



Conseil économique et social

Distr. générale
19 avril 2018
Français
Original : anglais

Session de 2018

27 juillet 2017-26 juillet 2018

Point 5 de l'ordre du jour

Débat de haut niveau

La situation économique et sociale dans le monde, 2018 : les technologies de pointe au service du développement durable

Aperçu général*

Résumé

L'édition 2018 de *La situation économique et sociale dans le monde* revient sur les avancées des technologies de pointe, notamment l'automatisation, la robotique, les technologies d'exploitation des énergies renouvelables, les véhicules électriques, la biotechnologie et l'intelligence artificielle, et contient une analyse de leurs répercussions sur les plans économique, social et environnemental. Ces technologies offrent d'immenses possibilités pour la réalisation du Programme de développement durable à l'horizon 2030, en ce qu'elles favorisent la croissance, la prospérité et la viabilité de l'environnement. D'un autre côté, elles sont également susceptibles d'engendrer du chômage et du sous-emploi ainsi que de creuser les inégalités de revenus et de richesse, et elles suscitent de nouvelles préoccupations éthiques et morales.

Il est procédé dans l'étude à un examen des mesures prises par les pays en vue de tirer pleinement parti de ces technologies tout en atténuant leurs risques, afin de parvenir à un équilibre entre les aspects relevant de l'efficacité économique, de l'équité et de l'éthique. Il y est démontré que des mesures incitatives doivent être prises aux fins de la mise au point, de la diffusion et de l'adoption de technologies porteuses et appropriées, et qu'il convient d'investir davantage dans l'éducation, la formation professionnelle et la protection sociale.

* Le présent aperçu est un résumé des principales conclusions présentées dans *La situation économique et sociale dans le monde, 2018*.



Comme aucun pays ne peut, à lui seul, gérer les retombées des nouvelles technologies, qui transcendent les frontières nationales et sectorielles, un appel est lancé en faveur d'une action collective mondiale pour répondre au défi que représentent les avancées technologiques afin que ces dernières profitent à tous et que personne ne soit laissé de côté. La nécessité de renforcer la coopération internationale est soulignée, en particulier dans la recherche et l'élaboration de technologies essentielles au développement durable en qualité de biens communs universels, conformément à la volonté de tous les États d'assumer des responsabilités partagées et différenciées.

Introduction

Le Programme de développement durable à l'horizon 2030¹ rassemble l'humanité autour de la quête d'une aspiration commune et l'invite à s'engager sur une nouvelle voie. Les 17 objectifs de développement durable énoncés dans le Programme sont universels et complémentaires. Afin de réaliser ces objectifs ambitieux sans laisser personne de côté, il importera d'élaborer de nouvelles stratégies de développement et de trouver des moyens novateurs de mobiliser des ressources. Les technologies de pointe pourraient donner un nouvel élan aux progrès à accomplir dans la réalisation des objectifs de développement durable. On trouvera dans *La situation économique et sociale dans le monde* de 2018 une étude de la manière dont certaines nouvelles technologies² peuvent favoriser ou entraver le développement durable et une énumération des mesures susceptibles d'en élargir les avantages potentiels et d'en atténuer les éventuels effets délétères sur le développement durable.

Les objectifs de développement durable servent « l'humanité, la planète et la prospérité ». Afin d'atteindre les objectifs consistant à éliminer la faim, à réduire la mortalité maternelle et infantile, et à mettre fin à l'épidémie de sida, au paludisme et à la tuberculose, il faudra généraliser l'application des avancées technologiques réalisées en génétique et en nanomédecine. La création d'emplois décents, la construction d'infrastructures résilientes, la promotion d'une industrialisation durable supposeront le recours à l'automatisation, à l'impression 3D et à l'intelligence artificielle. Les techniques d'exploitation des énergies renouvelables permettront d'élargir l'accès à des sources d'énergie peu coûteuses et fiables et, grâce aux véhicules électriques, il pourrait être possible de réduire les émissions et de contribuer à la lutte contre les changements climatiques. Il est reconnu dans l'étude qu'un certain nombre de pays développés et quelques grands pays en développement seulement sont à la pointe de l'innovation technologique, tandis que de nombreux pays en développement, en particulier les pays les moins avancés, les pays en développement sans littoral et les petits États insulaires en développement³ continuent de faire face à des défis de taille dans l'innovation et l'adoption de nouvelles technologies. Pour réaliser le développement durable, il importera de resserrer la coopération internationale afin de concevoir, de diffuser, d'adopter et d'adapter les technologies de pointe, en tenant compte des responsabilités partagées et différenciées de tous les pays.

Dans l'histoire de l'humanité, la technologie a toujours été un catalyseur de progrès et de prospérité. Par le passé, les technologies ont évolué progressivement, et il a souvent fallu des décennies voire des siècles pour qu'elles soient diffusées et adoptées. Les changements structurels et comportementaux qui en découlent se produisent, eux, souvent rapidement. Il ressort de l'étude que les technologies de pointe se diffusent rapidement, transcendant les frontières nationales et sectorielles, ce qui représente à la fois un atout et une difficulté.

Les technologies de pointe désignent notamment des matériaux tels que le graphène et les plastiques biodégradables ; des produits et dispositifs nouveaux tels que les véhicules électriques et les panneaux solaires photovoltaïques ; des avancées scientifiques dans les domaines de l'édition génomique et de la nanomédecine ; des plates-formes de sciences participatives de plus en plus nombreuses ; de nouveaux outils et applications, y compris la chaîne de blocs, l'impression 3D, la robotique et

¹ Résolution 70/1 de l'Assemblée générale du 25 septembre 2015.

² Les termes « nouvelles technologies », « technologies naissantes », « technologies de pointe » et « avancées technologiques » sont employés indifféremment dans l'ensemble du document.

³ Dans le présent aperçu, les pays appartenant à ces catégories sont désignés sous le nom de « pays en situation particulière ».

l'intelligence artificielle. Tous ces produits, services et outils font l'objet de centaines, voire de milliers de brevets individuels.

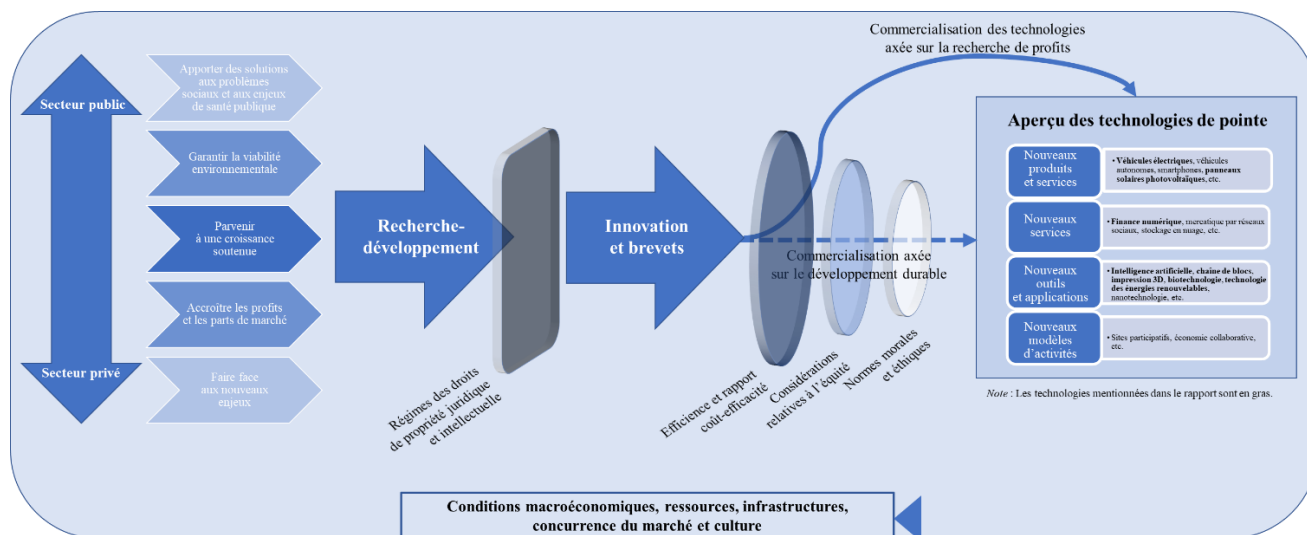
Ces technologies sont souvent interdépendantes et tributaires les unes des autres, l'évolution de l'une étant susceptible d'avoir une incidence sur beaucoup d'autres. Tout comme les avancées rapides dans les performances des transistors ont permis de concevoir des appareils plus rapides et plus petits, les progrès de l'intelligence artificielle rendront de nombreuses technologies de pointe plus intelligentes et plus efficaces.

Il est souligné dans l'étude que l'évolution technologique est rarement neutre et gratuite. En effet, si les révolutions industrielles du passé ont augmenté l'efficacité et favorisé la prospérité, elles se sont accompagnées de coûts environnementaux colossaux et ont contribué à creuser les inégalités de revenus entre les pays et les régions. Les avancées technologiques telles que l'automatisation peuvent servir les intérêts des détenteurs de capitaux, mais desservir les travailleurs et creuser les inégalités existantes dans la répartition des revenus. Elles peuvent s'accompagner de retombées et d'effets externes dans les pays et entre les pays, avec des coûts d'ajustement pénibles pour différentes catégories de population. Les technologies naissantes présentent en outre des problèmes d'ordre éthique, qui pourraient ébranler la confiance, la cohésion, la tolérance, la paix et la stabilité. À cet égard, un appel est lancé en faveur de la promotion de normes éthiques et de l'établissement d'institutions efficaces et transparentes qui orienteraient les progrès réalisés dans la conception de nombreuses technologies et favoriseraient l'avènement de sociétés pacifiques et inclusives.

Au cours des trois derniers siècles, les progrès technologiques ont permis à un nombre limité de pays de faire un bond en avant, tandis que d'autres sont restés à la traîne, comme en témoigne le grand fossé technologique qui sépare les pays aujourd'hui. Nombre de pays en développement doivent encore tirer pleinement parti d'anciennes percées technologiques. Il est précisé dans l'étude qu'il faut de toute urgence combler le fossé technologique qui subsiste entre les pays développés et de nombreux pays en développement. La facilité avec laquelle les technologies de pointe peuvent être diffusées et reproduites permet des raccourcis technologiques, mais il sera néanmoins impératif d'investir en masse dans les ressources humaines et les infrastructures dans de nombreux pays en développement afin de réduire la fracture technologique entre pays développés et pays moins avancés.

Les systèmes nationaux d'innovation jouent un rôle pivot dans l'entrée de nouvelles technologies sur le marché. Il n'existe toutefois pas de modèle unique pour mettre au point un système national d'innovation. Les secteurs public et privé jouent des rôles différents et complémentaires, qui dépendent du niveau de développement et de la structure du marché au niveau local. Il est rappelé dans l'étude qu'il convient de trouver un équilibre entre efficacité et rentabilité d'une part et équité et éthique d'autre part, afin de commercialiser des technologies adaptées, axées sur le développement durable (voir fig. I). Les systèmes nationaux d'innovation, sous-tendus par des politiques, des principes directeurs et des mesures d'incitation, peuvent être garants de cet équilibre. Un système national d'innovation pourrait présenter un avantage non négligeable pour les pays en développement en ce qu'il permettrait aux entreprises locales d'adopter les technologies les plus essentielles à la réalisation de leurs priorités en matière de développement durable. Des investissements ciblés en recherche-développement (R-D) peuvent aider ces pays à combler les fossés technologiques et à passer directement à l'utilisation de technologies naissantes.

Figure I
Processus de mise au point des technologies de pointe



Source : Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies.

Note : Le vaste champ d'application des technologies de pointe ainsi que la rapidité avec laquelle elles sont diffusées par-delà les frontières nationales influent sur l'efficacité et les principes d'équité et d'éthique et exigent dès lors que des mesures soient prises à l'échelle mondiale. Les responsabilités nationales demeurent primordiales, mais aucun pays ne peut à lui seul exploiter tout le potentiel des technologies naissantes ni en atténuer les risques. Il ressort de l'étude qu'il est impératif de coopérer efficacement au niveau international dans le but de gérer les avancées des technologies de pointe, de garantir que les progrès réalisés respectent les normes éthiques universelles et de veiller à la concurrence loyale dans le secteur de la technologie. L'instauration de nouvelles normes relatives à la gouvernance d'entreprise, à la responsabilité sociale des entreprises et à la protection des consommateurs peut être un moyen de veiller à ce que les nouvelles technologies favorisent l'équité et la justice sociale. Si les régimes de propriété intellectuelle jouent un rôle de premier plan dans la stimulation de l'innovation, une plus grande flexibilité la généralisation des technologies, notamment celles pouvant favoriser le développement durable, ne peut se faire sans une plus grande souplesse. Le renforcement de la coopération internationale en matière de fiscalité peut offrir une nouvelle source essentielle de recettes issues de l'économie numérique afin de garantir une protection sociale et un revenu minimum de base, en particulier aux personnes touchées par les effets délétères des technologies de pointe.

I. Les technologies de pointe, précurseurs de la prospérité

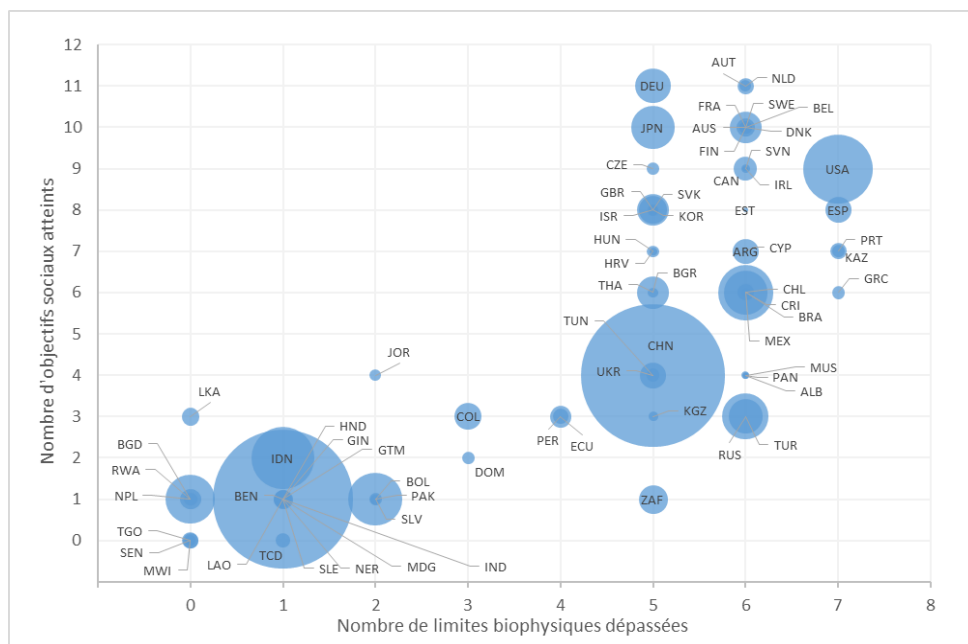
Les technologies jouent un rôle décisif dans l'histoire de l'humanité. Elles permettent de sauver des millions de vies, d'élever les niveaux d'instruction, d'améliorer la communication et la connectivité et de réduire les coûts de biens et de services toujours plus performants. L'invention de l'imprimerie a facilité la transmission des connaissances à travers les époques et partout dans le monde et façonné le savoir mondial. Les chemins de fer, en élargissant le champ d'action des sociétés et la portée du commerce, ont favorisé l'émergence de nouvelles économies nationales et identités géopolitiques. L'avènement de la télévision et d'Internet a permis de rapprocher les cultures, révolutionnant ainsi la communication et le divertissement mais aussi la nature même des interactions humaines.

Pour autant, l'humanité reste confrontée au problème épineux du développement durable qui consiste à assurer l'alimentation, la santé et l'éducation pour tous, tout en générant une croissance sans exclusion, en garantissant une utilisation durable des ressources naturelles, en luttant contre les changements climatiques et en édifant des sociétés pacifiques.

Le coût historiquement élevé de la prospérité

Par le passé, le progrès et la prospérité ont eu un prix : le dépassement des limites biophysiques de la consommation d'eau, des émissions de CO₂, de l'exploitation de la biomasse⁴ ainsi que les empreintes phosphore et azote, entre autres, et les impacts écologiques. Les pays qui ont progressé dans la réalisation de nombreux objectifs socioéconomiques – amélioration du bien-être, de l'espérance de vie en bonne santé, de la nutrition, de l'assainissement, de l'accès à l'énergie, de l'éducation, des aides sociales, de l'égalité, de la hausse des revenus et des emplois – ont, dans le même temps, transgressé un plus grand nombre de limites biophysiques (voir fig. II). O'Neill *et al.* (2018)⁵ ont constaté que la réalisation d'un plus grand nombre d'objectifs de développement ne pourra se faire sans l'utilisation de deux à six fois plus de ressources que le niveau prescrit pour une gestion durable, sauf si l'utilisation des technologies indiquées connaît des améliorations notables. La durabilité de la planète dépendra essentiellement de la capacité des technologies de pointe d'assurer la prospérité et le bien-être sans dépasser davantage les limites biophysiques.

Figure II
Rapport entre le dépassement des limites biophysiques et les objectifs sociaux atteints, par pays



Source : Département des affaires économiques et sociales de l'ONU, à partir des informations disponibles à l'adresse suivante : <https://goodlife.leeds.ac.uk/download-data/>, de Daniel W. O'Neill *et al.*, « A good life for all within planetary boundaries », *Nature Sustainability*, vol. 1, n°2 (février 2018), p. 88 à 95. DOI : 10. S41893 1038/-018-0021-4 (uniquement en anglais).

Note : Seuls 70 pays pour lesquels les données sont complètes ont été représentés. La taille de chaque cercle représente la population totale du pays correspondant.

⁴ Quantité de biomasse utilisée dans l'agriculture et la sylviculture ou perdue en raison des changements d'affectation des terres.

⁵ Daniel W. O'Neill *et al.*, « A good life for all within planetary boundaries », *Nature Sustainability*, vol. 1, n°2 (février 2018), p. 88 à 95. DOI : 10.1038/S41893-018-0021-4. Les données peuvent être consultées à l'adresse suivante : <https://goodlife.leeds.ac.uk/download-data/> (uniquement en anglais).

Possibilités offertes par les technologies de pointe

Les technologies de pointe offrent d'immenses possibilités pour améliorer le bien-être de l'humanité. Par le renforcement de la capacité productive et la création de nouveaux modèles d'activités et d'entreprises, elles ouvrent la voie à la croissance et à la création d'emplois et de richesses et pourraient également permettre aux pays de connaître davantage de prospérité sans outrepasser les limites biophysiques. Les technologies envahissent les domaines dans lesquels les compétences humaines étaient auparavant jugées indispensables, complétant ou remplaçant l'intelligence humaine tout comme les machines avaient remplacé la force musculaire lors de la première révolution industrielle. De vastes réseaux sociaux sont nés des progrès de la puissance de calcul, du stockage et de la vitesse de traitement des données ainsi que de l'utilisation d'algorithmes aux fins de l'analyse de données, créant ainsi des lieux d'échanges d'idées et offrant des perspectives à des milliards d'individus⁶. L'Internet des objets laisse entrevoir un avenir où des machines intelligentes interconnectées seront dotées de capteurs permettant de contrôler les conditions de vie des êtres humains et l'état des machines, ainsi que leurs interactions, transformant de ce fait radicalement les modes de consommation et de production.

L'intelligence artificielle augure une prise de décision plus éclairée et une croissance économique plus soutenue. Les drones permettent un meilleur suivi en temps réel des zones sinistrées et des conflits. Dans le secteur de la finance, les technologies numériques facilitent les paiements, l'épargne et le fonctionnement des marchés des crédits et des assurances, ce qui a des répercussions non négligeables sur les populations pauvres et mal desservies.

Dans le domaine de la génétique, les nouvelles techniques permettent de manipuler les systèmes biologiques, notamment le génome humain, et ouvrent la voie à une médecine de précision personnalisée et à de très nombreux nouveaux traitements pour les maladies et les épidémies. Il pourrait être possible, grâce à la biotechnologie, de concevoir des variétés de semences résistantes aux maladies et aux intempéries, ce qui multiplierait le rendement agricole. Les technologies des énergies renouvelables suscitent de grands espoirs en matière de réduction des émissions et d'atténuation de la dégradation de l'environnement. Les progrès faits dans la conversion et le stockage d'électricité pourraient bientôt permettre aux énergies renouvelables (d'origine solaire, éolienne, marine, hydroélectrique, géothermique et issues de la biomasse) de concurrencer les combustibles fossiles. Grâce aux plastiques biologiquement inoffensifs et biodégradables, il est possible de réduire considérablement la pollution causée par le plastique, tout en renforçant l'efficacité des ressources. Ils peuvent aider à concrétiser la vision d'une économie circulaire, dans laquelle les matériaux retrouvent leur forme initiale après avoir rempli le rôle qui leur était destiné, sans pollution ni déperdition.

Les technologies de pointe peuvent également se renforcer mutuellement, ce qui maximise les gains d'efficacité. Le recours à l'intelligence artificielle est déjà très répandu sur les médias sociaux et les sites participatifs, transcendant les frontières sectorielles et transformant le comportement des consommateurs. La publicité ciblée, qui tient compte des achats et des préférences de l'utilisateur, génère une nouvelle demande. Grâce à l'acquisition progressive de nouvelles aptitudes cognitives, l'apprentissage automatique gagne en profondeur et en intelligence. Des études sont déjà en cours pour doter l'intelligence artificielle de bon sens. Un drone réalisé avec une imprimante 3D et doté d'intelligence artificielle pourrait être capable de livrer

⁶ Voir Organisation Nations Unies, Département des affaires économiques et sociales, « Global Sustainable Development Report 2016 » (New York, juillet 2016) Rapport disponible à l'adresse suivante : <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=400&nr=2328 &menu=1515>.

des médicaments de précision à un groupe de population ciblé ou de pulvériser une quantité « intelligente » de semences, d'engrais et de pesticides en fonction des conditions météorologiques, du niveau d'humidité et de la teneur en nutriments du sol. L'intelligence artificielle, rendue plus performante par les progrès rapides du stockage, du traitement et de la transmission des données, pourrait sous-tendre toutes les activités économiques de la même manière que l'Internet a transformé les interactions économiques et sociales au cours des deux dernières décennies. La réalisation du Programme 2030 nécessitera d'exploiter et de gérer les progrès accomplis dans les technologies de pointe en faveur d'une croissance économique inclusive, soutenue et durable.

Technologies de pointe : des compromis difficiles

Les évolutions technologiques exigent toujours de rechercher des compromis difficiles entre efficacité et équité. Ces compromis sont devenus particulièrement importants au regard du Programme de développement durable à l'horizon 2030, dans lequel les États se sont engagés à ne laisser personne de côté. De nombreuses technologies de pointe soulèvent également des questions épineuses sur les plans de l'éthique et de la morale.

L'intelligence artificielle et la robotique peuvent compléter ou renforcer les capacités humaines, qu'elles soient mentales ou physiques, et augmenter la productivité. Dans le même temps, elles peuvent réduire considérablement, voire éliminer, les besoins en main-d'œuvre et créer ainsi du sous-emploi et du chômage. Un niveau avancé d'automatisation touchera les travailleurs des pays à la pointe de la technologie de manière directe et disproportionnée, et ceux des pays en développement par l'intermédiaire des circuits commerciaux. Si l'édition du génome peut considérablement améliorer les soins de santé et la longévité, elle peut également entraîner à terme une transmutation de l'espèce humaine même ou ouvrir la voie à de dangereux agents pathogènes. Bien que les réseaux sociaux réunissent les sociétés et les groupes, les données des utilisateurs peuvent également être collectées dans le but de diffuser certaines opinions et de vendre des produits, ou encore instrumentalisées pour créer des clivages sociaux et politiques. Il est essentiel que les droits de propriété clairement soient clairement définis et les mesures de protection de la vie privée clairement établies pour empêcher l'utilisation involontaire ou non autorisée des données. Les algorithmes fondés sur les mégadonnées peuvent reproduire la subjectivité des données sous-jacentes et, ce faisant, soulever de graves questions éthiques quant à la prise de décisions fondées sur des algorithmes. Les algorithmes d'apprentissage automatique, par exemple, peuvent reconnaître et exploiter un lien entre le niveau d'instruction et le lieu de résidence ou d'autres informations démographiques, renforçant potentiellement les préjugés raciaux et autres.

Alors que ces technologies passent du stade de la recherche à celui de l'application, elles transforment, voire perturbent, les modèles d'activité et les normes sociales. De nouveaux modèles d'activité fondés sur l'économie partagée décentralisent les capitaux et déconstruisent les relations établies entre employeur et employé, ce qui a de lourdes conséquences sur les revenus du travail, la protection sociale et la répartition des revenus. Certains changements peuvent être progressifs, ou même imperceptibles, tandis que d'autres sont soudains et flagrants. Les entreprises qui conçoivent et exploitent de nouvelles technologies peuvent également jouir d'une emprise excessive sur le marché, nuisant en cela à la concurrence et aux futures innovations.

L'économie des données transcende les divisions politiques et sectorielles. Les droits de propriété sur les données recueillies sur les réseaux sociaux, les sites de vente au détail et les sites participatifs ne sont pas clairement définis alors que ces

données sont essentielles pour faire progresser l'apprentissage automatique et l'intelligence artificielle. En outre, en l'absence de réglementations claires et éthiques, les utilisateurs des pays en développement peuvent être amenés à tester la version bêta de nombre de technologies de pointe. Dans l'économie des données, les individus sont à la fois producteurs et consommateurs. Il convient donc d'assurer la sécurité et la confidentialité des données pour préserver l'intégrité de l'économie numérique, qui progresse grâce aux avancées technologiques. Un consensus mondial sur la propriété des données et des directives déontologiques et juridiques appropriées seront primordiaux pour garantir l'application du principe de responsabilité et prévenir la concentration excessive du pouvoir d'intervention sur le marché.

Les nouvelles technologies peuvent également aggraver la fracture technologique entre les pays et entre les différents groupes de population à l'intérieur des pays et creuser les inégalités de revenus. Certains pays et entreprises adopteront facilement des technologies de pointe, tandis que beaucoup d'autres continueront de se heurter à des difficultés d'accès à l'électricité, à la connectivité, à l'eau, aux structures d'assainissement et à des services de santé de base. L'intelligence artificielle et d'autres avancées technologiques peuvent profiter de façon disproportionnée à un petit nombre de pays développés et de grands pays en développement, et accentuer la fracture technologique.

Par le passé, les technologies atteignaient les pays et les sociétés avec un certain décalage, ce qui permettait aux responsables d'en anticiper les effets et de mettre en place des mesures appropriées visant à en atténuer les incidences négatives. Toutefois, les nouvelles technologies sont désormais diffusées et adoptées à un rythme effréné jusque dans les sociétés les plus reculées, prenant souvent les décideurs au dépourvu. Au vu des retombées mondiales de nombre de ces technologies, la coopération internationale en matière de gestion de leurs effets n'est pas un choix, mais une nécessité.

II. Technologies de pointe : avantages et inconvénients

Les technologies naissantes influenceront sur les sociétés et les pays de diverses manières. Elles auront une forte incidence sur de nombreux pays développés, en particulier les pionniers de l'innovation et de la mise en pratique de ces technologies. Elles auront également des retombées importantes sur le reste du monde, ouvrant à la fois de nouvelles possibilités de développement tout en apportant de nouvelles difficultés, notamment dans le cas des pays en situation particulière. Il sera indispensable pour les pays à la pointe de l'innovation de créer des emplois décents et de limiter les inégalités, tout en protégeant l'environnement et en veillant à la cohésion et à la stabilité sociales. Il reste prioritaire pour les pays en développement, notamment ceux en situation particulière, d'instaurer des conditions propices aux technologies anciennes et nouvelles, d'éliminer la faim, d'améliorer la sécurité alimentaire et la santé et de garantir la sécurité énergétique.

Les gouvernements des pays développés devront également investir dans les compétences, l'éducation et la protection sociale afin que les gains d'efficacité et de productivité soient contrebalancés par des préoccupations éthiques et des normes déontologiques, de façon à garantir un revenu minimum de base, le libre arbitre, la transparence et l'application du principe de responsabilité.

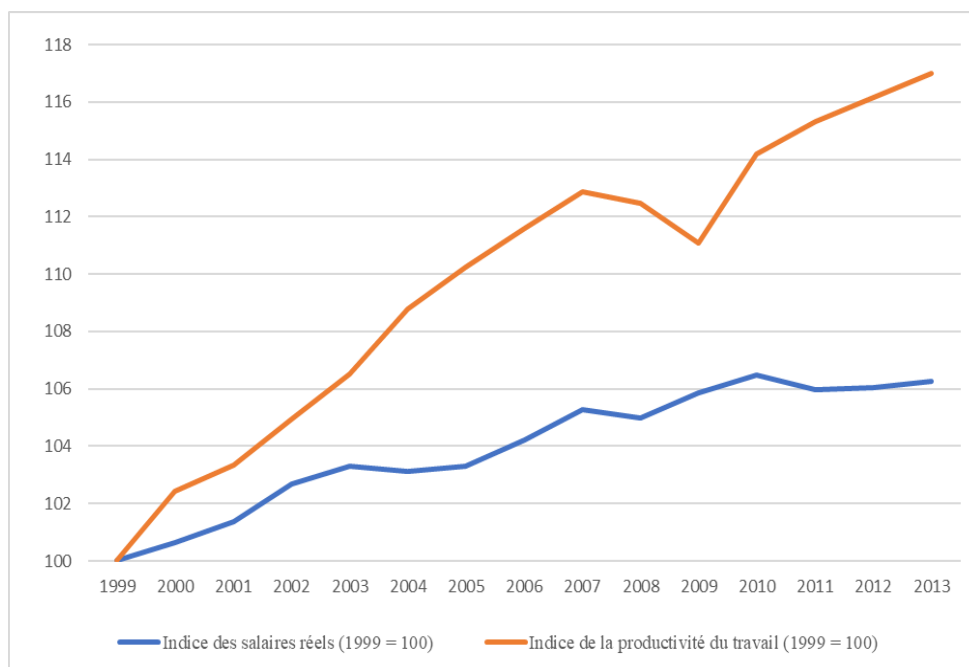
L'adoption de certaines nouvelles technologies peut cependant permettre à des pays en développement de renforcer leur efficacité économique, la durabilité environnementale et la prestation des services de santé et d'éducation et ainsi d'améliorer l'inclusion et l'équité. Pour accélérer la réalisation du développement durable, il faudra investir dans des infrastructures matérielles (ordinateurs, réseaux à

haut débit et marchés) et l'éducation, renforcer les capacités de recherche-développement en matière de duplication, d'adaptation et de diffusion des technologies, ainsi que mettre en place des cadres institutionnels et réglementaires pour maximiser la contribution des nouvelles technologies au développement durable, tout en éliminant les obstacles à l'adoption de technologies existantes.

Création d'emplois décents et maîtrise des inégalités

Dans les pays à la pointe de la technologie, les progrès rapides de l'intelligence artificielle et de la robotique sont une véritable aubaine pour le développement durable, en ce qu'ils permettent d'étendre l'automatisation à de nouveaux domaines de travail, offrant ainsi des possibilités immenses de générer des gains de productivité, d'augmenter les salaires et de garantir un travail décent. L'automatisation signifiera certes la suppression de certaines tâches, voire la disparition de professions entières, mais les gains de productivité peuvent avoir des effets d'entraînement sur d'autres secteurs, telle qu'un accroissement de la demande pour des tâches qui ne peuvent être automatisées car elles exigent bon sens, adaptabilité, empathie et créativité. Le rythme et la progression de l'automatisation détermineront le type et le nombre d'emplois dans l'économie future. En revanche, la différence croissante entre l'amélioration de la productivité et les salaires réels (voir fig. III) fait craindre que l'augmentation de la productivité grâce à l'automatisation ralentisse encore la croissance des salaires. Nombre de nouveaux emplois, notamment dans le domaine de l'intelligence artificielle, exigeront des niveaux plus élevés de connaissances et de compétences, mais les systèmes éducatifs n'ont pas forcément les moyens d'anticiper la demande croissante de compétences nouvelles, ni d'y répondre.

Figure III
Salaires moyens et productivité du travail dans certains pays du G20 (1999-2013)



Source : Organisation internationale du Travail, *Rapport mondial sur les salaires 2014/15 : salaires et inégalités de revenus* (Genève, Bureau international du Travail, 2015).

Note : Les données portent sur les pays suivants : Allemagne, Australie, Canada, États-Unis d'Amérique, France, Italie, Japon, République de Corée et Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord. La croissance des salaires réels est calculée en faisant la moyenne pondérée de la croissance des salaires mensuels moyens réels d'une année sur l'autre dans les pays avancés du G20 (pour une description de la méthode, voir Organisation internationale du Travail, *Rapport mondial sur les salaires 2014/15*, appendice I). L'année de référence pour l'indice est 1999 en raison de la disponibilité des données.

Les ajustements des marchés du travail découlant de l'automatisation (réduction ou augmentation de la demande de main-d'œuvre selon les secteurs) peuvent prendre des années, voire des décennies, tout en aggravant fréquemment le chômage et les inégalités à court et à moyen termes. Les pertes d'emplois dans les secteurs moyennement spécialisés peuvent ne pas être suffisamment compensées par les emplois relativement mal payés et peu qualifiés créés dans des secteurs à faible productivité. Bien que l'effet net de l'automatisation sur l'emploi total puisse être nul, les effets sur le salaire moyen peuvent eux être négatifs, ce qui contribue à réduire la part des revenus du travail (c'est-à-dire la part du produit intérieur brut (PIB) allant à la rémunération du travail) et à creuser les inégalités de revenus. L'informatisation et la robotisation de l'économie, qui s'étendent à mesure que l'intelligence artificielle, l'apprentissage automatique et la robotique progressent, sont clairement un facteur clef de la polarisation des marchés du travail observée au cours des dernières décennies dans des pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) (voir fig. IV). Des travaux menés en 2016 par la Banque mondiale⁷ indiquent que, depuis le milieu des années 90, les marchés du

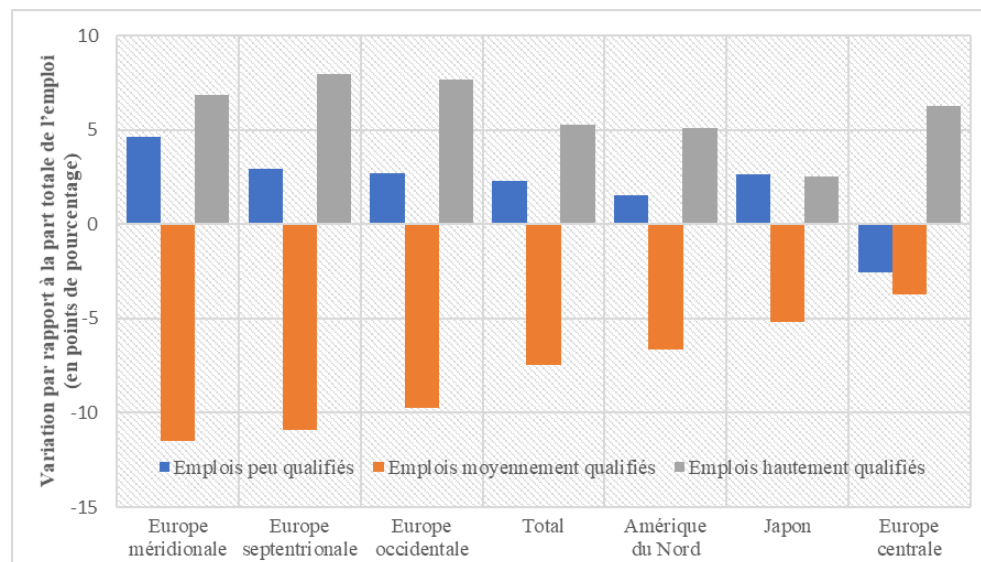
⁷ Voir Banque mondiale, *World Development Report 2016 : Digital Dividends* (Washington, 2016). DOI : 10.1596/978-1-4648-0671-1.

travail sont également devenus plus polarisés dans de nombreux pays en développement.

Les changements technologiques favorisant les plus qualifiés et la polarisation des marchés du travail ont considérablement influencé les inégalités salariales. Dans la plupart des pays développés, l'inégalité salariale est plus marquée aujourd'hui qu'il y a 40 ans, la majeure partie de cette augmentation étant survenue dans les années 80 et 90. Une nouvelle vague d'automatisation pourrait aggraver les inégalités salariales en modifiant la répartition entre le capital et les revenus du travail. Depuis les années 90, dans les pays avancés, la part des revenus du travail a régulièrement reculé. Dans certains pays émergents, notamment en Asie et en Afrique du Nord, la baisse de la part des revenus du travail est encore plus marquée que dans les pays de l'OCDE.

Figure IV

Polarisation des compétences sur les marchés du travail des pays de l'OCDE (1995-2015)



Source : Département des affaires économiques et sociales, sur la base des données des *Perspectives de l'emploi de l'OCDE 2017* (Paris, 2017).

Les pays qui tirent parti des possibilités d'automatisation devront faire des efforts concertés pour protéger les travailleurs qui en subissent les conséquences et contrer les inégalités salariales et les inégalités de revenus. Cela est indispensable non seulement pour parvenir à une croissance inclusive et au développement durable, mais également pour garantir la paix et la stabilité. Il sera primordial d'investir dans l'apprentissage de compétences et la formation ainsi que dans le renforcement des institutions du marché du travail et des dispositifs de protection sociale. Les politiques de redistribution, c'est-à-dire l'extension de la protection sociale et la garantie d'un revenu minimum de base, permettront d'atténuer les effets néfastes des ajustements du marché du travail et de stabiliser, voire de réduire, les inégalités de revenus.

Création de conditions propices

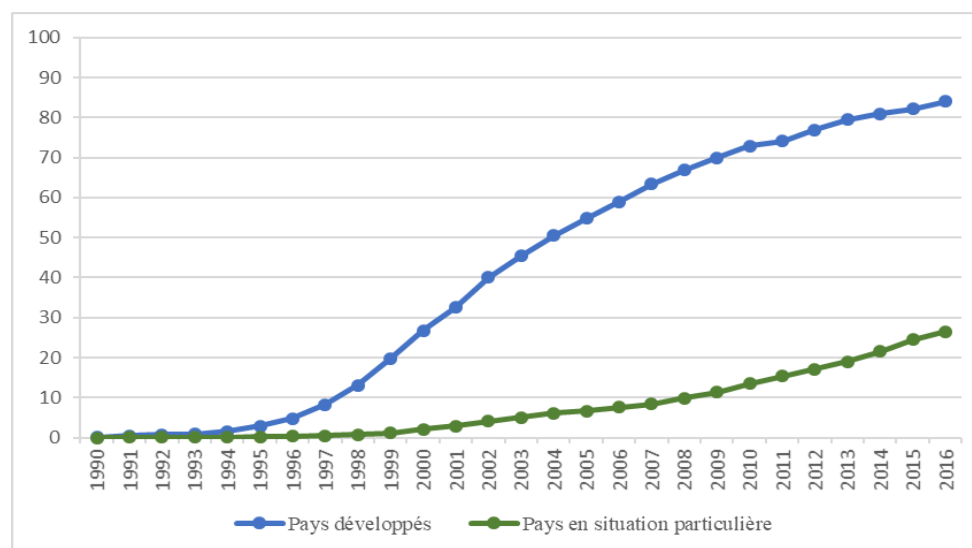
Si la promesse de nouvelles technologies est séduisante, de nombreux pays en développement n'ont pas encore tiré parti des technologies existantes. Environ 1,1 milliard d'habitants de ces pays n'ont toujours pas accès à l'électricité et 2,5 milliards vivent dans des zones où le réseau est défaillant et les coupures de

courant fréquentes⁸. Les agriculteurs de subsistance de ces économies continuent de s'appuyer exclusivement sur le travail manuel et les animaux de trait. L'accès à l'eau potable et aux installations d'assainissement améliorées reste insuffisant pour presque 30 % de la population des pays les moins avancés.

Un groupe de la population privé d'électricité, d'eau salubre et d'installations d'assainissement améliorées ne peut acquérir le niveau d'éducation ni les compétences nécessaires pour utiliser les technologies de pointe, et encore moins faire progresser ou adapter ces technologies pour satisfaire les besoins locaux. Internet a permis aux populations et aux entreprises des zones isolées de rejoindre la société mondiale de l'information et est devenu un outil important pour l'apprentissage et le développement du capital humain. Pourtant, plus de la moitié de la population mondiale, la majorité vivant dans les pays les moins avancés, n'utilise toujours pas cet outil. L'utilisation d'Internet varie considérablement entre les pays développés et les pays en développement en situation particulière (voir fig. V), mais aussi à l'intérieur des pays, entre les hommes et les femmes, les zones urbaines et les zones rurales et les jeunes et les personnes âgées. De fait, l'application de nouvelles technologies fondées sur les données se trouvera compromise par le faible niveau d'accès à Internet dans de nombreux pays en développement.

Figure V

Pourcentage de la population utilisant Internet dans les pays développés et les pays en situation particulière (1990-2016)



Source : Département des affaires économiques et sociales, sur la base des indicateurs du développement dans le monde.

Le développement, la duplication, l'adaptation et la diffusion de nouvelles technologies exigeront d'améliorer les connaissances et les compétences de la population et de mettre en place des mesures de politique générale et d'incitation appropriées, ainsi qu'un cadre institutionnel favorable. Nombre de pays en développement devront redoubler d'efforts pour créer les conditions qui permettront

⁸ Voir « A brightening continent: solar is giving hundreds of millions of Africans access to electricity for the first time (special report) », *The Economist*, 15 janvier 2015. Disponible à l'adresse suivante : <http://www.economist.com/news/special-report/21639018-solar-giving-hundreds-millions-africans-access-electricity-first>.

d'accélérer le développement du capital humain, essentiel pour tirer parti des avancées technologiques. Ces pays auront également besoin d'éliminer ou d'assouplir les contraintes qui pèsent sur l'accès aux technologies existantes, y compris en matière d'électricité, d'eau et d'assainissement, soit le minimum requis pour assurer des moyens de subsistance décents et productifs.

De nombreux pays en développement devront également élaborer des cadres réglementaires et institutionnels appropriés pour gérer le déploiement et l'application des technologies de pointe. La décentralisation du capital, mise en évidence par les plateformes de services participatifs, expose les prestataires de services à de nouveaux types de risques et d'incertitudes. Ces prestataires ne bénéficient ni de protection de l'emploi, ni de sécurité du revenu, ni d'avantages sociaux, alors que les propriétaires des plateformes profitent de la plupart des excédents. Souvent, la protection des consommateurs est également faible, ouvrant la voie à une discrimination en matière de prix, à la fraude et à l'exploitation. En outre, des directives éthiques et des cadres juridiques sont nécessaires pour veiller à ce que les produits et services ne soient pas testés dans les pays en développement auprès de consommateurs qui ne se doutent de rien.

Les pays en développement devront également renforcer leurs systèmes d'innovation afin d'améliorer la coordination des politiques, de faciliter l'échange d'informations et de réduire les doubles emplois et le gaspillage. Au vu de la forte asymétrie de l'information, les entreprises de ces pays peuvent involontairement répéter des efforts déjà faits par d'autres sociétés en vue de développer une technologie. Elles peuvent également gaspiller des ressources déjà maigres à mettre au point une nouvelle technologie de A à Z, ignorant qu'elles peuvent adapter à faible coût des technologies existantes. Le bon fonctionnement du système national d'innovation devrait aussi faciliter les échanges d'informations et de connaissances, notamment en ce qui concerne les brevets et leurs coûts, pour permettre aux entreprises de se doter de nouvelles technologies à un prix raisonnable.

Pour que les pays en développement puissent parvenir au développement durable, il devront avoir facilement accès à la fois aux technologies existantes et aux technologies naissantes. Afin de réduire la fracture technologique et d'élargir l'accès aux technologies, il restera impératif de mettre en place un régime de propriété intellectuelle qui aille dans le sens des principaux objectifs de développement durable en matière de sécurité alimentaire, de santé et d'environnement. Un consensus international sur le traitement de certaines technologies en tant que biens publics mondiaux, sur la base du principe des responsabilités communes à tous les États mais différenciées, garantira que le développement durable profite à tous.

Éliminer la faim et améliorer la sécurité alimentaire et la santé

Les pays en développement, notamment de nombreux pays en situation particulière, sont en butte à un déficit chronique de production alimentaire. Les sécheresses, les inondations et les attaques des ravageurs détruisent souvent les récoltes et aggravent la faim et la malnutrition. Les pénuries alimentaires entraînent souvent un affaiblissement du système immunitaire, posant ainsi un problème de santé publique. Cependant, les avancées biotechnologiques peuvent améliorer sensiblement la sécurité alimentaire et les soins de santé. Le bioenrichissement génétique des cultures vivrières peut contribuer à réduire les carences en oligoéléments et atténuer les effets de la malnutrition par une augmentation de l'apport nutritionnel des aliments. L'analyse de grands ensembles de données démographiques et l'utilisation de l'intelligence artificielle aux fins du recensement des principales tendances et difficultés peut compléter les avancées biotechnologiques et favoriser ainsi leur application à des groupes de population cibles présentant des carences en

oligoéléments. De même, les drones peuvent faciliter le transport des semences et des cultures vivrières bioenrichies vers des zones qui seraient autrement inaccessibles du fait de l'insuffisance des réseaux routiers.

La biotechnologie peut également permettre d'établir un diagnostic plus précis, favorisant ainsi un traitement rapide des maladies, limitant leur transmission et prévenant le gaspillage des ressources. Par exemple, certains vaccins recombinants contre le paludisme et l'hépatite disponibles à un coût bien inférieur à celui des médicaments standards importés ont été testés dans certains pays en développement avec des résultats prometteurs. Le recensement des substances et agents végétaux ayant des propriétés curatives en vue de la fabrication de médicaments dérivés de plantes peut grandement faciliter la production de médicaments et de vaccins abordables ainsi que le développement d'une industrie pharmaceutique à l'échelle nationale⁹. Cependant, l'absence de marchés, les problèmes liés à la sécurité biotechnologique et à la bioéthique ainsi que le manque d'information du public sont autant d'obstacles qui compromettent les perspectives concernant les médicaments dérivés de plantes. L'adoption de politiques en matière de sécurité biotechnologique pour les plantes transgéniques de première génération, qui sont classées dans la catégorie des organismes génétiquement modifiés, et la mise en place de cadres institutionnels peuvent favoriser la production de médicaments dérivés de plantes et aider à obtenir des résultats durables dans le domaine de la santé. Les pays en développement peuvent également tirer profit des avancées accomplies dans les domaines de la nanotechnologie, des technologies de précision et de l'intelligence artificielle pour rendre les médicaments dérivés de plantes commercialement viables pour leurs populations vieillissantes.

Efficacité économique et protection de l'environnement

Plusieurs pays prennent des mesures concrètes de réduction de leurs émissions de CO₂ et d'amélioration de la viabilité environnementale, conformément aux engagements pris dans le cadre de l'Accord de Paris, conclu au titre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques¹⁰, et du Programme 2030. Les grands pays connaissant un essor économique, notamment le Brésil, la Chine et l'Inde, s'emploient eux aussi à réduire leurs émissions de CO₂ et plusieurs d'entre eux donnent la priorité à la mise au point et à l'utilisation de véhicules électriques pour atteindre les objectifs de réduction des émissions¹¹. Les véhicules électriques sont considérés comme une innovation importante pour aider à atteindre les objectifs de réduction des émissions de CO₂ fixés dans le cadre de l'Accord de Paris, principalement parce la quantité de CO₂ rejetée dans leurs gaz d'échappement est extrêmement faible. Ils sont par ailleurs efficaces d'un point de vue économique en raison de leurs faibles coûts variables (carburant) et de leur participation à l'amélioration de la viabilité environnementale.

Bon nombre de pays mettent en place des mesures d'incitation directe et indirecte à utiliser des véhicules électriques. Les mesures d'incitation financière consistent notamment à supprimer ou à réduire certaines taxes, tandis que les mesures d'incitation indirecte consistent à autoriser ces véhicules à circuler dans les zones urbaines d'accès restreint, à accéder à des aires de stationnement réservées et à utiliser les couloirs d'autobus et les voies réservées aux véhicules de transport collectif.

⁹ Voir Ameenah Gurib-Fakim et Jacobus Nicolaas Eloff (sous dir.), *Chemistry for Sustainable Development in Africa* (Berlin, Springer-Verlag, 2013).

¹⁰ Recueil des Traités des Nations Unies, n^o 54113 (vol. non encore déterminé).

¹¹ Les véhicules électriques dont il est question dans la présente section sont alimentés par des batteries ou des panneaux solaires ou au moyen de la conversion d'un combustible (principalement l'hydrogène) en électricité à l'aide d'un générateur électrique.

Beaucoup de gouvernements accordent également un appui direct aux activités de recherche-développement dans le domaine des véhicules électriques. Cependant, l'utilisation de ces derniers ne se traduit pas nécessairement par une réduction des émissions de CO₂ et d'autres gaz à effet de serre, qui résulte de la quantité totale d'émissions durant le cycle de vie d'un véhicule (fabrication, production de la batterie, utilisation, entretien, mise au rebut et consommation d'énergie pendant toute la durée de vie). La réduction des émissions est maximale lorsqu'un véhicule électrique utilise exclusivement l'énergie renouvelable, qui ne représente actuellement que 20 % de l'énergie totale produite dans le monde. Grâce à l'impression 3D pour fabriquer des véhicules électriques, et à l'intelligence artificielle pour les conduire, il pourrait être possible de réduire davantage la quantité totale d'émissions pendant leur durée de vie et d'améliorer leur efficacité économique.

Le poids des véhicules électriques sur l'économie en général dépend également du choix des consommateurs de les adopter comme principal moyen de transport. Cependant, pour beaucoup d'utilisateurs habitant dans les pays constitués de zones rurales très étendues, les véhicules électriques ne sont pas une option viable du fait de leur faible autonomie et du nombre limité de bornes de recharge électriques. Par ailleurs, en raison de leur prix élevé, les véhicules électriques sont uniquement à la portée des plus aisés et les mesures d'incitation financière finissent par profiter aux riches, ce qui soulève des questions d'équité. Des investissements supplémentaires visant à accroître la capacité des batteries, à réduire le prix des véhicules électriques, à installer des bornes de recharge et à étendre l'utilisation des énergies renouvelables permettront de développer la durabilité de ces véhicules.

Garantir la sécurité énergétique

Les pays en développement, notamment ceux qui sont en situation particulière, doivent relever le défi majeur consistant à garantir la sécurité énergétique et à élargir l'accès à une électricité abordable afin d'encourager l'instruction scolaire, la formation professionnelle et l'accumulation de capital humain. La part de l'énergie renouvelable est particulièrement faible dans beaucoup de pays en développement. Les technologies d'exploitation des énergies renouvelables ont la capacité de générer une production 3 000 fois supérieure à celle nécessaire pour satisfaire aux besoins énergétiques mondiaux actuels¹². Elles peuvent offrir des solutions gagnant-gagnant, notamment dans les pays en développement ayant un déficit énergétique, en améliorant l'efficacité, en créant des emplois, en favorisant l'inclusion sociale et l'équité, ainsi qu'en réduisant les émissions de gaz à effet de serre et en promouvant la viabilité environnementale. Dans les zones reculées non raccordées aux réseaux, il est possible d'utiliser des technologies d'exploitation des énergies renouvelables domestiques autonomes et d'installer, par exemple, des panneaux solaires photovoltaïques et des turbines éoliennes au plus près de la source de la demande, ce qui permet de réduire les coûts de distribution et de transmission, ainsi que les pertes d'énergie et de capacités.

Le coût élevé des technologies d'exploitation des énergies renouvelables reste rédhibitoire, en particulier dans les pays en développement qui n'ont pas la marge de manœuvre budgétaire leur permettant de mettre en place des mesures d'incitation financière au développement, à la diffusion et à l'adoption de ces technologies. Dans les pays développés, les ménages sont généralement plus au fait des avantages et des inconvénients des technologies d'exploitation des énergies renouvelables, ont une

¹² Omar Ellabban, Haitham Abu-Rub et Frede Blaabjerg, « Renewable energy resources: current status, future prospects and their enabling technology », *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 39 (C) (novembre 2014), p. 748 à 764.

plus grande conscience des problèmes environnementaux, et il leur est plus facile de passer aux énergies renouvelables. En revanche, les ménages pauvres des pays en développement n'ont souvent pas accès aux informations ni aux connaissances nécessaires et ils peuvent être réticents à passer aux énergies renouvelables en raison des coûts d'installation ponctuels, plus élevés que pour les sources d'énergie classiques, sans tenir compte des économies qu'elles leur permettraient de réaliser sur le long terme. En outre, ils peuvent ne pas voir en ces techniques des sources d'énergie fiables, notamment durant les premières étapes de leur mise en œuvre dans une collectivité. Il est donc nécessaire de susciter la confiance dans une nouvelle technologie. Investir, au niveau local, dans la diffusion d'informations sur le rapport coût-efficacité des technologies d'exploitation des énergies renouvelables pourrait faciliter leur adoption généralisée. Il est également indispensable, dans bon nombre de pays en développement, de mettre en place des mesures d'incitation financière visant à promouvoir ces technologies comme moyen principal de parvenir à la sécurité énergétique et au développement durable.

Assurer la cohésion sociale, la paix et la stabilité

Dans un contexte marqué par des problèmes environnementaux persistants, une montée des inégalités de revenus et un sentiment grandissant d'insécurité économique, tous les pays doivent mener une action concertée pour garantir la stabilité, la paix et l'harmonie.

Les médias sociaux, par exemple, ont profondément modifié les relations sociales, améliorant ainsi la sociabilité et la participation citoyenne ainsi que la fréquence, voire le degré, des interactions. Cependant, l'utilisation des médias sociaux a peut-être accentué l'isolement et l'aliénation sociale ainsi que le retrait de la société. Les algorithmes grâce auxquels fonctionnent ces médias déterminent le contenu et la séquence des informations s'affichant sur les écrans des utilisateurs, ce qui peut avoir une incidence profonde sur leurs perceptions, leurs convictions, leurs comportements et leurs actes. Ces algorithmes ont également permis la diffusion rapide de fausses informations, ce qui crée une division entre les utilisateurs et perturbe le débat civique.

De plus en plus, les algorithmes éclairent et facilitent la prise des décisions dans les secteurs public et privé, notamment dans les domaines du recrutement, de l'octroi de crédits et des services sociaux, y compris dans les services de protection de l'enfance et dans les systèmes de justice pénale. S'ils permettent aux entreprises et aux institutions publiques de prendre des décisions plus éclairées, les algorithmes peuvent également renforcer les préjugés et aggraver la discrimination et l'exclusion sociale. Fréquemment décrits comme des garants de l'objectivité, ils ne font généralement qu'encoder les préjugés humains dans des systèmes automatiques dont les effets pervers touchent les minorités et les groupes vulnérables de manière disproportionnée. Alors qu'une personne peut être tenue responsable d'une décision, aucun mécanisme ne garantit la transparence ni le respect du principe de responsabilité dans la prise de décisions fondées sur les algorithmes. Par conséquent, il convient de se mettre d'accord sur des directives claires visant à garantir la transparence et le respect du principe de responsabilité dans la prise de décisions fondées sur les algorithmes.

La sécurité des données et la protection de la vie privée sont des facteurs essentiels pour instaurer la confiance et appliquer le principe de responsabilité dans le cyberspace. Lorsque la sécurité n'est pas garantie, les données personnelles des utilisateurs ne sont plus protégées et deviennent de précieuses informations pouvant être négociées. Dans l'économie des données, l'accumulation excessive de données personnelles peut conférer un pouvoir commercial disproportionné à quelques

grandes entreprises (agences de notation, médias sociaux, sites de commerce en ligne, etc.) et rendre les utilisateurs et les consommateurs vulnérables à diverses formes de manipulation, notamment la pratique de prix discriminatoires et la discrimination liée à l'accès aux informations et aux services pertinents. Il est clairement nécessaire de déterminer à qui appartiennent les données afin de protéger les droits de propriété et le droit à la vie privée des personnes et de promouvoir une utilisation responsable des données. Une telle démarche permettra également d'appliquer le principe de responsabilité aux médias sociaux, aux plateformes populaires et aux sites de commerce en ligne, de garantir leur intégrité, et de favoriser la confiance et la stabilité dans l'espace numérique.

III. Systèmes nationaux d'innovation en faveur du développement durable

La technologie n'a pas progressé au même rythme dans tous les pays. L'essentiel des innovations et des avancées technologiques a lieu dans un petit nombre de pays développés et dans quelques grands pays en développement. La plupart des pays en développement ne sont toujours pas acteurs de l'innovation, preuve qu'il existe une fracture technologique persistante et de plus en plus prononcée avec les pays développés. Cette fracture subsiste également à l'intérieur des pays et ne cesse de se creuser entre les entreprises qui se trouvent à la pointe de la technologie et les autres. S'il est vrai que les technologies s'étendent à d'autres pays à un rythme plus soutenu, les données montrent que leur diffusion à l'intérieur d'un même pays a ralenti. Dans le domaine clef de l'intelligence artificielle, seules quelques entreprises déposent l'essentiel des brevets, y compris dans les pays les plus avancés sur le plan technologique.

Systèmes nationaux d'innovation

La capacité des pays et des entreprises à atteindre la pointe de la technologie – rattraper les autres et maintenir le rythme – dépend de l'existence d'un système national d'innovation bien huilé. Cependant, il n'existe pas de modèle universel garantissant l'efficacité d'un tel système. On trouve aussi bien des systèmes d'innovation fondés par le marché que des systèmes dirigés par l'État, preuve que les pays à la pointe de la technologie adoptent des stratégies très différentes. Un système d'innovation, qu'il soit fondé sur le marché ou dirigé par l'État, comprend un ensemble d'acteurs : secteur privé, universités, instituts de recherche, groupes de réflexion, groupes de défense et de pression, organismes publics et entreprises. Les interactions et les liens entre ces acteurs permettent de repérer les principales difficultés, notamment celles liées aux programmes de recherche, aux besoins de financement, aux droits conférés par l'innovation et les brevets, ainsi qu'à la transformation des innovations en des technologies viables et commercialisables. Dans les systèmes fondés sur le marché, le souci d'efficacité et la recherche de profits déterminent le choix des innovations, tandis que dans les systèmes dirigés par l'État l'accent est mis sur les innovations susceptibles de stimuler la croissance et d'améliorer les résultats dans le domaine social ou en matière de santé publique.

Les liens entre les différents acteurs d'un système national d'innovation sont complexes et le succès de l'action menée par un pays dépend de la manière dont interagissent les réseaux d'acteurs participant à la production et à la diffusion de l'innovation. L'efficacité d'un système d'innovation repose sur la structure du marché et de la concurrence. Les marchés concurrentiels encouragent les entreprises à continuer d'innover pour avoir un avantage sur leurs concurrents. Cependant, une

concurrence excessive peut faire baisser les revenus et les profits, ce qui réduit la capacité des entreprises d'investir dans les activités de recherche-développement.

Outre la concurrence, la réglementation joue elle aussi un rôle important en ce qu'elle met tous les concepteurs de technologies sur un pied d'égalité. La réglementation sur la propriété intellectuelle oriente souvent l'action menée par un pays dans le domaine de l'innovation. Une protection insuffisante de la propriété intellectuelle sans autres mécanismes d'indemnisation des innovateurs risque de décourager l'innovation. En revanche, une protection de la propriété intellectuelle trop stricte peut également entraver l'innovation, dans la mesure où elle restreint la circulation de l'information et fait obstacle aux innovations futures. La réglementation doit également prévoir que les avancées technologiques améliorent le bien-être social.

Tout système national d'innovation efficace s'accompagne d'une infrastructure complémentaire, notamment des services juridiques et commerciaux, ainsi que des services de télécommunications et de transport. L'avènement de la science dite « ouverte », selon laquelle les résultats des recherches, les notes de laboratoire et autres travaux de recherche sont diffusés gratuitement, peut jouer un rôle important dans le renforcement des systèmes nationaux d'innovation. Des acteurs non traditionnels, notamment les petits groupes de recherche et les chercheurs indépendants, ont ainsi la possibilité de participer aux activités d'innovation complexes.

Promotion de l'innovation par les gouvernements

Bien que le secteur privé soit le principal moteur de l'innovation, les gouvernements peuvent jouer un rôle fondamental en remédiant aux dysfonctionnements du marché, mais aussi en orientant les innovations futures et en soutenant le développement des technologies naissantes dès les premières étapes. L'investissement public en faveur d'une éducation de qualité et du développement des compétences est essentiel à la promotion de l'innovation. Les institutions publiques orientent l'action menée dans le domaine de l'innovation, en garantissant une concurrence saine et en mettant en place des cadres réglementaires appropriés. Les différences en matière de capital humain, d'accès aux financements et de qualité des institutions et des infrastructures expliquent en partie la fracture technologique qui existe aussi bien entre les pays que dans les pays. Les gouvernements peuvent contribuer à combler cette fracture en guidant les collectivités et les sociétés en retard sur le plan technologique et en les encourageant à innover. Le budget consacré aux activités de recherche-développement dans le secteur public peut aider à mettre toutes les entreprises sur un pied d'égalité, en améliorant l'accès aux travaux de recherche fondamentale dans le domaine de la science et de la technologie. Les gouvernements peuvent également faciliter les transferts de technologies entre les entreprises et les secteurs en modifiant les régimes de propriété intellectuelle.

Les gouvernements peuvent orienter l'innovation en mettant en place des normes adaptées, dont certaines peuvent favoriser l'introduction des nouvelles technologies sur le marché. Ils peuvent créer un régime de propriété intellectuelle approprié pour s'assurer que les entreprises sont suffisamment incitées à innover et, dans le même temps, que le public peut avoir accès aux informations techniques présentées dans les brevets pour faire en sorte que l'innovation ait des retombées positives. Ils peuvent financer directement le développement de nouveaux produits susceptibles d'améliorer la qualité de vie mais commercialement peu viables, notamment en périodes de ralentissement économique, lorsque les entreprises n'ont pas les moyens de prendre des risques avec ces produits. Des mesures d'incitation fiscales bien conçues peuvent également encourager l'innovation, en particulier celles

relatives aux activités de recherche-développement et destinées aux petites et aux nouvelles entreprises.

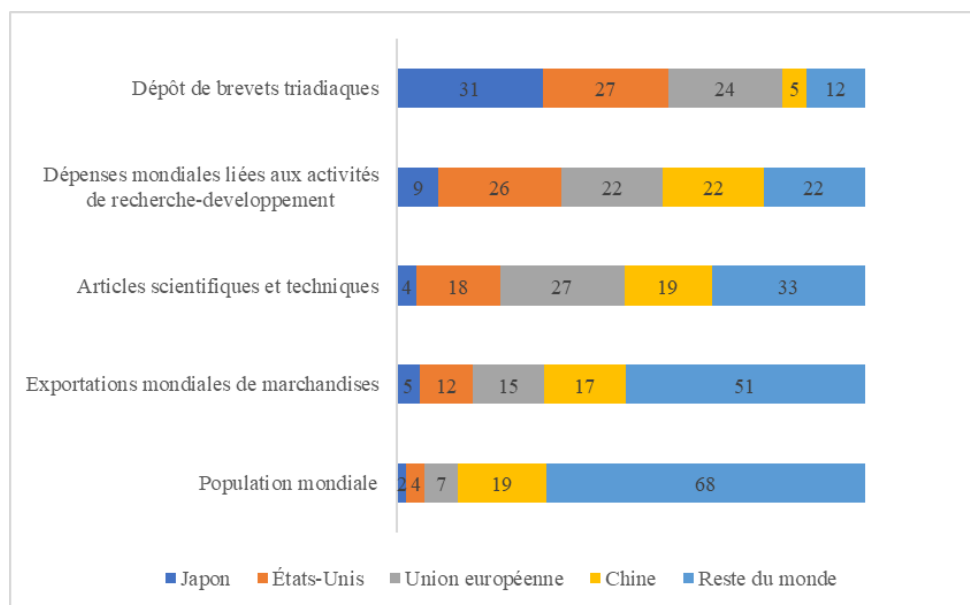
Les gouvernements doivent jouer un rôle actif dans la diffusion des technologies et mener une action concertée d'autant qu'il y a un risque que les flux d'information technologique et les effets de réseau qui en découlent soient limités à des groupes de pays ou d'entreprises dotés de grandes capacités technologiques, ce qui empêcherait les autres pays ou entreprises de profiter du type de dynamisme technologique qui pourrait les aider à refaire leur retard dans le domaine des technologies de pointe. Ils peuvent améliorer l'accès à l'information technologique et aider les entreprises à faire face aux incertitudes liées à l'adoption des technologies et aux difficultés financières qui y sont associées. Les politiques fiscales peuvent orienter les choix des entreprises et des ménages en matière de technologies. Au niveau international, les transferts de technologies se font essentiellement dans le cadre des échanges commerciaux internationaux et de l'investissement direct étranger, en fonction des régimes de propriété intellectuelle. Les gouvernements pourraient jouer un rôle important dans la diffusion des technologies en négociant habilement des accords internationaux de commerce et d'investissement complexes.

La grande fracture technologique

Les quelques grandes entreprises à la tête des avancées dans le domaine des nouvelles technologies sont concentrées dans un petit nombre de pays. À en juger par le nombre de brevets déposés ou les dépenses liées aux activités de recherche-développement, la fracture technologique entre les pays développés et le reste de l'économie mondiale est considérable et ne cesse de se creuser. La Chine, les États-Unis d'Amérique, le Japon et l'Union européenne, qui représentaient 32 % de la population mondiale en 2013-2015, représentent collectivement une part beaucoup plus importante des publications scientifiques (69 %), des dépenses liées aux activités de recherche-développement (83 %) et des dépôts de brevets triadiques (86 %) au niveau mondial (voir fig. VI). La fracture technologique est encore plus prononcée dans le domaine des technologies de pointe. Fujii et Managi (2017) ont constaté que les États-Unis représentaient à eux seuls une proportion écrasante (75 %) des brevets relatifs à l'intelligence artificielle accordés dans le monde en 2016-2017¹³. On observe les mêmes tendances au niveau national en ce qui concerne la fracture technologique entre les entreprises, quelques grandes entreprises dominant le développement de technologies de pointe. Les données sur les brevets relatifs à l'intelligence artificielle montrent qu'une poignée de grandes entreprises déposent l'essentiel des brevets.

¹³ Hidemichi Fujii et Shunsuke Managi, « Trends and priority shifts in artificial intelligence technology invention: a global patent analysis », Rieti Discussion Paper 17-E-066 (Tokyo, Research Institute of Economy, Trade and Industry, mai 2017).

Figure VI
Parts de certains pays et de l'Union européenne dans diverses activités mondiales en 2013-2015



Source : Département des affaires économiques et sociales (2017), à partir de données provenant de l'Organisation de coopération et de développement économiques, de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, de la National Science Foundation (États-Unis d'Amérique), de l'Organisation mondiale du commerce et de la Division de la population du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies.

Note : Les brevets triadiques désignent des brevets déposés auprès des trois principaux offices de brevets (Office européen des brevets, Office des brevets du Japon et United States Patent and Trademark Office) pour protéger la même invention.

Un petit nombre de pays développés et de pays en développement dominent l'application des technologies de pointe et se trouvent à la pointe des avancées technologiques. Malgré des écarts en matière de revenu par habitant ainsi que de structure géographique et économique, ils consacrent tous une part importante de leur revenu national aux activités de recherche-développement. Le PIB par habitant, indicateur couramment utilisé pour mesurer le niveau de développement d'un pays, ne présume pas forcément des dépenses qu'un pays consacre aux activités de recherche-développement. Des pays tels que l'Estonie, Israël, la Slovaquie et la République tchèque y consacrent une part nettement plus importante de leur revenu national que ne le font la Grèce, l'Italie et l'Espagne, dont le revenu par habitant est plus élevé. Grâce à des dépenses élevées dans le domaine de la recherche et du développement, ainsi qu'à des investissements complémentaires dans l'éducation et la formation professionnelle, beaucoup de pays se sont rapprochés davantage de la frontière technologique, jouent un rôle moteur dans certains domaines et réduisent la fracture technologique.

Réduire la fracture technologique dans les pays et entre les pays nécessitera également un engagement de tous à assumer des responsabilités communes et partagées aux fins du développement, de la diffusion et de l'adoption de technologies de pointe, en particulier celles essentielles à la réalisation du développement durable. Il incombe aux pays les plus avancés dans le domaine des technologies d'en gérer la

diffusion et l'adoption afin de parvenir à un équilibre entre les considérations relatives à l'efficacité, à l'équité et à l'éthique.

IV. Tirer pleinement profit de la coopération internationale afin de mettre au point et de diffuser des technologies de manière durable

Face à l'évolution rapide des technologies de pointe, nombre d'institutions traditionnelles, de politiques et de réglementations ne sont plus adaptées ni en mesure de tirer parti des possibilités offertes par ces technologies et de relever les défis qu'elles posent à la société. Le rythme irrégulier auquel les technologies se diffusent, leurs retombées économiques à l'intérieur des pays et d'un pays à l'autre, le fait qu'elles dépassent les frontières sectorielles, juridictionnelles et réglementaires, et leur incidence sur la perception, le comportement et les partis pris posent des difficultés imprévisibles et inattendues. Si les avantages potentiels des technologies de pointe sont immenses, les risques et les incertitudes liées à leur adoption et à leur utilisation le sont tout autant. Les mesures prises individuellement par les pays ne suffiront pas à tirer le meilleur parti possible de ces technologies tout en limitant au maximum leurs retombées négatives imprévisibles. Il est impératif de renforcer et d'améliorer la coopération internationale, notamment de la rendre plus adaptable et souple, pour faire en sorte que les technologies de pointe soient mises à profit aux fins de la réalisation des objectifs de développement durable.

Si les politiques nationales resteront essentielles pour gérer les avancées des technologies naissantes, il sera également nécessaire de renforcer la coopération internationale pour réduire la fracture technologique entre les pays, lutter contre l'emprise sur le marché, renforcer la coopération fiscale internationale et fixer des limites éthiques et des normes pour encadrer les technologies de pointe, en particulier dans les domaines de l'intelligence artificielle, de la génétique et de la biotechnologie.

Réduire la fracture technologique

Pour réduire la fracture technologique, il est indispensable de trouver une solution à certains problèmes institutionnels agissant sur l'offre et la demande. Les mesures destinées à tirer parti de la technologie pour améliorer le niveau de protection sociale sont généralement axées sur les contraintes pesant sur la mise au point et le transfert de technologies au niveau de l'offre. Toutefois, il est de plus en plus largement admis que faciliter l'accès aux technologies n'entraîne pas nécessairement la généralisation de leur adoption. En l'absence de demande de la population, pour des raisons économiques, politiques, culturelles ou religieuses, les nouvelles technologies, telles que des systèmes d'assainissement modernisés ou les techniques d'exploitation des énergies renouvelables, peuvent ne pas être viables. Il convient donc d'agir de manière concertée aux niveaux national et international pour sensibiliser davantage le public aux technologies de pointe et à leur incidence possible sur le développement durable.

L'adoption de nouvelles technologies pour améliorer la qualité de vie se heurte souvent à des contraintes institutionnelles formelles ou informelles. Les institutions devraient s'efforcer de faciliter la diffusion d'informations sur les technologies, de sensibiliser le public, d'améliorer l'accès des entreprises et des ménages au financement, de renforcer leurs capacités et d'introduire des mécanismes leur permettant de se prémunir contre les incertitudes et les risques liés aux technologies. Des efforts doivent être faits également par les institutions pour garantir la sécurité et le respect des principes de vie privée et de responsabilité et ainsi renforcer la confiance du public dans les technologies. Pour réduire la fracture technologique, il

sera également nécessaire de prendre des mesures incitatives et d'allouer des ressources financières additionnelles et, partant, de renforcer la coopération internationale.

Il est indispensable d'assouplir les cadres juridiques et institutionnels pour faciliter le transfert de technologie, car force est de constater que le manque de souplesse du régime mondial de propriété intellectuelle entrave de plus en plus ce transfert. Pour ce faire, il faudra suivre une démarche multidimensionnelle, notamment assouplir les critères de définition des normes nationales de brevetabilité, maintenir, voire élargir, les exemptions de brevets accordées aux pays en développement, mettre en place des conditions permettant de faciliter et de rendre plus efficace la concession de licences obligatoires, et garantir un accès sans exclusion aux données technologiques.

Par ailleurs, il est indispensable d'harmoniser les normes nationales et internationales relatives à la technologie pour réduire la fracture technologique. L'adoption d'une stratégie nationale unifiée peut en effet contribuer à éviter le chevauchement des efforts et l'application de normes contradictoires. Une participation accrue des gouvernements aux processus de normalisation des technologies suivant la logique de marché leur permettrait de s'assurer que les normes qui en découlent facilitent la diffusion et l'adoption des technologies, en particulier lorsque celles-ci jouent un rôle clef dans le développement durable. Il faudrait que les États œuvrent de concert pour définir des principes internationaux de normalisation et en assurer une interprétation uniforme.

Les États doivent en outre s'assurer qu'ils disposent d'une marge de manœuvre décisionnelle suffisante pour pouvoir faire face aux progrès des technologies de pointe dans le respect des objectifs de développement nationaux. Il ne fait aucun doute que la communauté internationale doit réexaminer les accords internationaux en vigueur, notamment l'Accord sur les aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent au commerce (Accord sur les ADPIC), et trouver une solution aux obstacles limitant la marge de manœuvre des pays en développement¹⁴. Par ailleurs, il convient d'adopter de toute urgence un mécanisme international permettant de recenser les technologies de pointe indispensables au développement durable, ainsi que de hisser ces technologies au rang des biens publics mondiaux et de les mettre à la disposition des sociétés et des communautés au moyen d'un nouveau consensus international qui serait le reflet d'un engagement de toutes les parties prenantes en faveur d'une responsabilité commune mais différenciée.

Lutter contre la concentration de marché dans le secteur des technologies de pointe

On observe dans de nombreux secteurs au niveau mondial, notamment dans celui des technologies de pointe, une tendance à la concentration de marché toujours plus marquée. Les géants de la technologie exploitent de plus en plus les effets de réseau, les économies d'échelle, les économies de diversification et leur influence exagérée sur les processus de réglementation. Ces atouts permettent à de nombreuses grandes entreprises de garder une position dominante sans toutefois être plus novatrices, ce qui pousse à renforcer les politiques de concurrence. Il est également devenu plus difficile de détecter les comportements anticoncurrentiels, car les algorithmes de fixation des prix empêchent les autorités chargées de la concurrence d'évaluer précisément les prix pratiqués par les entreprises.

¹⁴ Voir *Instruments juridiques reprenant les résultats des négociations commerciales multilatérales du cycle d'Uruguay faits à Marrakech le 15 avril 1994* (publication du secrétariat du GATT, numéro de vente : GATT/1994-7).

En outre, les systèmes actuels de dépôt des brevets sont susceptibles d'accentuer les comportements anticoncurrentiels. En effet, l'augmentation sensible du nombre de demandes de brevets et leur complexité accrue ont entraîné des retards et des prolongations des délais d'attente qui contribuent à faire peser une incertitude croissante quant à la protection de certaines inventions par les droits de propriété intellectuelle. Cette situation permet aux entreprises d'adopter des stratégies anticoncurrentielles. En outre, la hausse constante des coûts des contentieux liés aux brevets pénalise souvent les plus petites entreprises qui, du fait de leurs ressources financières limitées, ne peuvent engager de poursuites ni se défendre lorsque leurs brevets sont contrefaits.

Compte tenu du pouvoir croissant de certaines entreprises sur le marché et de la diminution de la concurrence dans le secteur des technologies de pointe, la coopération internationale en matière de concurrence doit être renforcée. Le fait que la réglementation soit plus ou moins stricte d'un pays à l'autre, signe d'une coopération internationale insuffisante, a des répercussions sur les intérêts des consommateurs, limite également les capacités des autorités nationales chargées de la concurrence à faire appliquer la législation interne et fait peser un lourd fardeau administratif sur celles-ci et sur les organisations apparentées lorsqu'elles mènent des enquêtes sur les comportements anticoncurrentiels. Compte tenu de l'importance de la coopération internationale, les autorités nationales chargées de la concurrence devront élaborer des mécanismes plus efficaces pour échanger des informations sur les comportements anticoncurrentiels et faire appliquer la législation relative à la concurrence.

Renforcer la coopération fiscale internationale

Les avancées technologiques et le passage au numérique ont changé la manière dont les entreprises mènent leurs activités mondiales. Le numérique permet aux entreprises d'avoir une activité économique dans un pays ou une région où elles n'ont qu'une faible présence physique, voire aucune, ce qui réduit les possibilités, pour les États, d'imposer les revenus provenant de ces activités. Le numérique permet également aux grandes entreprises de concentrer leurs fonctions dans des juridictions à taux d'imposition faible ou nul, ce qui soulève le problème de l'érosion de la base d'imposition et du transfert de bénéfices.

Les gouvernements des pays développés comme des pays en développement rencontrent de plus en plus de difficultés à : a) percevoir des recettes suffisantes pour financer les dépenses liées au développement durable, par exemple les systèmes et socles de protection sociale ; b) faire en sorte que les systèmes fiscaux puissent redistribuer les recettes. Les pays en développement peuvent être particulièrement touchés par la complexité et les risques liés aux revenus des activités numériques, car ils disposent de ressources humaines et d'un accès aux ressources technologiques limités. Renforcer les capacités nationales à imposer les transactions numériques effectuées par les entreprises multinationales, en particulier dans les pays en développement, permettrait à de nombreux pays de financer leurs priorités en matière de développement durable et leurs initiatives nationales visant à faciliter l'adoption et la diffusion de technologies utiles.

Il convient de renforcer de toute urgence la coopération internationale pour améliorer l'efficacité de l'imposition des profits et combler les failles permettant aux grandes entreprises multinationales, notamment dans le secteur des technologies, de réduire leurs charges fiscales. Il est également nécessaire de parvenir à un consensus international pour définir de nouvelles règles fiscales grâce auxquelles cibler précisément et imposer les profits provenant des activités numériques. Le recours au numérique étant de plus en plus répandu, il faudrait réorienter les systèmes fiscaux

internationaux vers l'imposition des profits là où les activités sont menées et là où de la valeur est ajoutée. Ce principe a été accepté par les chefs d'État et de gouvernement et les hauts-représentants dans le cadre du Programme d'action d'Addis-Abeba issu de la troisième Conférence internationale sur le financement du développement¹⁵. Les points de vue divergent toutefois quant à la définition des activités qui créent ou non de la valeur, au montant de cette valeur ajoutée, au lieu où ces activités sont menées et à la manière dont les profits qui en découlent doivent être distribués entre les pays de façon à refléter la création de valeur tout en évitant la contrainte de la double imposition. La question de l'imposition des moteurs de recherche et des médias sociaux, qui fournissent des services gratuits à des utilisateurs situés dans le monde entier et recueillent des données leur permettant de cibler les annonces publicitaires et ainsi d'obtenir des recettes sans présence physique, constitue un nouveau défi pour les autorités fiscales.

Le Comité d'experts de la coopération internationale en matière fiscale étudie les possibilités d'amélioration de la gestion des recettes et de lutte contre l'optimisation et l'évasion fiscales dans le cadre de l'économie numérique afin de produire des sources supplémentaires de financement du développement durable.

Fixer des normes appropriées et des limites éthiques

Il est indispensable de gérer de manière adaptée les avancées technologiques pour garantir l'équité et la justice sociale et parvenir au développement durable. Il sera particulièrement important d'appliquer une plus grande transparence et une plus grande responsabilité aux activités de recherche-développement dans le secteur des technologies de pointe, notamment dans les domaines de l'édition génomique, du clonage, de la biotechnologie et de l'intelligence artificielle, pour que les avancées technologiques respectent les valeurs universelles, l'éthique et la morale.

Les sociétés doivent anticiper les répercussions éthiques, morales et sociales des technologies de pointe plutôt que suivre une approche laxiste et devoir se pencher sur ces questions a posteriori. Dans les pays développés, les gouvernements, les entreprises, les milieux universitaires et la société civile devraient collaborer entre eux et avec leurs homologues des pays en développement afin de promouvoir l'adoption de normes éthiques encadrant la recherche et l'innovation. Si les efforts nationaux permettront de définir des cadres, une coopération internationale renforcée sera également indispensable pour élaborer des normes éthiques mondiales applicables aux nouvelles technologies qui tiennent compte des différences entre les pays.

Rôle de l'Organisation des Nations Unies dans la mise en place d'une action collective au niveau mondial

Si les technologies de pointe en matière de promotion du développement durable offrent des possibilités immenses, les risques qu'elles comportent sont également de taille. Il est donc nécessaire de mettre en place un dialogue entre toutes les parties prenantes au niveau mondial pour identifier ces possibilités et ces risques. L'Organisation des Nations Unies peut jouer un rôle de facilitateur entre les gouvernements, le secteur privé et les organisations de la société civile en vue de mener une évaluation objective de l'incidence des technologies naissantes sur les résultats obtenus en matière de développement durable, notamment sur l'emploi, les salaires et la répartition des revenus. Une évaluation multidimensionnelle et multipartite des possibilités et des risques permettrait aux États Membres de définir des politiques adaptées pour gérer au mieux les technologies de pointe.

¹⁵ Résolution 69/313 de l'Assemblée générale, annexe.

À cet égard, le Forum de collaboration multipartite sur la science, la technologie et l'innovation pour la réalisation des objectifs de développement durable, qui permet aux scientifiques, aux responsables politiques et aux acteurs du secteur privé de parvenir à une approche commune, ainsi que de promouvoir l'obtention de résultats concrets en matière de développement, joue un rôle de plus en plus important. La Commission de la science et de la technique au service du développement, la Banque de technologies pour les pays les moins avancés et le Sommet mondial sur l'intelligence artificielle au service du bien social, organisé par l'Union internationale des télécommunications, figurent également parmi les initiatives prises par l'Organisation des Nations Unies pour favoriser la compréhension des technologies utiles et de leur incidence sur le développement durable, ce qui permet de combler certains aspects de la fracture technologique.

L'Organisation peut jouer un rôle crucial dans la sélection et la classification de certaines technologies de pointe en tant que biens publics mondiaux participant au développement durable. En effet, on peut considérer comme des biens communs universels les technologies d'exploitation des énergies renouvelables qui favorisent la viabilité environnementale, les vaccins qui permettent de sauver des vies, et les biotechnologies qui stimulent la production alimentaire et permettent d'éliminer la pauvreté, car ces technologies protègent notre avenir commun. À cet égard, il faudrait que l'Organisation mobilise un engagement mondial fondé sur le principe de la responsabilité commune mais différenciée de tous les acteurs.

L'Organisation peut également user de son influence pour encourager les États Membres et toutes les parties prenantes concernées à parvenir à un consensus mondial sur l'application de normes juridiques et éthiques aux activités de recherche-développement dans le domaine des technologies de pointe. Les progrès technologiques devront alors respecter ces normes éthiques universelles. De par sa composition universelle et son engagement inébranlable en faveur des valeurs humaines, l'Organisation est la mieux à même de faciliter le dialogue entre toutes les parties prenantes et l'élaboration d'un pacte éthique à l'échelle mondiale pour encadrer les progrès des technologies de pointe.
