon laquelle le développement des technologies de l'information et de la communication priverait la situation géographique de son importance. Les politiques de promotion de l'innovation devraient tenir compte des incidences des mesures prises non seulement sur les groupements d'entreprises et les parcs industriels, mais aussi sur les inégalités régionales au sein des pays. À cet égard, il peut être particulièrement important d'investir dans les compétences, les technologies et l'infrastructure qui favorisent une répartition géographique équitable des ressources et des bénéfices.

#### **IV. Les politiques de la science, de la technologie et de l'innovation à l'ère de l'industrie 4.0**

26. Certaines formes d'innovation contemporaine n'ont pas tenu compte des dimensions sociale et environnementale du développement durable et ont aggravé les inégalités. Il est important aujourd'hui que les responsables des politiques de la STI réfléchissent non seulement à la manière d'encourager davantage l'innovation, mais aussi à la façon de promouvoir les innovations qui favoriseront le développement de sociétés plus inclusives et équitables tout en décourageant les innovations nuisibles. Dans cette section sont examinées les stratégies en faveur du développement de l'industrie 4.0 et les difficultés rencontrées pour élaborer et mettre en œuvre des politiques de la STI tout en tenant compte des effets potentiels sur la réduction des inégalités. Les pays doivent mener une politique d'innovation efficace s'ils veulent favoriser une transformation structurelle propice à la croissance et maintenir leur compétitivité. Il reste que l'élaboration d'une politique d'innovation comporte une difficulté fondamentale qui tient au fait que ses premiers effets sont de nature à accroître les inégalités au sein des pays. Les politiques de la STI doivent donc traiter cette difficulté en tant qu'élément fondamental de la politique d'innovation.

##### **A. Promouvoir l'utilisation, l'adoption, l'adaptation et le développement de technologies liées à l'industrie 4.0**

27. Pour tirer parti de la quatrième révolution industrielle, les pays doivent acquérir, adopter, adapter et diffuser certaines connaissances et technologies, ce qui pose des difficultés. Afin d'y parvenir, ils prennent de nouvelles mesures visant à renforcer

<sup>27</sup> D. Andrews, C. Criscuolo et P. Gal, 2016, The best versus the rest: The global productivity slowdown, divergence across firms and the role of public policy, Documents de travail de l'OCDE sur la productivité n° 5.

<sup>28</sup> E. Moretti, 2012, *The New Geography of Jobs*, Houghton Mifflin Harcourt Publishing, New York.

<sup>29</sup> R. Florida et I. Hathaway, 2018, How the geography of start-ups and innovation is changing, *Harvard Business Review*, 27 novembre, disponible à l'adresse : <https://hbr.org/2018/11/how-the-geography-of-startups-and-innovation-is-changing> (date de consultation : 28 août 2019).

l'efficacité de leurs systèmes d'innovation, lesquels sont généralement moins robustes et plus sujets à des défaillances systémiques et des insuffisances structurelles dans les pays en développement. La CNUCED a publié de nombreux documents portant sur les systèmes d'innovation et les moyens de créer un environnement propice au développement de la STI<sup>30</sup>.

28. Dans le contexte de l'industrie 4.0, l'infrastructure, en particulier celle relative au numérique et à la connectivité, est l'une des clefs de la mise en place d'un environnement propice. Les pays en développement doivent construire leur infrastructure en veillant tout particulièrement à assurer un approvisionnement fiable en électricité et une bonne connectivité, à garantir un accès aux technologies de l'information et de la communication à un coût abordable, à réduire les inégalités entre les sexes ainsi qu'à combler les fossés générationnels et numériques. Il est tout aussi important que les pays adaptent leurs politiques numériques selon qu'ils sont plus ou moins préparés à participer à l'économie numérique et à profiter de ses avantages.

29. Les décideurs doivent également tenir compte des possibilités d'utiliser des technologies de l'industrie 4.0 dans l'outil national de production et de les adapter. Il faut pour cela former les travailleurs et leur permettre d'acquérir les connaissances et les compétences numériques voulues. On entend par compétences numériques des compétences techniques, mais aussi des compétences générales et complémentaires. Différentes compétences numériques doivent être acquises pour pouvoir utiliser les nouvelles technologies. Certaines sont nécessaires pour pouvoir adopter les technologies et les utiliser de façon élémentaire, d'autres pour les utiliser et les adapter de façon créative et d'autres encore pour en créer de nouvelles<sup>31</sup>.

30. Les pays en développement doivent acquérir certaines compétences pour pouvoir apporter des modifications aux nouvelles technologies de l'industrie 4.0. Les programmes d'éducation et de formation qui portent sur l'acquisition de compétences numériques par tout un chacun devraient être inclusifs et accessibles à tous. D'autres types de compétences sont nécessaires, lesquelles diffèrent selon les secteurs, les pays et le niveau de développement industriel. Dans les pays où le développement technologique en est encore à ses débuts, la priorité doit être donnée aux compétences techniques élémentaires et génériques. Dans les pays où l'industrie manufacturière est le principal moteur de croissance, il faudra une main-d'œuvre spécialisée dans la robotique, l'automatisation et l'Internet des objets<sup>32</sup>. Ces capacités s'acquérant généralement par la pratique, il faut favoriser la création d'un écosystème d'entreprises spécialisées dans ces secteurs technologiques afin d'y créer des emplois, puis de former les travailleurs et leur permettre d'acquérir l'expérience dont ils auront besoin pour maîtriser les technologies.

31. Le transfert et la diffusion des technologies de l'industrie 4.0 depuis les nouveaux secteurs technologiques vers les secteurs de production traditionnels accélèrent la transformation et la modernisation structurelles de l'industrie. Les pays devraient favoriser le développement de tels liens en soutenant la recherche collaborative et en renforçant les partenariats commerciaux. Des partenariats efficaces entre le monde de la recherche et celui des affaires peuvent aider les secteurs de production traditionnels à tirer profit des différents mécanismes de diffusion des technologies, notamment l'investissement étranger direct, le commerce, les droits de propriété intellectuelle, les brevets et l'échange de connaissances et de savoir-faire. Ces interactions et l'échange d'informations concernant les besoins des consommateurs, les moyens technologiques et les possibilités d'accroître la compétitivité sont le moteur de l'innovation dans ces nouvelles technologies. Si la collaboration pour l'innovation peut avoir lieu spontanément, elle nécessite souvent une facilitation active de

<sup>30</sup> Voir, par exemple, CNUCED, 2018c ; CNUCED, 2019, *A Framework for Science, Technology and Innovation Policy Reviews: Harnessing Innovation for Sustainable Development* (publication des Nations Unies, Genève) ; CNUCED, à paraître, *The Impact of Rapid Technological Change on Sustainable Development*.

<sup>31</sup> P. DiMaggio, E. Hargittai, C. Celeste et S. Shafer, 2004, Digital inequality: From unequal access to differentiated use, in K. Neckerman, ed., *Social Inequality*, Russell Sage Foundation, New York.

<sup>32</sup> E/CN.16/2018/3.

l'État ou d'acteurs non gouvernementaux, en particulier dans les domaines liés aux problèmes sociaux et environnementaux<sup>33</sup>.

32. Enfin, les pays pourraient également renforcer leur capacité à évaluer les conséquences sociales, économiques et environnementales de l'industrie 4.0 pour élaborer des politiques, des stratégies et des programmes permettant d'y faire face efficacement. L'analyse prospective et l'évaluation des technologies impliquent de faire collaborer les principaux acteurs et experts des domaines concernés afin d'élaborer les stratégies et les connaissances qui façonneront l'avenir. Le renforcement des capacités d'analyse prospective peut permettre aux pays d'identifier et d'exploiter le potentiel des technologies de l'industrie 4.0, de déterminer celles devant être développées en priorité à court, à moyen et à long terme et d'évaluer leurs effets potentiels, notamment en matière de réduction des inégalités.

## **B. L'innovation au service de la réduction des inégalités**

33. L'industrie 4.0 pourrait creuser les inégalités, étant donné que tout le monde ne tire pas immédiatement profit des nouveaux produits, services et possibilités qui en découlent. La politique de la STI peut tirer parti d'un large éventail d'instruments, notamment des mesures réglementaires et des instruments économiques et budgétaires, ainsi que des politiques d'éducation et des politiques régionales d'innovation, qui visent à soutenir l'innovation. Sans renoncer à l'objectif fondamental qui est d'encourager l'innovation, les décideurs peuvent influencer sur la direction du changement et atténuer le risque que les inégalités se creusent du fait de la quatrième révolution industrielle.

34. Cette faculté d'orientation dépend de la mesure dans laquelle les politiques de la STI visent à promouvoir un développement durable et inclusif. À cet égard, pour orienter les moyens d'action de la politique de la STI (tels que le financement de la recherche-développement et de l'innovation ; les mesures d'incitation fiscales en faveur de la recherche-développement ; la passation des marchés publics ; la création de pôles, de zones industrielles et de parcs technologiques ; la formation et les services de conseil aux entreprises), il faut d'abord fixer des priorités collectives, comme par exemple la réduction des inégalités entre les entreprises, les groupes sociaux, les individus ou les régions.

35. Ainsi, étant donné la nécessité de rendre la technologie abordable financièrement pour les consommateurs à faible revenu et accessible à l'ensemble de la population, la politique de la STI pourrait viser à réduire les coûts de conception et de déploiement des technologies. L'investissement public peut financer des mesures d'incitation. En outre, la politique de la STI pourrait soutenir la commercialisation des produits de la STI en privilégiant l'innovation et en incitant le marché à adopter à grande échelle des technologies de pointe.

36. Des politiques de l'innovation qui tiennent compte des questions de genre pourraient être mises en œuvre pour renforcer le rôle des femmes dans les domaines de la recherche, de l'innovation ou de l'entrepreneuriat ; pour associer les femmes à la prise de décisions relatives aux systèmes technologiques ; ou pour mettre au point de nouvelles technologies et de nouveaux produits et services qui visent à améliorer les conditions de vie des femmes – dans les domaines de l'énergie, de l'eau et de l'assainissement, de la santé ou de l'éducation financière. La formation technique et professionnelle peut également donner aux femmes les moyens de participer au développement des secteurs technologiques de l'industrie 4.0.

37. Des politiques d'éducation et de formation en faveur de la jeunesse peuvent également être utiles pour donner à la future main-d'œuvre les compétences voulues. Les décideurs pourraient envisager d'élaborer des programmes visant à accroître l'intérêt pour les technologies de l'industrie 4.0 et axés sur le développement de l'entrepreneuriat, des techniques commerciales et de la créativité.

<sup>33</sup> UNCTAD, 2018c.

38. Une politique de la STI centrée sur la réduction des inégalités pourrait également inclure des stratégies et des mécanismes visant à créer un environnement propice au développement de nouvelles approches d'innovation (qui soient, par exemple, favorables aux pauvres, inclusives, peu coûteuses, locales et sociales)<sup>34</sup>. Pour être efficace, la politique de la STI doit être mise en œuvre en synergie avec d'autres politiques économiques (industrielle, budgétaire et éducative) et faire participer un large éventail d'acteurs. Elle devrait en outre viser à encourager les universités et les organisations de la société civile à collaborer avec le secteur privé pour mettre au point des technologies et en généraliser l'utilisation. Il faut créer un mécanisme de promotion de la mobilité entre les universités et le secteur privé afin de doter ce dernier des capacités technologiques nécessaires pour innover, produire des innovations sociales davantage axées sur le marché et en faciliter la diffusion auprès des communautés marginalisées et vulnérables.

39. La politique de la STI peut servir à promouvoir la création de parcs scientifiques, d'incubateurs, d'accélérateurs et de laboratoires d'innovation pour favoriser les idées novatrices et le développement de pôles d'innovation. Ces pôles permettent de faire des expérimentations et de tirer profit de la concentration géographique des connaissances et des compétences, et donc d'accélérer le développement technologique. La politique de la STI peut en outre promouvoir la transposition à plus grande échelle et la diffusion des innovations mises au point dans ces pôles d'innovation dans le but de réduire les inégalités entre les régions.

40. Dans ses travaux récents, la CNUCED a montré que, étant donné les différences importantes et croissantes entre les zones urbaines industrialisées et les régions rurales agricoles, caractérisées par des écarts de revenu et des disparités en matière d'éducation, certains gouvernements avaient pris des mesures de réduction des inégalités entre les régions en décentralisant les investissements dans la STI. Les gouvernements régionaux et locaux peuvent également tirer parti des interactions qu'offrent les systèmes d'innovation pour favoriser la création de débouchés économiques et de systèmes d'innovation et de production au niveau local<sup>35</sup>.

### C. Mesures pouvant être prises pour veiller à ne laisser personne de côté

41. Les systèmes de protection sociale peuvent être un moyen de protéger les travailleurs en cas de perturbation du marché du travail provoquée par le développement de l'industrie 4.0. Or, seul un tiers de la population mondiale bénéficie d'une couverture sociale complète et plus de la moitié de la main-d'œuvre en est totalement dépourvue<sup>36</sup>. En outre, les systèmes de protection sociale dans le monde sont menacés en raison du vieillissement de la population, de la réduction de l'assiette fiscale et de la faiblesse des taux d'intérêt<sup>37</sup>. Pour faire face à ces problèmes, plusieurs mesures de redistribution ont été proposées récemment, notamment l'imposition du capital, des robots et de l'utilisation d'autres technologies afin d'accroître les recettes au bénéfice des systèmes de protection sociale. L'OCDE réfléchit actuellement à des solutions aux problèmes fiscaux découlant de la numérisation de l'économie<sup>38</sup>. Il est également envisagé de mettre en place des systèmes de revenu minimum universel. On dispose encore de peu de données sur les effets de certaines de ces politiques, en particulier les systèmes de revenu minimum universel, et il pourrait être nécessaire de procéder à des expérimentations en matière de politiques.

<sup>34</sup> Voir CNUCED, 2017, *New Innovation Approaches to Support the Implementation of the Sustainable Development Goals* (publication des Nations Unies, New York et Genève).

<sup>35</sup> CNUCED, à paraître, *The Impact of Rapid Technological Change on Sustainable Development*.

<sup>36</sup> Organisation internationale du Travail, 2017, *World Social Protection Report 2017-19 : Universal Social Protection to Achieve the Sustainable Development Goals*, Bureau international du Travail, Genève.

<sup>37</sup> T. Balliester et A. Elsheikhi, 2018, *The future of work : A literature review*, Research Department Working Paper No. 29, Bureau international du Travail, Genève.

<sup>38</sup> OCDE, 2019, *Programme of Work to Develop a Consensus Solution to the Tax Challenges Arising from the Digitalization of the Economy*, projet de Cadre inclusif sur l'érosion de la base d'imposition et le transfert des bénéfices (BEPS) de l'OCDE et du G20, OCDE, Paris.

42. D'autres mesures peuvent être mises en œuvre pour aider les personnes qui perdent leur emploi et qui traversent une période de transition professionnelle<sup>39</sup>. La mise en œuvre de programmes de formation continue, qui visent à former et à recycler les travailleurs, incombe de plus en plus aussi bien aux gouvernements qu'aux employeurs et aux travailleurs. Les programmes d'apprentissage en alternance (en milieu professionnel et scolaire) peuvent en particulier soutenir les jeunes dans leur transition de l'école au monde du travail. Les gouvernements peuvent aussi soutenir la transition professionnelle des travailleurs en leur permettant d'acquérir des compétences tout en les aidant à trouver un emploi qui leur corresponde le plus, en les conseillant et en leur proposant des services de placement.

43. Des dispositions peuvent également être prises pour aider les organisations d'employeurs et de travailleurs ou les syndicats à faire face aux nouvelles problématiques qui se posent en matière de relations entre travailleurs et employeurs dans le contexte de l'industrie 4.0. La Commission mondiale sur l'avenir du travail de l'Organisation internationale du Travail a indiqué que les micro-entreprises et les petites entreprises informelles avaient souvent du mal à faire valoir leurs intérêts auprès des organisations d'employeurs, tandis que les changements démographiques et l'évolution de l'organisation du travail compliquaient l'organisation des travailleurs<sup>40</sup>. Si elles étaient soutenues par des réformes politiques, réglementaires et juridiques, les négociations collectives pourraient permettre de protéger les travailleurs vulnérables contre la précarité professionnelle, les mauvaises conditions de travail ou la marginalisation.

44. Pour conserver leur pertinence, les syndicats de travailleurs doivent anticiper l'évolution de l'économie et du marché du travail et adapter leurs méthodes de syndicalisation et de négociation collective pour y faire face. Il pourrait être utile de réaliser des études et des prévisions concernant les tendances futures et les répercussions possibles de l'automatisation sur les systèmes de production et la demande de main-d'œuvre. Les syndicats devraient également essayer de faire participer des groupes isolés de travailleurs.

45. De leur côté, les organisations d'employeurs peuvent favoriser le dialogue entre les différentes parties prenantes et contribuer à la mise en place de programmes d'éducation et de formation plus ciblés pour aider les travailleurs à se préparer aux changements et à répondre aux besoins futurs du marché du travail.

46. De plus en plus de pays élaborent des stratégies et des politiques visant à exploiter les technologies de l'industrie 4.0 (intelligence artificielle, Internet des objets, 5G et passage au numérique), dont certaines visent également à prévenir les inégalités qui pourraient se creuser dans ce contexte. Ces stratégies et politiques prévoient souvent des mesures visant à permettre aux travailleurs d'acquérir les compétences voulues. En Autriche, la politique nationale en matière de formation aux technologies de l'information et d'apprentissage en ligne, par exemple, est intégrée dans le système scolaire du pays. Les projets et programmes pilotes mis en œuvre avec succès sont ensuite appliqués dans l'ensemble du système scolaire<sup>41</sup>. Au Japon, le Council for Social Principles of Human-centric Artificial Intelligence insiste sur la nécessité de former à l'intelligence artificielle les élèves du préscolaire, du primaire et du secondaire, ainsi que la population active et les personnes âgées<sup>42</sup>. En Finlande, un groupe de travail a été chargé de formuler des recommandations sur les mesures à prendre pour faire du pays l'un des pionniers dans les applications de l'intelligence artificielle. Pour permettre aux Finlandais de se former

<sup>39</sup> McKinsey Global Institute, 2017, *Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation*, chap. 5, McKinsey and Company.

<sup>40</sup> Organisation internationale du Travail, 2019, *Travailler pour bâtir un avenir meilleur*, Commission mondiale sur l'avenir du travail, Bureau international du Travail, Genève.

<sup>41</sup> Contribution du Gouvernement autrichien à la vingt-deuxième session de la Commission de la science et de la technique au service du développement, 13-17 mai 2019, disponible à l'adresse [https://unctad.org/meetings/en/Contribution/ecn162019c01\\_Austria\\_en.pdf](https://unctad.org/meetings/en/Contribution/ecn162019c01_Austria_en.pdf) (date de consultation : 9 juillet 2019).

<sup>42</sup> Contribution du Gouvernement japonais à la vingt-deuxième session de la Commission de la science et de la technique au service du développement, 13-17 mai 2019, disponible à l'adresse [https://unctad.org/meetings/en/Contribution/ecn162019c07\\_Japan\\_en.pdf](https://unctad.org/meetings/en/Contribution/ecn162019c07_Japan_en.pdf) (date de consultation : 9 juillet 2019).

tout au long de leur vie, il a proposé de créer un « compte de compétences » individuel grâce auquel chaque habitant pourrait financer des formations. Les coûts seraient pris en charge par l'État, les employeurs et les employés<sup>43</sup>.

## V. Rôle de la coopération internationale dans la transformation structurelle

47. Dans notre monde économiquement, voire politiquement interconnecté, les avantages comparatifs et le processus de transformation structurelle d'un pays ne sont pas déterminés isolément des autres pays. La coopération internationale permet d'échanger des connaissances, des meilleures pratiques et des enseignements tirés de l'expérience et de renforcer les capacités nationales dans le but d'élaborer et d'appliquer des politiques de la STI équitables en faveur de l'industrie 4.0. Une coopération internationale opportune permettra d'élaborer les politiques de la STI qui orienteront les évolutions économiques et sociales futures, avant que les pays ne deviennent tributaires de leurs choix de trajectoire antérieurs et ne soient empêchés de profiter des bienfaits de la révolution technologique<sup>44</sup>.

48. Il est également à noter que le progrès technologique tend à aller plus vite que la mise en œuvre de mesures visant à s'y adapter. De graves préoccupations relatives à des questions de portée mondiale, notamment de gouvernance, d'égalité et d'équité, se font jour à mesure que l'écart entre l'élaboration des politiques et le progrès technologique se creuse. Il est donc nécessaire de mettre en place des mécanismes et des forums internationaux qui permettront de mieux comprendre l'évolution des nouvelles technologies et leurs incidences sociales, économiques et environnementales. Ces questions ont été examinées récemment par la CNUCED et la Commission de la science et de la technique au service du développement<sup>45</sup>.

49. Les évaluations technologiques, par exemple, doivent tenir compte des conséquences mondiales ou régionales du déploiement de nouvelles technologies. Elles devraient en outre être menées en collaboration avec de multiples parties prenantes et dans l'optique de renforcer la capacité des décideurs de tirer le meilleur parti possible de l'industrie 4.0<sup>46</sup>.

50. Dans sa résolution 73/247 du 20 décembre 2018 sur la coopération pour le développement industriel, l'Assemblée générale des Nations Unies a traité de cette question et a souligné les avantages pouvant être tirés de la transformation structurelle grâce à l'industrie 4.0, entre autres concepts de transformation économique<sup>47</sup>. Plusieurs initiatives mettent en évidence le rôle que joue la coopération internationale pour rendre l'industrie 4.0 inclusive et durable.

51. Ainsi, le Groupe des Vingt a lancé plusieurs activités visant à soutenir la transformation structurelle dans le contexte de la quatrième révolution industrielle. Son plan pour la croissance innovante (Blueprint on Innovative Growth) a pour objet de soutenir la mise en œuvre du Programme 2030 grâce à la coopération dans les domaines de l'innovation, de l'industrie 4.0 et de l'économie numérique. Il est complété par son plan d'action pour la nouvelle révolution industrielle<sup>48</sup>. Le Groupe des Vingt a en outre lancé son initiative de soutien à l'industrialisation en Afrique et dans les pays les moins avancés, qui vise à promouvoir l'industrialisation et la croissance inclusive en Afrique et dans les pays les moins avancés grâce à une série de mesures à caractère volontaire<sup>49</sup>.

<sup>43</sup> Ministère finlandais de l'économie et de l'emploi, 2018, *Work in the Age of Artificial Intelligence: Four Perspectives on the Economy, Employment, Skills and Ethics*, Publication du Ministère de l'économie et de l'emploi 21/2018, Helsinki.

<sup>44</sup> TD/B/C.II/36.

<sup>45</sup> Voir, par exemple, E/CN.16/2019/2 ou CNUCED, 2018c.

<sup>46</sup> E/2019/78.

<sup>47</sup> A/RES/73/247.

<sup>48</sup> A/71/380.

<sup>49</sup> A/RES/73/247.



52. Les travaux de l'OCDE relatifs à l'industrie 4.0 visent à informer les décideurs des évolutions possibles des technologies de pointe et à fournir des conseils sur la manière de promouvoir un cadre qui permette aux pays de tirer parti des avantages de la technologie<sup>50</sup>. Ces travaux ont également éclairé l'élaboration du rapport de l'OCDE à l'intention du Groupe des Vingt sur la prochaine révolution de la production, selon lequel les transformations à venir poseront des difficultés à tous les pays, en particulier aux pays en développement. Ces difficultés pourraient être atténuées grâce à la réduction rapide des coûts de certaines technologies et à une meilleure diffusion des connaissances<sup>51</sup>, qui passera par une coopération internationale efficace.

53. L'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel contribue activement à la transformation économique des pays en développement grâce à son initiative Réseaux pour la prospérité, ainsi qu'à ses travaux concernant la coopération industrielle Sud-Sud et triangulaire, ses centres technologiques internationaux et ses centres de promotion de l'investissement et des technologies<sup>52</sup>.

54. La CNUCED facilite la coopération internationale en matière d'élaboration des politiques de la STI en offrant un cadre pour les discussions, les examens de pays, la coopération Sud-Sud et interinstitutions et en jouant un rôle de chef de file de la réflexion.

55. Les examens de la politique de la STI que mène la CNUCED ont pour objet d'aider les pays à aligner leur politique de la STI sur leurs stratégies nationales de développement et à atteindre les objectifs de développement durable. Il en ressort qu'il est généralement nécessaire de mettre en place des systèmes d'innovation fonctionnels afin de créer des avantages comparatifs qui permettront d'accroître la valeur ajoutée des activités et des exportations. Les examens de la politique de la STI de pays en développement mettent aussi souvent en évidence une asymétrie entre la réalité de l'élaboration des politiques, qui suit souvent le modèle linéaire de l'innovation impulsée par la science, et l'approche multidimensionnelle de l'élaboration des politiques décrite dans le Programme 2030. Une telle approche est particulièrement utile pour bien faire face aux incidences des changements technologiques rapides sur l'inclusion. Par conséquent, des activités de renforcement des capacités doivent être menées pour rendre les responsables de la politique de la STI mieux à même d'élaborer, de mettre en œuvre, de suivre et d'évaluer l'efficacité des mesures qui permettront de mettre la STI au service de la réalisation des objectifs de développement durable dans le contexte de l'industrie 4.0<sup>53</sup>.

56. La CNUCED s'appuie sur les résultats des examens de la politique de la STI pour contribuer à l'élaboration des feuilles de route de l'Équipe spéciale interinstitutions sur la STI au service des objectifs de développement durable en ce qui concerne le Mécanisme de facilitation des technologies. Ces feuilles de route ont pour objet de mobiliser de multiples parties prenantes afin de définir un cadre d'élaboration de politiques nationales cohérentes dans le domaine de la STI, en tirant parti des expériences des pays développés et émergents pour favoriser l'apprentissage et peut-être faire ainsi un bond technologique dans l'industrie 4.0. Elles devraient permettre de planifier, de communiquer et de faciliter l'action, ainsi que de suivre les progrès et de créer un environnement propice à l'apprentissage pour accélérer la réalisation des objectifs de développement durable<sup>54</sup>.

57. Pour réussir la transformation structurelle, il faut être en mesure de traduire dans les faits les enseignements tirés des examens des politiques et de mettre en œuvre les feuilles

<sup>50</sup> OCDE, 2017a, *The Next Production Revolution: Implications for Governments and Businesses*, Éditions OCDE, Paris.

<sup>51</sup> OCDE, 2017b, *The Next Production Revolution: A Report for the G[Group of] 20*. Voir <https://www.oecd.org/g20/topics/digitalisation-and-innovation/> (date de consultation : 23 juillet 2019).

<sup>52</sup> Organisation des Nations Unies pour le développement industriel, 2019, *Partnerships for prosperity*, consultable à l'adresse <https://www.unido.org/our-focus-cross-cutting-services/partnerships-prosperity> (date de consultation : 23 juillet 2019).

<sup>53</sup> Organisation des Nations Unies, à paraître, *Science, technology and innovation for development*, rapport du Secrétaire général.

<sup>54</sup> Équipe spéciale interinstitutions sur la STI au service des ODD, 2018, *IATT Issues Brief on Science, Technology and innovation for SDGs [Sustainable Development Goals] Road Maps* ; et E/2019/78.

de route. C'est pourquoi il est essentiel de renforcer les capacités nationales et régionales pour passer à l'industrie 4.0. Dans cette optique, l'Équipe spéciale interinstitutions élabore et met en œuvre un programme d'activités conjointes de renforcement des capacités au niveau régional.

58. Dans le cadre de son action en faveur de la collaboration Sud-Sud, la CNUCED, en sa qualité d'organe assurant le secrétariat de la Commission de la science et de la technique au service du développement, collabore avec le Gouvernement chinois pour faciliter la formation des responsables de l'élaboration de la politique de la STI dans les pays en développement. Cette formation porte sur l'expérience de la Chine en matière d'élaboration de la politique de la STI et sur le développement et la gestion de parcs et d'incubateurs de technologie de pointe. En 2018, plus de 30 experts et décideurs des États membres de la Commission ont participé à la formation sur l'expérience de la Chine en matière d'élaboration de la politique de la STI et de création d'un environnement propice au développement de la STI. La prochaine session de formation est prévue pour l'automne 2019.

## VI. Conclusions et questions à débattre

59. Dans la présente note a été analysé le lien entre la transformation structurelle, l'industrie 4.0 et les incidences potentielles des changements à venir sur les inégalités. L'industrie 4.0 peut aider les pays en développement à améliorer leur capacité de production et soutenir leur transformation structurelle. Cela étant, le développement des nouvelles technologies devrait être encadré par une politique de la STI judicieuse, favorisant la transformation économique et sociale, pour éviter que les écarts entre les pays et en leur sein ne deviennent trop marqués et ne puissent plus être comblés.

60. La présente note décrit en outre les caractéristiques actuelles de l'industrie 4.0, soit une forte concentration des principales entreprises du marché dans un petit nombre de pays. Cette situation pourrait avoir des effets mesurables sur les emplois, sur la rentabilité et sur le fossé technologique entre entreprises et pays.

61. Il faut donc veiller à ce que l'élaboration de la politique de la STI en faveur de l'adoption et du développement des technologies de l'industrie 4.0 tienne dûment compte du contexte international et soit judicieusement alignée sur celle des autres domaines d'action, pour assurer une large diffusion des technologies grâce à des infrastructures et capacités nationales renforcées.

62. En outre, la politique de la STI devrait viser à promouvoir un environnement propice à l'innovation qui contribue à réduire les inégalités pouvant en résulter à différents niveaux – entre les pays et au sein des pays, entre les entreprises, entre les générations et entre les sexes. Elle devrait également tenir dûment compte de la nécessité d'orienter les changements technologiques, comme l'émergence de l'industrie 4.0, afin de prévenir activement toute aggravation des inégalités qui pourrait en découler. Enfin, on ne saurait élaborer et mettre en œuvre des politiques de la STI sans tenir compte de leurs interactions avec d'autres politiques, y compris les politiques de redistribution, si l'on veut lutter contre les inégalités.

63. La Commission de l'investissement, des entreprises et du développement voudra peut-être examiner les questions ci-après, qui concernent les mesures pouvant être prises à tous les niveaux afin de rendre la STI plus inclusive dans le cadre de l'industrie 4.0 et des objectifs de développement durable :

a) La politique nationale d'innovation en général : Quelles sont les difficultés, les avantages et les enseignements pratiques de l'adoption de politiques et de stratégies en faveur de l'industrie 4.0 au niveau national ? Y a-t-il eu des effets distributifs contribuant à réduire les inégalités au sein des pays ?

b) La politique d'innovation dans le contexte mondial : Quelles sont les tendances mondiales de l'industrie 4.0 susceptibles d'avoir une incidence sur la compétitivité nationale et internationale des entreprises et des industries nationales ?

---

Comment faire en sorte que la politique nationale de la STI relative à l'industrie 4.0 soutienne ou permette l'acquisition de nouveaux avantages comparatifs ?

c) L'orientation des politiques d'innovation : Quelle est l'expérience des États membres en matière d'élaboration et de mise en œuvre de politiques d'innovation permettant de tirer parti de l'industrie 4.0 pour créer des produits et services nouveaux ou améliorés qui contribuent à réduire les inégalités ? Existe-t-il des politiques ou des projets visant à résoudre les inégalités régionales ou sectorielles en matière d'assimilation, de diffusion et de déploiement des technologies ? En quoi les politiques menées permettent-elles de lutter contre les inégalités ? Ces politiques, projets ou initiatives sont-ils axés sur les femmes, les jeunes, les personnes ayant des besoins spéciaux ou d'autres groupes qui font face à des difficultés particulières ?

d) Les mesures visant à faire en sorte que nul ne soit laissé pour compte : Quelle est l'expérience des États membres en ce qui concerne l'adoption de politiques, de projets ou d'initiatives visant à atténuer les effets néfastes que peut avoir l'industrie 4.0 sur les inégalités ? Quels enseignements ont-ils été tirés de la mise en œuvre de politiques visant à protéger les personnes qui subissent les conséquences de l'évolution rapide du marché du travail (par exemple, augmentation des aides accordées aux personnes dont les emplois disparaissent, programmes de recyclage, emplois garantis par l'État) ? Comment tirer parti des politiques de redistribution pour faire en sorte que personne ne soit laissé pour compte en raison de l'évolution technologique rapide ? En quoi ces politiques permettent-elles de remédier aux effets de l'industrie 4.0 sur la concentration du marché et la répartition des bénéfices ?

e) De quelle manière des entités internationales telles que la CNUCED peuvent-elles aider à améliorer l'élaboration des politiques de la STI et à renforcer les réseaux de coopération internationale pour mettre l'industrie 4.0 au service de la transformation structurelle et de la réduction des inégalités ?

---