



# RAPPORT SUR LA TECHNOLOGIE ET L'INNOVATION 2021

Prendre les vagues technologiques  
*Concilier innovation et équité*

APERÇU GÉNÉRAL





# RAPPORT SUR LA TECHNOLOGIE ET L'INNOVATION 2021

Prendre les vagues technologiques  
*Concilier innovation et équité*

APERÇU GÉNÉRAL



© 2021, Nations Unies

La présente publication est accessible en libre accès en se conformant à la licence Creative Commons créée pour les organisations intergouvernementales, disponible à l'adresse suivante : <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/>.

---

Les appellations employées dans la présente publication et la présentation des données qui figurent sur les cartes n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

La photocopie et la reproduction d'extraits sont autorisées à condition d'indiquer précisément la source.

La présente publication a été revue par un service d'édition externe.

---

L'aperçu général ci-après est également publié dans le Rapport sur la technologie et l'innovation 2021 (UNCTAD/TIR/2020).

---

Publication des Nations Unies établie par la Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement.

UNCTAD/TIR/2020 (Overview) and Corr.1

# APERÇU GÉNÉRAL

## PRENDRE LES VAGUES TECHNOLOGIQUES

### *Concilier innovation et équité*

Le développement humain de ces dernières décennies s'est accompagné de changements technologiques rapides et d'une prolifération croissante des appareils et services numérisés. Et le rythme du changement semble devoir s'accélérer en raison des « technologies d'avant-garde » telles que l'intelligence artificielle (IA), la robotique, les biotechnologies et les nanotechnologies.

Ces technologies ont déjà procuré d'énormes avantages, illustrés de façon spectaculaire en 2020 par la mise au point accélérée de vaccins contre le coronavirus. Mais les progrès rapides peuvent avoir de graves inconvénients s'ils dépassent les capacités d'adaptation des sociétés. On craint, par exemple, que les emplois disparaissent à mesure que l'activité économique s'automatise, et que les médias sociaux aggravent les divisions, les angoisses et les doutes. Globalement, on s'inquiète de ce que les technologies d'avant-garde creusent davantage les inégalités ou en créent de nouvelles.

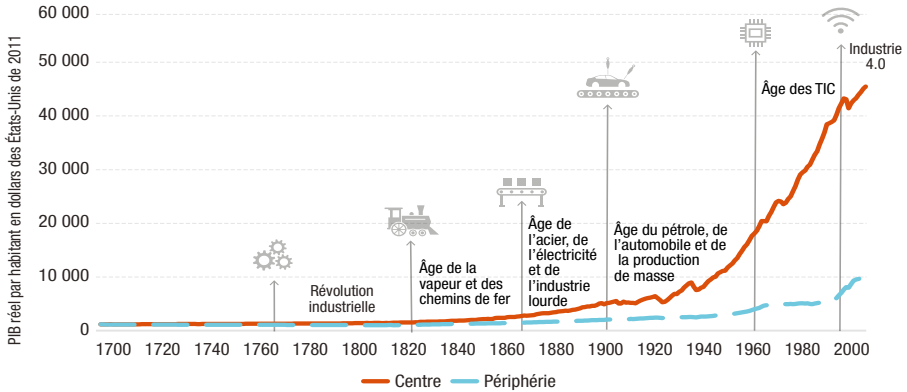
La plupart de ces interrogations ont été soulevées dans les pays développés. Mais les conséquences pourraient être encore plus graves pour les pays en développement – pour peu que les communautés et les pays pauvres soient submergés ou simplement laissés de côté. Les auteurs du rapport examinent comment les pays en développement peuvent prendre la vague des technologies d'avant-garde, en conciliant l'innovation et l'équité afin de réaliser les objectifs de développement durable.

## 1. Prendre les vagues

Nous vivons à une époque de progrès technologiques spectaculaires, principalement concentrés dans les pays développés, mais les grands clivages entre les pays que nous voyons aujourd'hui ont commencé avec le début de la première révolution industrielle. À ce moment-là, la plupart des gens étaient aussi pauvres les uns que les autres et les écarts de revenu par habitant entre les pays étaient beaucoup plus faibles (fig. 1). Puis, profitant des vagues de changements technologiques, l'Europe occidentale et ses émanations – l'Australie, le Canada, la Nouvelle-Zélande et les États-Unis – ainsi que le Japon, ont pris de l'avance. La plupart des autres pays sont restés à la périphérie. Chaque vague de progrès a été associée à une inégalité plus marquée entre les pays – avec des disparités croissantes dans l'accès aux produits, aux services sociaux et aux biens publics – dans des domaines allant de l'éducation à la santé, ainsi que des infrastructures des technologies de l'information et de la communication (TIC) à l'électrification. Néanmoins, quelques pays, notamment en Asie de l'Est, ont pu par la suite rattraper leur retard grâce à l'apprentissage, à l'imitation et à l'innovation technologiques.

Figure 1

Le progrès technologique et l'inégalité à travers les âges



Source : CNUCED, d'après des données provenant de Maddison Project Database, version 2018, Bolt et al. (2018), Perez (2002) et Schwab (2013).

Notes : Le « centre » correspond à l'Europe occidentale et à ses émanations (Australie, Canada, Nouvelle-Zélande et États-Unis) et au Japon. La « périphérie » correspond au monde, à l'exclusion des pays du « centre ».

## Prosperité et inégalité

Au cours des dernières décennies de numérisation, le monde a connu une prospérité croissante. En moyenne, les gens vivent plus longtemps et en meilleure santé. La croissance économique rapide des pays émergents a entraîné l'avènement d'une classe moyenne mondiale. Toutefois, la pauvreté persiste et les inégalités s'accroissent. La richesse est très concentrée. Il existe également de grandes disparités dans les sources de revenu, ainsi que dans la qualité de l'éducation et du système de santé. Ces déséquilibres freinent la croissance économique et le développement humain tout en aggravant la vulnérabilité, aussi bien face aux pandémies que face aux crises économiques ou aux changements climatiques – et peuvent rapidement déstabiliser les sociétés.

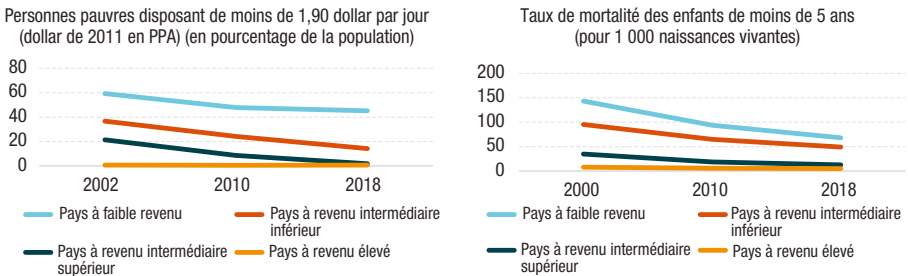
## Des inégalités multidimensionnelles

L'inégalité est une notion multidimensionnelle liée aux disparités de résultats et de chances entre les individus, les groupes ou les pays. Ces disparités peuvent se produire dans n'importe quel aspect du développement – social, économique ou environnemental. Les inégalités de résultats et de chances sont étroitement liées. Les résultats d'une génération influent sur les chances de la suivante, ce qui entraîne une transmission intergénérationnelle des inégalités.

Comme il est indiqué dans la figure 2, il existe encore de grandes inégalités entre les pays. Les habitants des pays à faible revenu et des pays à revenu intermédiaire inférieur souffrent en moyenne de taux de pauvreté et de privation bien plus élevés que les habitants des pays à revenu intermédiaire supérieur et des pays à revenu élevé.

Figure 2

Écarts entre les groupes de pays en fonction de certains indicateurs liés aux objectifs de développement durable



Source : CNUCED, d'après des données provenant de la Banque mondiale.

## De grands écarts de revenu

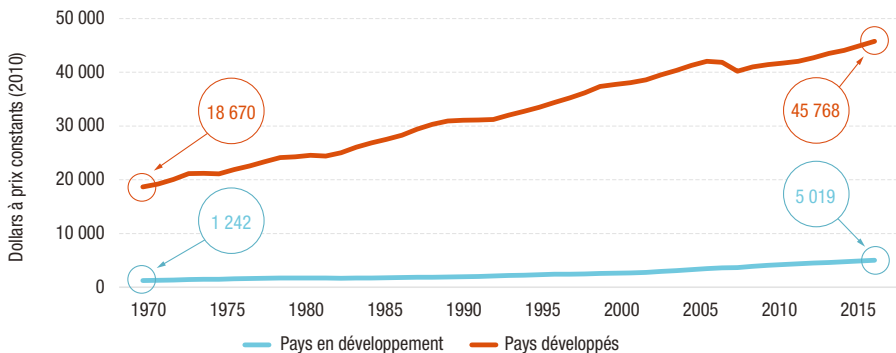
De nombreuses inégalités sont corrélées aux niveaux de revenu. Au cours des dix à quinze dernières années, l'inégalité des revenus a diminué au niveau mondial, principalement parce que de grands pays en développement, surtout en Asie et notamment la Chine, ont connu une croissance plus rapide et ont commencé à rattraper leur retard. Cependant, les progrès réalisés au niveau mondial en matière d'égalité sont menacés par l'aggravation des disparités au sein des pays. Au cours des quarante dernières années, les inégalités à l'intérieur des pays se sont accrues non seulement dans certains pays développés comme les États-Unis, et en Europe, mais aussi dans des pays en développement comme la Chine et l'Inde.

Si les inégalités augmentent à l'intérieur des pays, tandis que les disparités entre pays diminuent, quel est l'effet net ? Pour répondre à cette question, nous devons examiner la contribution de ces deux types d'inégalités à l'inégalité observée au niveau mondial. D'après les estimations, l'inégalité entre les pays est désormais prédominante. Entre 1820, date du début de la révolution industrielle, et 2002, la contribution des inégalités entre pays aux inégalités mondiales est passée de 28 à 85 %. En d'autres termes, en 1820, l'inégalité des revenus dans le monde était due aux écarts de classe à l'intérieur des pays. Aujourd'hui, elle provient davantage de la loterie du lieu de naissance : une personne née dans un pays pauvre subit une « peine liée à la nationalité »<sup>1</sup>.

Comme l'inégalité entre les pays est prédominante, le fait qu'elle a récemment diminué en termes relatifs peut être considéré comme un motif de réjouissance. Mais il ne faudrait pas oublier qu'en termes absolus, l'écart entre les pays développés et les pays en développement n'a jamais été aussi grand et continue de se creuser (fig. 3).

Figure 3

PIB moyen par habitant dans les pays en développement et les pays développés, 1970-2018



Source : Calculs de la CNUCED, d'après des données provenant de UNCTADstat.

### Des révolutions en deux phases

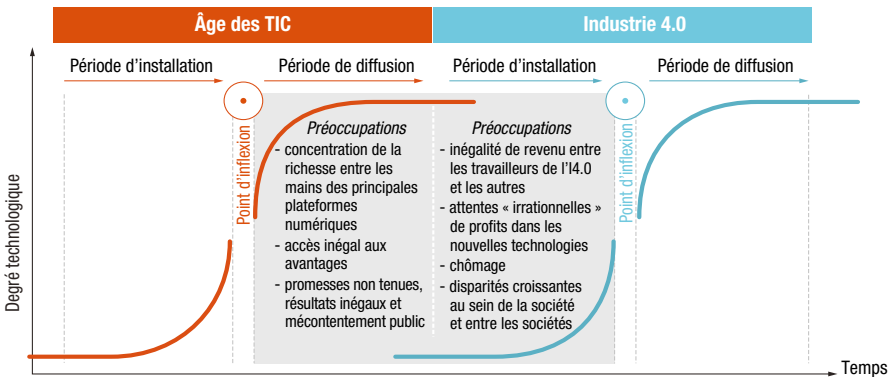
Il n'y a pas de consensus sur la dynamique de l'inégalité économique – qui dépend de nombreux facteurs, tels que la guerre et les épidémies, ainsi que de processus politiques influencés par les luttes de pouvoir et les idéologies. La mondialisation et le progrès technologique ont également été montrés du doigt comme des facteurs d'inégalité des revenus au sein des pays. Néanmoins, dans le même temps, sous leurs impulsions, la pauvreté a diminué dans les pays à faible revenu, et pas seulement dans les pays plus grands dont le développement est plus rapide, tels que la Chine et l'Inde, mais aussi dans de nombreux autres, y compris des pays d'Afrique, comme le montre l'impact des smartphones<sup>2</sup>.

Dans le même temps, les révolutions technologiques influent également sur l'inégalité. Les changements technologiques se combinent avec le capital financier pour créer de nouveaux paradigmes technico-économiques – dans lesquels sont regroupés les technologies, les produits, les secteurs, les infrastructures et les institutions qui caractérisent une révolution technologique.

Dans les pays au centre de ces nouvelles vagues technologiques, l'essor peut se faire en deux phases. La première est la phase d'installation pendant laquelle la technologie est introduite dans les secteurs de base, ce qui a pour effet de creuser le fossé entre les travailleurs de ces secteurs et les autres. La deuxième phase est celle de la diffusion, qui a également tendance à être inégalitaire : tout le monde ne bénéficie pas immédiatement des avantages du progrès, comme un traitement salvateur ou l'accès à l'eau salubre. Il en résulte des divisions croissantes qui peuvent conduire à un mécontentement public.

La phase de diffusion de l'« âge des TIC » est en train de s'achever tandis que commence la phase d'installation d'un nouveau paradigme, celui des technologies d'avant-garde, qui est parfois appelé Industrie 4.0 (fig. 4). La diffusion des TIC a entraîné une énorme concentration de richesses entre les mains des principales plateformes numériques. Quels seront les effets de l'Industrie 4.0 sur les inégalités entre les pays ? Ils seront plus ou moins grands selon que les pays rattrapent leur retard, progressent ou restent à la traîne – ce qui dépendra de leurs politiques nationales et de leur participation au commerce international.

Figure 4  
Révolutions technologiques et inégalités



Source : CNUCED, d'après des données provenant de Perez (2002).

## Remédier aux inégalités

Dans une certaine mesure, les gouvernements peuvent atténuer les inégalités au niveau national grâce à une fiscalité progressive sur les revenus ou le patrimoine, ou sur les revenus du capital. Ils peuvent également mettre gratuitement à la disposition de tous des services tels que l'éducation. Ils



peuvent en outre augmenter les transferts sociaux, tels que les allocations de chômage, qui réduisent le risque que les personnes tombent dans la pauvreté. Sur le lieu de travail, ces actions peuvent être complétées par celles de syndicats plus puissants qui contribuent à faire augmenter les salaires.

Pour réduire les inégalités de revenus entre les pays, il faudra mettre la technologie et le commerce au service de la transformation structurelle. Si les pays en développement veulent créer une économie qui offre à leur population des emplois mieux rémunérés, ils devront tirer parti du nouveau paradigme technologique. Les pays en développement, et des continents entiers comme l'Afrique, ne peuvent se permettre de manquer cette nouvelle vague de progrès technologique.

## 2. Avancer dans les technologies numériques d'avant-garde

Les « technologies d'avant-garde » sont un groupe de nouvelles technologies dont les effets peuvent être multipliés grâce à la numérisation et à la connectivité, qui permettent de les combiner. Les auteurs du rapport se penchent sur 11 de ces technologies : l'intelligence artificielle (IA), l'Internet des objets, les mégadonnées, les chaînes de blocs, la 5G, l'impression 3D, la robotique, les drones, l'édition génomique, les nanotechnologies et le photovoltaïque solaire.

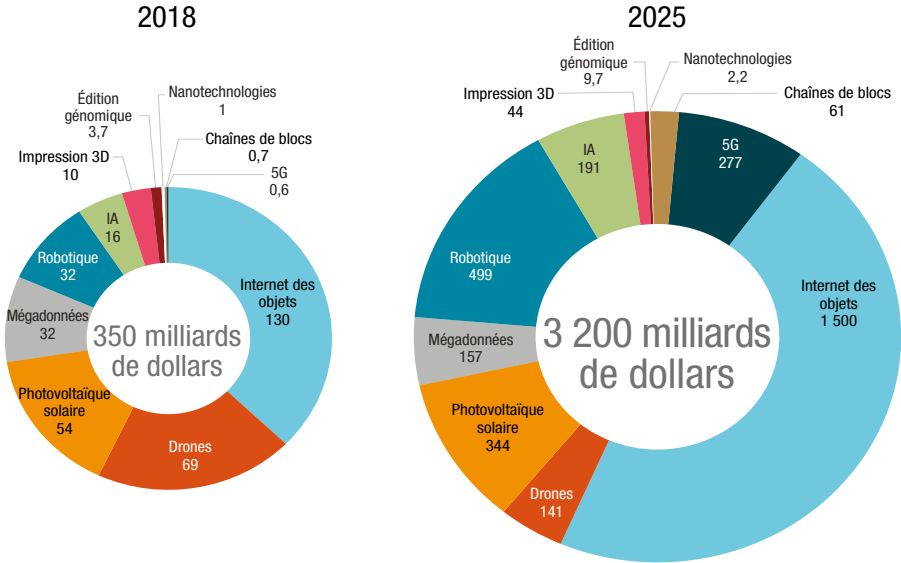
Ces technologies peuvent servir à stimuler la productivité et à améliorer les moyens de subsistance. L'IA, par exemple, combinée à la robotique, peut transformer les processus de production et les processus métier. L'impression 3D permet d'accélérer la production de petites séries à moindre coût, ainsi que d'élaborer rapidement et de manière itérative des prototypes de nouveaux produits. Ce groupe de 11 technologies représente déjà un marché de 350 milliards de dollars, qui pourrait atteindre plus de 3 200 milliards de dollars d'ici à 2025 (fig. 5).

Les sociétés financières ont utilisé ces technologies, par exemple, pour la prise de décisions relatives à l'octroi de crédits, ainsi que pour la gestion des risques, la prévention de la fraude, le commerce, la personnalisation des services bancaires et l'automatisation des processus. Le secteur manufacturier s'en est servi à des fins de maintenance prédictive, de contrôle de la qualité et d'activités associant l'homme et la machine.

Bon nombre des principaux fournisseurs de ces technologies viennent des États-Unis, où se trouvent les principales plateformes d'informatique en nuage. La Chine est également un producteur important, en particulier de 5G, de drones et de panneaux solaires photovoltaïques. Dans chacune des technologies mentionnées, ces deux pays sont également à l'origine de 30 à 70 % des brevets et des publications.

Figure 5

Estimations de la taille du marché des technologies d'avant-garde, en milliards de dollars



Source : CNUCED, d'après des estimations de données provenant de Froese (2018), MarketsandMarkets (2018), Sawant et Kakade (2018), Business Wire (2019), Chaudhary et al. (2019), GlobeNewswire (2019), MarketsandMarkets (2019), MarketWatch (2019a), MarketWatch (2019b), Raza (2019), Tewari et Baul (2019), Wagner (2019), Mordor Intelligence (2020).

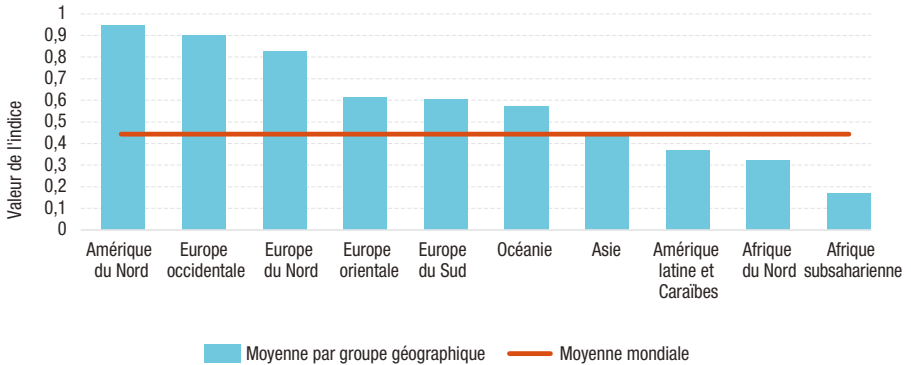
### L'indice de l'état de préparation des pays

Seuls quelques pays créent actuellement des technologies d'avant-garde, mais tous doivent s'y préparer. Afin d'évaluer les capacités nationales d'utiliser, d'adopter et d'adapter ces technologies de manière équitable, les auteurs du rapport ont élaboré un « indice de l'état de préparation ». L'indice comprend cinq éléments de base : la diffusion des TIC, les compétences, la recherche-développement (R-D), l'activité industrielle et l'accès au financement.

D'après cet indice, les pays les mieux préparés sont les États-Unis, suivis de la Suisse, du Royaume-Uni, de la Suède, de Singapour, des Pays-Bas et de la République de Corée. Certains pays en transition et pays en développement sont également bien classés dans cette liste – comme la Chine, qui arrive au 25<sup>e</sup> rang et la Fédération de Russie au 27<sup>e</sup>. La plupart des pays les moins préparés se trouvent en Afrique subsaharienne et figurent en général parmi les pays en développement.

Figure 6

Valeur moyenne de l'indice par groupe géographique



Source : CNUCED.

Les pays les mieux classés sont en grande partie les plus riches, mais il existe de nombreuses valeurs aberrantes, c'est-à-dire des pays qui obtiennent de meilleurs résultats que ce que leur PIB par habitant laisserait supposer. L'Inde est le pays qui affiche l'indice le plus élevé, suivie des Philippines. En ce qui concerne les composantes de l'indice relatives à la R-D, la Chine et l'Inde obtiennent de bons résultats, en partie parce qu'elles disposent de ressources humaines abondantes, qui sont très qualifiées mais relativement peu coûteuses. Elles possèdent en outre de grands marchés locaux, qui attirent les investissements des entreprises multinationales. Le Viet Nam et la Jordanie font également bonne figure, grâce à une politique publique favorable.

### 3. Associer l'homme et la machine au travail

Le progrès technologique influe sur les inégalités de par ses effets sur l'emploi, les salaires et les profits. Ces inégalités peuvent se produire entre les professions, les entreprises et les secteurs ainsi qu'entre les salariés et les détenteurs de capitaux. L'inégalité se manifeste aussi à un autre niveau, celui des disparités entre les structures économiques des pays. La contribution de chacun de ces éléments et d'autres à l'inégalité des revenus dépend de nombreux facteurs, tels que le niveau de développement du pays, sa structure économique et ses politiques sociale, économique et relative au travail, ainsi que la taille d'un secteur en particulier ou de ses entreprises. Par conséquent, à tout moment, dans un pays donné, l'évolution technologique peut entraîner une aggravation ou une atténuation des inégalités.

Est-ce différent de ce qui s'est passé avec les précédentes vagues technologiques ? En principe, non. Les canaux et les mécanismes sont les mêmes. Mais chaque vague de progrès technologique produit des inégalités sous de nouvelles formes.

### *L'automatisation détruit des emplois*

Aujourd'hui, une préoccupation majeure est que l'IA et la robotique vont réduire l'emploi. En effet, depuis le début de la révolution industrielle, les travailleurs s'attendent à ce que les nouvelles technologies détruisent des emplois. En général, cela ne s'est pas produit ; les nouvelles technologies ont plutôt eu tendance à créer plus d'emplois et des emplois différents. Mais dans le cas des technologies d'avant-garde, il pourrait en être autrement car les changements se produisent si rapidement qu'ils pourraient dépasser la capacité de réaction des sociétés.

Auparavant, de nombreux emplois étaient considérés comme sûrs parce qu'il était difficile d'apprendre aux ordinateurs comment les exercer. Aujourd'hui, cependant, les ordinateurs peuvent souvent apprendre par eux-mêmes. Certaines estimations laissent penser qu'au cours des vingt prochaines années, 30 à 50 % des emplois pourraient être automatisés en Europe et aux États-Unis. D'autres considèrent que l'impact sera plus modeste – de 8 à 14 % pour l'ensemble des professions. Néanmoins, si certains emplois vont disparaître, d'autres vont apparaître – comme ceux qui exigent empathie, jugements éthiques, inventivité, gestion de changements imprévisibles ou prise de décisions basées sur la compréhension de messages tacites – qui doivent tous être exécutés par des humains.

Les prévisions de pertes d'emplois sont généralement fondées sur la faisabilité technologique, mais les facteurs les plus importants sont souvent d'ordre économique. Même lorsque cela est technologiquement réalisable, le capital ne remplace pas nécessairement la main-d'œuvre ; cela dépend dans une grande mesure des prix relatifs. Dans le même temps, la demande globale de main-d'œuvre pourrait être accrue par des effets macroéconomiques.

Une autre préoccupation des pays en développement est que les entreprises multinationales pourraient tirer parti des technologies d'avant-garde pour maintenir la production chez elles – ou pour rapatrier des activités manufacturières qui avaient été précédemment déplacées à l'étranger. Ce processus pourrait ralentir le transfert des industries traditionnelles telles que l'habillement, les chaussures et l'électronique de faible technicité de la Chine vers

les pays moins industrialisés d'Asie et d'Afrique. La faisabilité d'une relocalisation dépend toutefois de nombreux autres facteurs, notamment la propriété, l'échelle de la production et la position du pays dans la chaîne d'approvisionnement. Il peut également être plus judicieux de maintenir la production dans les pays en développement dont la population est en augmentation et les classes moyennes sont en essor et dont les marchés offrent des perspectives de croissance.

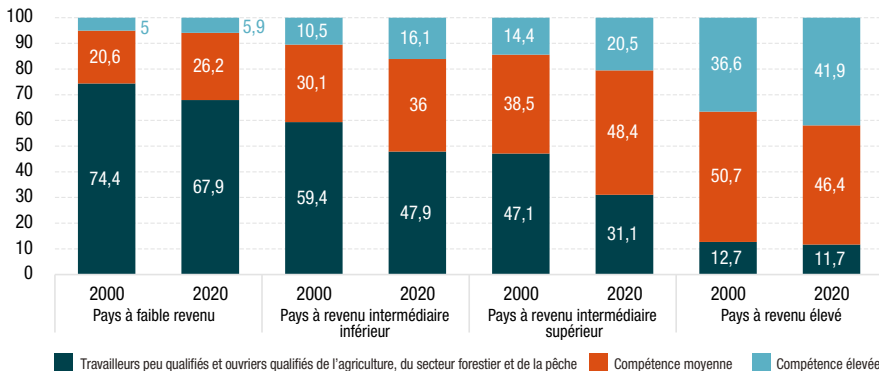
### La polarisation de l'emploi

Le déplacement d'emplois peut également s'accompagner d'une polarisation, c'est-à-dire d'une augmentation des emplois à haut et bas salaires combinée à une contraction des emplois à salaire moyen. Dans les pays développés, par exemple, il y a maintenant moins d'employés de bureau qui occupent des emplois de routine à salaire moyen. Jusqu'à présent, l'impact sur les emplois manuels les moins qualifiés a été moindre, mais cela pourrait changer avec le recours accru à l'IA et à des robots plus agiles.

La polarisation des emplois ne peut être attribuée en totalité au progrès technologique ; elle est aussi due en grande partie au commerce et à la concurrence internationale. Dans les pays développés, elle a été associée à une réduction des emplois manufacturiers et moyennement qualifiés, et à une augmentation des services et des emplois plus qualifiés, tandis que dans les pays à revenu intermédiaire, on a constaté une augmentation des emplois manufacturiers et moyennement qualifiés (fig. 7).

Figure 7

Emploi par niveau de compétence, en fonction du revenu de groupes de pays (en pourcentage de l'emploi civil total)



Source : CNUCED, d'après des données provenant d'ILOStat établies selon la CITP-08.

Les grandes disparités dans la structure économique des pays à revenu faible, intermédiaire ou élevé, ainsi que les répercussions inégales du commerce international, devraient également se manifester dans les effets inégaux des technologies d'avant-garde sur la polarisation des emplois dans les différents pays. À cet égard, les pays à faible revenu ou à revenu intermédiaire seront probablement moins touchés.

### *L'économie à la tâche*

Les technologies d'avant-garde sont utilisées pour fournir des services via des plateformes numériques qui ont stimulé la création d'une « économie à la tâche ». Une partie des activités est effectuée localement, mais aussi dans le « nuage », c'est-à-dire n'importe où via Internet. L'économie à la tâche offre des emplois, mais ceux-ci sont généralement dépourvus de toute sécurité, aboutissant à la création d'une classe précaire de travailleurs contractuels dépendants et de travailleurs à la demande. Les répercussions sur l'inégalité seront différentes selon que les travailleurs à la tâche sont des pauvres qui seraient autrement au chômage, ou des personnes de la classe moyenne à la recherche de petits revenus supplémentaires. L'inégalité augmentera certainement si ces emplois remplacent des emplois mieux rémunérés ou si des emplois à temps plein sont remplacés par des emplois à temps partiel, ou si les profits augmentent plus rapidement que les salaires. L'économie à la tâche peut également accentuer l'inégalité entre les sexes : les femmes sont moins susceptibles de travailler sur des plateformes numériques, mais elles le font souvent pendant plus d'heures que les hommes et pour des salaires nettement inférieurs<sup>3</sup>.

Si les professions de services sont échangeables au niveau international, les salaires peuvent converger. C'est le cas, par exemple, du codage informatique, et aussi de la conception numérique, des diagnostics médicaux, des évaluations parajuridiques et de la reconnaissance d'images.

### *La concentration des marchés et des profits*

Ces nouvelles plateformes numériques bénéficient des effets de réseau, de sorte que les marchés ont tendance à se concentrer, laissant un petit nombre de grands acteurs. D'où une moindre incitation à réduire les prix – aboutissant à des profits plus élevés qui peuvent creuser l'inégalité entre les salariés et les détenteurs du capital. Et pour certaines compétences informatiques, ces entreprises peuvent être pratiquement les seuls employeurs – un « monopsonne ». Étant peu nombreuses, elles sont également tentées par une collusion tacite résultant de l'échange de données sous la forme d'algorithmes.

### *L'IA et les inégalités économiques mondiales*

Les incidences de l'IA sur l'inégalité entre les pays dépendra dans une certaine mesure du type de données saisies. Si l'IA exploite avant tout les « mégadonnées » émanant des utilisateurs, cela profitera surtout aux États-Unis et à la Chine, dont les plateformes numériques concurrentes recueillent des quantités massives de ces données. Mais si elle a principalement recours aux mégadonnées recueillies par l'Internet des objets, cela profitera à d'autres pays qui sont dotés d'une base manufacturière solide, comme ceux de l'UE, le Japon et la République de Corée.

Un troisième scénario consiste à permettre aux ordinateurs d'apprendre davantage, à l'image des humains, grâce aux interactions répétées des modèles d'IA. Cela ne serait pas particulièrement bénéfique pour les États-Unis ou la Chine, mais exigerait tout de même des ressources et des capacités plus susceptibles d'être trouvées dans les pays développés, qui seraient ainsi en mesure de distancer davantage les pays en développement.

### *L'élargissement du fossé technologique*

Il est également à craindre que l'adoption généralisée de technologies d'avant-garde dans les pays développés réduise la compétitivité liée aux coûts de main-d'œuvre des pays moins industrialisés d'Asie et d'Afrique, et accroisse les écarts technologiques entre ces derniers et les pays développés – ce qui rendrait plus difficile le rattrapage, la diversification de leur économie et la création d'emplois. Par le passé, des pays comme la Chine, le Mexique, le Brésil et une poignée de pays asiatiques ont progressé dans l'échelle des revenus en transférant de la main-d'œuvre et des capitaux d'une agriculture relativement peu productive vers des activités manufacturières et des services à la productivité plus élevée. On craint maintenant que les technologies d'avant-garde et l'Industrie 4.0 bouleversent ces processus de développement traditionnels, ce qui rendrait les choses encore plus difficiles.

### *Les enjeux pour les pays en développement*

Les théories et les modèles mettent en évidence les éventuels mécanismes de transmission, mais l'effet réel dépendra des secteurs touchés, des capacités des pays et des politiques et stratégies adoptées. Toutefois, l'expérience montre qu'avec le temps, les nouvelles technologies sont susceptibles de se diffuser dans divers secteurs de l'économie et dans les activités sociales. Dans ces circonstances, les pays en développement devraient choisir d'adapter et d'exploiter l'automatisation pour accroître la productivité, promouvoir la

diversification économique et créer des emplois. Préparer les personnes, les entreprises et les institutions à ces changements peut atténuer les effets négatifs sur l'inégalité.

Pour parvenir à ces objectifs, les pays en développement devront surmonter un certain nombre d'obstacles.

- *Les changements démographiques* – Les pays à faible revenu et les pays à revenu intermédiaire inférieur ont généralement une population plus jeune et plus nombreuse, ce qui se traduira par une augmentation de l'offre de main-d'œuvre et une baisse des salaires, réduisant ainsi les incitations à l'automatisation.
- *Leurs moindres capacités technologiques et capacités d'innovation* – Les pays à faible revenu ont moins de personnel qualifié et dépendent dans une large mesure de l'agriculture, qui a tendance à être plus lente à tirer parti des nouvelles technologies.
- *La lenteur de la diversification* – Les pays en développement innovent généralement en imitant les pays industrialisés, en diversifiant leur économie ainsi qu'en assimilant les nouvelles technologies et en les adaptant à un usage local, mais ce processus est plus lent dans les pays les plus pauvres.
- *La faiblesse des mécanismes de financement* – La plupart des pays en développement ont augmenté leurs dépenses de R-D, mais celles-ci sont encore relativement faibles. L'Union africaine, par exemple, a fixé un objectif de 1 % du PIB, mais en moyenne les pays d'Afrique subsaharienne en sont encore à 0,38 %<sup>4</sup>. Le secteur privé finance très peu les technologies industrielles destinées à des applications productives.
- *Les droits de propriété intellectuelle et le transfert de technologie* – Le régime strict de protection de la propriété intellectuelle restreindra le recours à des technologies d'avant-garde qui pourraient être utiles dans des secteurs liés aux ODD tels que l'agriculture, la santé et l'énergie.

### Accélérer vers l'Industrie 4.0

De nombreux gouvernements nationaux et locaux s'efforcent de stimuler la croissance de nouveaux secteurs et services qui produisent des emplois et des richesses et favorisent le développement humain. Pour arriver à leurs



fins, ils doivent définir des orientations stratégiques dans le cadre de plans nationaux de recherche et d'innovation capables de faire face aux nouveaux enjeux sociaux tels que le vieillissement et les disparités régionales.

La politique nationale d'innovation doit également être harmonisée avec la politique industrielle. Le maintien de la compétitivité de l'industrie nationale ou régionale est un objectif central de la plupart des plans stratégiques visant les technologies de l'IA et de l'Industrie 4.0. Ces plans peuvent tirer parti des *examens du Cadre de la politique de la science, de la technologie et de l'innovation (STI)* de la CNUCED, lesquels peuvent déboucher sur l'adoption de mesures permettant d'exploiter les technologies d'avant-garde au service de villes plus intelligentes et plus durables, de la sécurité alimentaire et d'une agriculture intelligente, et de la création d'emplois dans des usines plus intelligentes.

Dans de nombreux cas, cela nécessitera l'accès à des technologies brevetées. Une option est la concession de licences obligatoires, mais il peut aussi y avoir davantage d'accords de collaboration, ainsi que la mise en commun des brevets, la mise en place de centres d'échange et la création de licences de logiciels libres. Dans le même temps, les gouvernements peuvent financer la R-D tout en exigeant que les bénéfices de cette recherche servent le bien public.

Une partie du financement des innovations peut provenir de sources publiques, mais aussi d'autres modes de financement comprenant l'investissement d'impact, le capital-risque, le financement participatif et les fonds d'innovation et de technologie. Il y a eu quelques succès : en 2018, l'apport annuel de fonds propres aux start-ups technologiques en Afrique a doublé pour atteindre plus d'un milliard de dollars.

Dans le même temps, les décideurs doivent anticiper les répercussions sur la main-d'œuvre. Pour tirer pleinement parti de ces technologies, les travailleurs devront posséder des compétences en sciences, technologie, ingénierie et mathématiques (STIM) – ainsi qu'en matière de conception, de gestion et d'entrepreneuriat. Ceux qui ne peuvent pas être formés ou se reconvertir et qui perdent leur emploi devraient pouvoir compter sur des mécanismes plus solides de protection sociale et d'allocation conditionnelle ainsi que sur différentes formes de redistribution des revenus telles qu'un impôt négatif sur le revenu et un revenu de base universel. Les syndicats acquièrent aussi une importance accrue dans la défense des droits des travailleurs et dans l'expression de leurs préoccupations légitimes au sujet du maintien de leurs emplois dans l'économie numérique et de l'automatisation croissante des tâches.

Le financement de ces mesures pourrait provenir d'une « taxe sur les robots » qui permettrait de tirer des recettes fiscales des technologies qui remplacent les travailleurs. Ou bien il pourrait y avoir une taxe sur l'automatisation, combinée à la suppression des déductions fiscales liées à l'investissement dont bénéficient les sociétés. Par contre, plutôt que de taxer les personnes ou les technologies, il serait peut-être préférable de taxer la richesse qui en résulte.

#### 4. Concilier innovation et équité

Les technologies d'avant-garde peuvent grandement contribuer à améliorer la vie des populations et à protéger la planète. Pendant la pandémie de COVID-19, par exemple, l'IA et les mégadonnées ont servi au dépistage des patients, à la surveillance des foyers épidémiques, au suivi et à la localisation des malades, à la prévision de l'évolution de l'épidémie et à l'évaluation des risques d'infection. Parmi d'autres exemples, on peut citer l'utilisation de l'Internet des objets pour surveiller la qualité des eaux souterraines au Bangladesh et celle de drones pour livrer des fournitures médicales à des communautés reculées au Rwanda et au Ghana.

Mais la technologie est rarement une solution à elle seule. Des problèmes tels que la pauvreté, la faim, les changements climatiques ou les inégalités en matière de santé ou d'éducation sont inévitablement complexes et multidimensionnels. Les technologies, qu'elles soient d'avant-garde ou autres, peuvent soutenir des initiatives de toutes sortes, sociales, politiques ou environnementales, mais toutes les technologies doivent être utilisées avec précaution si l'on veut qu'elles soient bénéfiques, au lieu qu'elles constituent un obstacle ou produisent des effets indésirables.

Si les technologies ont probablement des répercussions sur les disparités, les inégalités peuvent également influencer sur les technologies – de sorte qu'elles traduisent, reproduisent et peut-être amplifient la partialité et la discrimination systémiques. Actuellement, les technologies sont créées, pour la plupart, par des entreprises du Nord et, de manière prédominante, par des hommes. Elles ont tendance à privilégier les besoins des riches et à ignorer les innovations qui pourraient bénéficier aux pauvres. L'évolution technologique est également influencée par les inégalités entre les sexes, en partie parce que les hommes ont été plus nombreux que les femmes à étudier les disciplines des STIM.

#### *L'accès aux technologies et leur conception influent sur les inégalités*

Les gens sont touchés en tant que consommateurs de biens et de services qui font appel à des technologies d'avant-garde. L'un des aspects les plus

cruciaux a trait à l'accès – qui peut être considéré comme la combinaison de cinq facteurs : disponibilité, abordabilité, sensibilisation, accessibilité et capacité d'utilisation efficace. L'accès à la technologie peut également être restreint par des normes sociales – pour les femmes, les minorités ethniques et d'autres groupes défavorisés, même au sein du foyer.

Un autre aspect important est la conception. Les concepteurs devraient aussi garder à l'esprit que la manière dont ils conçoivent les technologies et dont les personnes utilisent celles-ci peut avoir des effets indésirables.

### *Les risques de partialité et de discrimination*

De nombreuses préoccupations sont liées à la conception biaisée et aux effets indésirables de l'IA. Les systèmes d'IA peuvent être biaisés de plusieurs façons, soit parce que les algorithmes employés sont biaisés, soit parce que les données utilisées pour la formation le sont. Par exemple, l'IA peut perpétuer les stéréotypes et réduire les effets bénéfiques des produits pour les femmes.

Les effets bénéfiques sont également susceptibles d'être inégalement répartis dans le cas de l'édition génomique : la plupart des recherches sont menées dans les pays riches dans la perspective d'avoir le monopole des technologies, ce qui pourrait limiter leur contribution à la réalisation des objectifs de développement durable (ODD), notamment à ceux liés à la production alimentaire et à la santé. L'édition génomique soulève également des questions éthiques sur ce qui constitue un être humain idéal. Il pourrait en résulter une sous-classe de personnes qui n'ont pas les moyens de se payer une thérapie génique.

### *Les enjeux pour les pays en développement*

Les pays en développement doivent surmonter trois grands obstacles pour promouvoir l'égalité d'accès aux effets bénéfiques des technologies d'avant-garde :

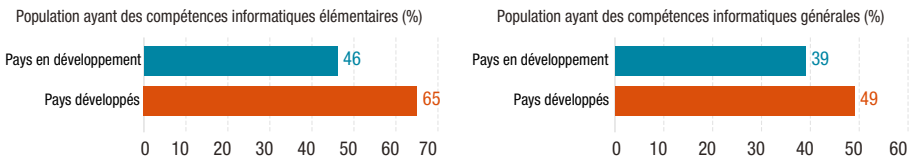
- *La pauvreté monétaire* – De nombreuses personnes dans les pays en développement n'ont pas les moyens d'acheter de nouveaux biens ou services, en particulier dans les zones rurales. Dans ce cas, les obstacles ne sont pas technologiques mais économiques et sociaux ;
- *La fracture numérique* – De nombreuses technologies d'avant-garde reposent sur des connexions Internet fixes à haut débit et stables, mais près de la moitié de la population mondiale reste hors ligne. De nombreux pays en développement ne disposent pas d'une

infrastructure numérique adéquate et le coût d'Internet y est prohibitif pour la plupart des habitants ;

- *La pénurie de compétences* – Dans les pays en développement, les compétences élémentaires et générales sont en moyenne de 10 à 20 points de pourcentage inférieures à celles des pays développés (fig. 8). De nombreuses technologies d'avant-garde exigent au moins des compétences en matière de lecture, d'écriture et de calcul. D'autres technologies exigent des compétences numériques, notamment la capacité de comprendre les médias numériques, pour trouver des informations et utiliser ces outils afin de communiquer avec les autres.

Figure 8

### Lacunes en compétences numériques



Source : CNUCED, d'après des données provenant de l'UIT (2018, 2019).

### *Le développement durable comme objectif*

Pour surmonter ces obstacles, les gouvernements et la communauté internationale doivent orienter les technologies nouvelles et émergentes de manière à ce que celles-ci contribuent au développement durable et ne laissent personne de côté. Dès le départ, il sera important d'établir des cadres éthiques, en particulier pour diffuser l'IA. De nombreuses initiatives non contraignantes visent déjà à garantir que les processus et les résultats sont équitables, transparents, responsables et inclusifs. De même, pour l'édition génomique de la lignée germinale humaine, il faut un large consensus sur les questions éthiques et sociétales.

Les gouvernements devraient également essayer d'encourager les écosystèmes d'innovation favorables, à partir d'évaluations qui analysent les différentes voies techno-systémiques et leurs incidences sur le développement inclusif et durable. Le programme de la CNUCED sur les examens de la politique de la science, de la technologie et de l'innovation (STI) est un exemple de coopération internationale qui y contribue.

Les technologies choisies doivent ensuite être diffusées à grande échelle, en prévoyant de passer le relais des scientifiques et des ingénieurs aux entrepreneurs et aux autres acteurs, et d'augmenter les revenus des ménages. Les technologies peuvent également être intégrées dans les services fournis par le secteur public, une attention particulière étant accordée aux zones mal desservies qui ne sont pas commercialement viables pour les entreprises privées. Des réseaux d'activistes, d'universitaires et de praticiens peuvent mener d'autres expériences – basées sur les connaissances locales et guidées par les besoins environnementaux et sociaux.

## 5. Préparer l'avenir

Le progrès technologique joue un rôle essentiel en vue du développement durable, mais il peut aussi perpétuer les inégalités ou en créer de nouvelles, soit lorsque l'accès est restreint aux groupes plus privilégiés et aux pays riches, soit en raison de préjugés inhérents ou d'effets indésirables. La tâche des gouvernements consiste donc à maximiser les avantages potentiels, tout en atténuant les effets néfastes, et à garantir un accès universel. Les pays, quel que soit leur stade de développement, devraient promouvoir l'utilisation, l'adoption et l'adaptation des technologies d'avant-garde, en préparant les personnes et les entreprises à ce qui les attend. Cela passe, dans une mesure importante, par une gouvernance nationale efficace dans laquelle l'État doit élaborer une vision, une mission et un plan propres à créer et à façonner un marché d'innovations inclusives et durables.

Les gouvernements devront également investir dans les ressources humaines et physiques. Pour les aider à y parvenir, les pays en développement devraient pouvoir compter sur la coopération internationale : les communautés de nations travailleraient ensemble pour construire un cadre institutionnel international qui englobe les pays à tous les stades de développement technologique.

Ces politiques et programmes publics devront être soutenus par un activisme social vigoureux, permettant ainsi aux personnes et aux organisations de coopérer pour recenser les inadéquations entre l'innovation technologique et les réponses sociétales. Pour que les ODD demeurent des principes directeurs centraux, les organisations de la société civile devront faire preuve d'une vigilance constante.

Pour réduire les inégalités, les gouvernements peuvent s'appuyer sur un large éventail d'instruments, notamment des mesures réglementaires et des instruments économiques et budgétaires, ainsi que sur des politiques

plus intelligentes dans les domaines du commerce, de l'investissement, de l'industrie, de l'éducation et de l'innovation. Ils peuvent également veiller à ce que les groupes vulnérables et à faibles revenus aient accès à de nouveaux biens et services utiles, dont certains peuvent être subventionnés ou fournis gratuitement.

### *Un double objectif technologique*

Pour rattraper leur retard et progresser, les pays en développement devront adopter des technologies d'avant-garde et continuer à diversifier leurs bases de production en maîtrisant les technologies existantes. Ils doivent garder les deux objectifs en vue. Il s'agira de renforcer les systèmes d'innovation, tout en harmonisant la politique de la STI et la politique industrielle, en développant les compétences numériques de base et en comblant les lacunes de l'infrastructure des TIC.

- *Renforcer les systèmes nationaux d'innovation* – Les gouvernements devraient faire appel à un large éventail d'acteurs qui peuvent contribuer à créer des synergies entre la politique de la STI et d'autres politiques économiques – industrielle, commerciale, budgétaire et monétaire, ainsi qu'avec la politique éducative.
- *Harmoniser la politique de la STI et la politique industrielle* – Ensemble, elles devraient attirer les entreprises dans les secteurs fondamentaux de la mise au point et de la diffusion des technologies d'avant-garde. 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.
- *Développer les compétences numériques* – Les programmes d'éducation et de formation doivent être inclusifs et bénéficier en particulier aux femmes.
- *Se concentrer sur les plus démunis* – L'accès à l'électricité et aux TIC au niveau national doit viser à combler les écarts entre les sexes et les générations. Dans le cadre de programmes numériques inclusifs, les gouvernements peuvent se concentrer sur les plus démunis, en mettant à profit les infrastructures de TIC et en améliorant l'accès à Internet grâce au haut débit fixe ou mobile.

### Les facteurs d'atténuation des risques

Il y a toujours le risque qu'un progrès technologique rapide ait des effets préjudiciables ou bien perpétue ou accentue les inégalités. Cela devrait inciter les pouvoirs publics à :

- *Renforcer la protection sociale* – En cas de difficultés sur le marché du travail, les travailleurs devraient pouvoir compter sur des systèmes de protection sociale solides. Parmi les options figure la mise en place d'un régime de revenu de base universel qui pourrait être financé par des taxes sur le capital, les robots ou d'autres technologies ;
- *Faciliter les transitions au sein de la main-d'œuvre* – En plus d'encourager formation et reconversion dans les secteurs public et privé, les organismes publics peuvent également aider les travailleurs en leur donnant des conseils personnels, en améliorant l'adéquation entre l'offre et la demande d'emploi et en proposant des services de placement. Les plus jeunes travailleurs peuvent bénéficier de programmes d'apprentissage ;
- *Anticiper l'avenir* – D'où la nécessité « d'une prospective et d'une évaluation technologiques » – en acquérant des connaissances auprès de divers acteurs sur les secteurs industriels porteurs qui mettent en adéquation les atouts d'un pays et les débouchés commerciaux.

### Les priorités de la coopération internationale

Les pays en développement devraient également pouvoir compter sur un soutien technique et financier dans le cadre de la coopération internationale et de l'aide publique au développement (APD). En particulier, cela s'avérera nécessaire pour :

- *Renforcer les capacités nationales en matière de STI* – Il s'agira d'augmenter les montants relativement faibles de l'APD consacrée à la STI dans les pays les moins avancés et les pays en développement à faible revenu ;
- *Faciliter le transfert de technologie* – La communauté internationale peut faciliter le transfert de technologie pour les produits et services présentant un intérêt au niveau local. Cela peut impliquer la libéralisation de l'accès au commerce et aux technologies protégées par les droits de propriété intellectuelle ;

- *Accroître la participation des femmes* – Pour que les femmes puissent jouer pleinement leur rôle dans les technologies d’avant-garde, les gouvernements et les organisations internationales devront encourager les filles et les femmes à étudier les sciences, la technologie, l’ingénierie et les mathématiques (STIM) ;
- *Améliorer la prospective et l’évaluation technologiques* – La communauté internationale peut soutenir des initiatives stratégiques de « prospective et d’évaluation technologiques » visant à mieux comprendre les incidences socioéconomiques et environnementales des technologies nouvelles et innovantes ;
- *Promouvoir un débat ouvert à tous* – Les pays en développement, en particulier les pays les moins avancés, doivent participer aux débats internationaux consacrés aux effets des nouvelles technologies sur les droits des citoyens, la vie privée, la propriété des données et la sécurité en ligne – et notamment à la manière dont ces technologies peuvent promouvoir les ODD. Les préoccupations des pays en développement doivent être prises en compte dans les cadres normatifs et les régimes réglementaires – en équilibrant les droits individuels et collectifs, tout en encourageant l’innovation dans le secteur privé.

### *Prendre la vague*

Les pays en développement, en particulier les pays à faible revenu, ne peuvent pas se permettre de manquer cette nouvelle vague de progrès technologique. Chaque pays aura besoin d’une politique de la STI adaptée à son stade de développement. Pour certains, cela signifiera promouvoir les technologies d’avant-garde, tout en redoublant d’efforts pour tirer pleinement parti des technologies existantes afin de diversifier leur économie et de moderniser les secteurs traditionnels. D’autres peuvent s’engager plus intensément dans la mise au point et l’adaptation des technologies d’avant-garde. Mais tous les pays en développement doivent préparer leur population et leurs entreprises à une période de changement rapide. Pour réussir au XXI<sup>e</sup> siècle, il faudra adopter une approche équilibrée : construire une base industrielle solide et promouvoir les technologies d’avant-garde qui peuvent contribuer à la réalisation du Programme 2030 et de sa vision mondiale de sociétés centrées sur l’humain, inclusives et durables.



## Notes de fin de document

- 1 Milanovic, 2016.
- 2 Jaumotte et al., 2013.
- 3 Barzilay et Ben-David, 2016.
- 4 UNESCO, 2019.

## Références

- Barzilay A. R. et Ben-David A. (2016). Platform inequality: gender in the gig-economy. *Seton Hall Law Review*. 47393.
- Bolt J., Inklaar R., de Jong H. et van Zanden J. L. (2018). Rebasings 'Maddison': new income comparisons and the shape of long-run economic development.
- Business Wire (2019). Global 5G market report 2019-2025 - Market is expected to reach \$277 billion by 2025 at a CAGR of 111%. Disponible à l'adresse <https://www.businesswire.com/news/home/20190410005651/en/Global-5G-Market-Report-2019-2025---Market> (date de consultation : 31 janvier 2020).
- Chaudhary A., Hariharan S. et Prasad E. (2019). Photovoltaic (PV) market size, share, growth and forecasts, 2019-2026. Disponible à l'adresse <https://www.alliedmarketresearch.com/photovoltaic-market> (date de consultation : 31 janvier 2020).
- Froese M. (2018). Global IoT market to reach \$318 billion by 2023, says GlobalData. Disponible à l'adresse <https://www.windpowerengineering.com/global-iot-market-to-reach-318-billion-by-2023-says-globaldata/> (date de consultation : 30 janvier 2020).
- GlobeNewswire (2019). Global genome editing market will reach USD 9.66 billion by 2025: Zion market research. Disponible à l'adresse <http://www.globenewswire.com/news-release/2019/07/01/1876424/0/en/Global-Genome-Editing-Market-Will-Reach-USD-9-66-Billion-By-2025-Zion-Market-Research.html> (date de consultation : 31 janvier 2020).
- UIT (2018). Measuring the Information Society Report 2018 - Volume 1. Union internationale des télécommunications. Genève.
- UIT (2019). Measuring digital development - facts and figures 2019. Union internationale des télécommunications. Genève.
- Jaumotte F., Lall S. et Papageorgiou C. (2013). Rising income inequality: technology, or trade and financial globalization? *IMF Economic Review*. 61(2):271-309.
- MarketsandMarkets (2018). Artificial intelligence market - 2025. Disponible à l'adresse <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/artificial-intelligence-market-74851580.html> (date de consultation : 30 janvier 2020).
- MarketsandMarkets (2019). 3D printing market size, share and market forecast to 2024. Disponible à l'adresse <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/3d-printing-market-1276.html> (date de consultation : 31 janvier 2020).

- MarketWatch (2019a). Big data market 2019 global analysis, opportunities and forecast to 2026. Disponible à l'adresse <https://www.marketwatch.com/press-release/big-data-market-2019-global-analysis-opportunities-and-forecast-to-2026-2019-01-17> (date de consultation : 30 janvier 2020).
- MarketWatch (2019b). Artificial intelligence market size is expected to surpass US\$ 191 billion by 2024. Disponible à l'adresse <https://www.marketwatch.com/press-release/artificial-intelligence-market-size-is-expected-to-surpass-us-191-billion-by-2024-2019-04-16> (date de consultation : 30 janvier 2020).
- Milanovic B. (2016). *Global Inequality: A New Approach for the Age of Globalization*. Belknap Press: An Imprint of Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.
- Mordor Intelligence (2020). Robotics market size, growth, analysis - Growth, trends, and forecast (2020-2025). Disponible à l'adresse <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/robotics-market> (date de consultation : 31 janvier 2020).
- Perez C. (2002). *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Edward Elgar Pub. Cheltenham.
- Raza S. (2019). 5G technology market size to surpass US\$248,462.4 Mn by 2028 end. Disponible à l'adresse <https://www.valuwalk.com/2019/04/global-5g-technology-market-size-surpass/> (date de consultation : 31 janvier 2020).
- Sawant R. et Kakade P. (2018). 3D printing market size, share. Disponible à l'adresse <https://www.alliedmarketresearch.com/3d-printing-market> (date de consultation : 31 janvier 2020).
- Schwab K. (2013). *Fourth Industrial Revolution*. Penguin Group. Londres (Royaume-Uni), u. a.
- Tewari D. et Baul S. (2019). Nanotechnology market size, share and trend. Disponible à l'adresse <https://www.alliedmarketresearch.com/nanotechnology-market> (date de consultation : 31 janvier 2020).
- UNESCO (2019). L'ISU publie les données nationales les plus actuelles de l'ODD 9.5 sur la R-D. Disponible à l'adresse <http://uis.unesco.org/fr/news/lisu-publie-les-donnees-nationales-les-plus-actuelles-de-lodd-9-5-sur-la-r-d> (date de consultation : 6 mai 2020).
- Wagner I. (2019). Robotics market revenue worldwide 2018-2025. Disponible à l'adresse <https://www.statista.com/statistics/760190/worldwide-robotics-market-revenue/> (date de consultation : 31 janvier 2020).